ESPECIFICACIONES PARA EL PROYECTO Y CONSTRUCCION DE LAS LINEAS DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO

VOLUMEN 1

1 GENERALIDADES Y TERMINOLOGIA

2 PROYECTO

COMISION
DE VIALIDAD Y
TRANSPORTE URBANO

covitur

DDF

SECRETARIA GENERAL
DE OBRAS

ESPECIFICACIONES PARA EL PROYECTO Y CONSTRUCCION DE LAS LINEAS DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO

VOLUMEN 1

1 GENERALIDADES Y TERMINOLOGIA

2 PROYECTO

COMISION DE VIALIDAD Y TRANSPORTE URBANO

MEXICO, SEPTIEMBRE DE 1986

© Copyright, 1986
Comisión de Vialidad y Transporte Urbano (COVITUR)
Av. Universidad No. 800, 03310-México, D. F.
Impreso en México

PRESENTACION

En el año de 1967 se inició la construcción de los primeros 41.5 km del Sistema de Transporte Colectivo Metro; 10 años más tarde, se creó la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano (COVITUR), organismo dependiente del Departamento del Distrito Federal (DDF), cuyas funciones principales son las de crear la infraestructura necesaria para la ampliación del Sistema Metro, así como coordinar las acciones requeridas para agilizar la transportación en general en la Ciudad de México. Estas actividades se fundamentan a su vez en el Plan de Vialidad y Transporte del Distrito Federal, puesto en marcha en el año de 1980.

Dentro de este Plan Rector se le ha dado particular importancia al Metro, columna vertebral del sistema de transportación colectiva, de tal manera que actualmente se está por alcanzar una longitud total de ciento veinte kilómetros de líneas, lo que sitúa al Metro de la Ciudad de México entre los 10 sistemas más largos del mundo.

Paralelamente a estas actividades de carácter prioritario, se ha creado una tecnología específica para el Metro de la Ciudad de México, en todas las ramas de la ingeniería ligadas a su proyecto y construcción, adaptada a las características tan especiales del subsuelo del Valle de México.

Con objeto de disponer de un documento que reglamente técnica, legal y administrativamente el proyecto y construcción del Metro, COVITUR decidió, en acatamiento a lo dispuesto en la Ley de Obras Públicas y cumpliendo con las Reglas para Formulación e Integración de las Normas y Especificaciones de las Obras Públicas editadas en el Diario Oficial del 8 de enero de 1982, llevar a cabo la integración y edición de las ESPECIFICACIONES PARA EL PROYECTO Y CONSTRUCCION DE LAS LINEAS DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO, que aquí se presentan. Estas son consecuencia de las que han servido para proyectar y construir las líneas actuales, habiéndose modificado su carácter específico para adecuarlas a las soluciones que previsiblemente habrán de presentarse durante el proyecto y construcción de futuras líneas. Como resultado de ello, en estas Especificaciones se resume la experiencia acumulada a lo largo de casi 20 años de diseñar y construir la red.

Las Especificaciones cubren los aspectos legales y administrativos para la contratación de obra y de proyecto, incluyendo los trámites previos de concurso. Así mismo, disponen los elementos y procedimientos para la formulación de estimaciones, medición de obra ejecutada y forma de pago. De igual manera definen y delimitan la personalidad de quienes se encargan del proyecto y construcción, con el fin de que su actuación y actividades sean congruentes y se encuadren dentro de un marco legal.

Además, presentan los lineamientos que deberán seguirse para el proyecto y construcción de las obras, en sus especialidades de Obra Civil y Obra Electromecánica. Se incluye también lo relativo a las características de materiales, productos, sistemas y equipos utilizados en las obras del Metro, que deberán satisfacerse para alcanzar el nivel de calidad deseado.

Cabe destacar que las Especificaciones aquí presentadas constituyen propiamente una integración de las que se han venido utilizando en el proyecto y construcción de las líneas del Metro realizadas a la fecha. Sin embargo, con el propósito de evitar repeticiones y duplicidad con las Normas y Reglamentos elaborados por el DDF, estos documentos son utilizados mediante referencias precisas, para dar vigencia a su contenido en aquellos casos que tienen aplicabilidad a la obra del Metro. De igual manera son aprovechadas las Especificaciones y Normas preparadas por diferentes dependencias gubernamentales como la Dirección General de Normas de la SECOFIN, la SCT, PEMEX, CFE, etc., para referirse a aspectos no cubiertos en las publicaciones editadas por el DDF; tal es el caso de los temas relativos a Vía, Operación, Obras Electromecánicas, etc. Finalmente cuando todas estas referencias no fueron suficientes se acudió en última instancia a instituciones extranjeras, como ASTM, AASHTO, AWS, etcétera.

En cuanto a la edición de la obra, dada su extensión se consideró pertinente dividirla en tres volúmenes cuyo contenido se resume a continuación:

VOLUMEN 1:

- Libro 1. Generalidades y Terminología.
- Libro 2. Proyecto. Obra Civil y Obra Electromecánica.

VOLUMEN 2:

- Libro 3. Construcción e Instalaciones. Obra Civil y Obra Electromecánica.

VOLUMEN 3:

- Libro 4. Calidad de Materiales. Obra Civil y Obra Electromecánica.
- Libro 5. Calidad de Equipos y Sistemas. Obra Electromecánica.

Por otra parte, reconociendo el carácter dinámico de las Especificaciones, existe el propósito de que éstas sean revisadas y actualizadas periódicamente, por lo que en su encuadernación se ha previsto la facilidad de intercambiar o adicionar hojas cuando sea necesario corregir, modificar o ampliar cualquier parte de su contenido, o bien añadir las páginas necesarias para incorporar nuevas especificaciones que

el avance tecnológico requiera. Con este mismo propósito, se ha adoptado una codificación idónea que se extiende en la numeración individual de páginas, tablas y figuras indefinidamente.

COMISION DE VIALIDAD Y TRANSPORTE URBANO

México, D. F., septiembre de 1986.

En la integración y preparación de estas Especificaciones colaboraron con COVITUR las siguientes empresas:

INGENIERIA DE SISTEMAS DE TRANSPORTE METROPOLITANO, S. A. DE C. V. (ISTME)

GEOSISTEMAS, S. A. DE C. V.

GEOSOL, S. A.

INDICE GENERAL

LIBRO 1 GENERALIDADES Y TERMINOLOGIA
PARTE 1.01 UNICA
SECCION 1.01.01 UNICA
CAPITULO 1.01.01.001 Introducción
1.01.01.002 Adjudicación de contratos
1.01.01.003 Contrato de obra
1.01.01.004 Aspectos legales del Contratista y actuación de las partes
1.01.01.005 Ejecución de obra
1.01.01.006 Estimación de obra y forma de pago
1.01.01.007 Consideraciones relativas al contenido de las Especificaciones
1.01.01.008 Definición de términos

LIBRO 2 PROYECTO
PARTE 2.01 OBRA CIVIL
SECCION 2.01.01 PROYECTO GEOMETRICO
CAPITULO 2.01.01.001 Introducción
2.01.01.002 Simbología
2.01.01.003 Especificaciones de trazo
2.01.01.004 Especificaciones de perfil
2.01.01.005 Especificaciones de gálibos
2.01.01.006 Especificaciones de dimensionamiento y localización de rejillas de ventilación natural

SECCION 2.01.02 PROYECTO ARQUITECTONICO
CAPITULO 2.01.02.001 Introducción
2.01.02.002 Estaciones
2.01.02.003 Espacios anexos
2.01.02.004 Talleres

SECCION 2.01.03 MECANICA DE SUELOS
CAPITULO 2.01.03.001 Introducción
2.01.03.002 Exploración, muestreo y pruebas de laboratorio
2.01.03.003 Cimentaciones
2.01.03.004 Excavaciones
2.01.03.005 Rellenos y terraplenes
2.01.03.006 Solución en túnel
2.01.03.007 Instrumentación
2.01.03.008 Pavimentos

SECCION 2.01.04 PROYECTO ESTRUCTURAL
CAPITULO 2.01.04.001 Introducción
2.01.04.002 Solicitaciones
2.01.04.003 Criterios de análisis
2.01.04.004 Criterios de diseño

PARTE 2.02 OBRA ELECTROMECANICA
SECCION 2.02.01 INSTALACIONES ELECTROMECANICAS
CAPITULO 2.02.01.001 Introducción
2.02.01.002 Simbología y terminología
2.02.01.003 Sistemas de tracción
2.02.01.004 Sistemas electrónicos
2.02.01.005 Sistemas hidráulicos y sanitarios
2.02.01.006 Sistemas de aire
2.02.01.007 Sistemas de protección contra incendio
2.02.01.008 Canalizaciones eléctricas
2.02.01.009 Sistemas eléctricos

SECCION 2.02.02 VIAS PRINCIPALES
CAPITULO 2.02.02.001 Introducción
2.02.02.002 Implantación de vía

SECCION 2.02.03 VIAS SECUNDARIAS
CAPITULO 2.02.03.001 Introducción
2.02.03.002 Implantación de vía

PARTE 2.03 MATERIAL RODANTE
SECCION 2.03.01 MATERIAL RODANTE SOBRE NEUMATICOS
CAPITULO 2.03.01.001 Introducción
2.03.01.002 Generalidades
2.03.01.003 Condiciones de servicio
2.03.01.004 Condiciones de operación
2.03.01.005 Características generales del material rodante
2.03.01.006 Características técnicas de los principales sistemas del material rodante
2.03.01.007 Condiciones para el mantenimiento del material rodante
2.03.01.008 Pruebas
2.03.01.009 Garantías

PARTE 2.04 OPERACION
SECCION 2.04.01 OPERACION EN LINEA
CAPITULO 2.04.01.001 Introducción
2.04.01.002 Simbología
2.04.01.003 Características generales de una línea
2.04.01.004 Capacidad de transporte
2.04.01.005 Análisis operativo de la línea

SECCION 2.04.02 OPERACION EN ZONA DE MANIOBRAS
CAPITULO 2.04.02.001 Introducción
2.04.02.002 Simbología
2.04.02.003 Señalización
2.04.02.004 Programa de maniobras
2.04.02.005 Terminales
2.04.02.006 Vías "Y" y "Z"
2.04.02.007 Vías de enlace
2.04.02.008 Servicios provisionales

SECCION 2.04.03 OPERACION EN NAVES DE DEPOSITO Y TALLERES
CAPITULO 2.04.03.001 Introducción
2.04.03.002 Naves de depósito
2.04.03.003 Talleres

PARTE 2.05 OBRAS INDUCIDAS
SECCION 2.05.01 INSTALACIONES HIDRAULICAS MUNICIPALES
CAPITULO 2.05.01.001 Introducción
2.05.01.002 Simbología
2.05.01.003 Interferencias con la red de agua potable
2.05.01.004 Interferencias con la red de alcantarillado
2.05.01.005 Proyectos especiales

SECCION 2.05.02 DESVIOS DE TRANSITO
CAPITULO 2.05.02.001 Introducción
2.05.02.002 Generalidades
2.05.02.003 Estudios previos
2.05.02.004 Especificaciones
2.05.02.005 Representación gráfica

LIBRO 3 CONSTRUCCION E INSTALACIONES
PARTE 3.01 OBRA CIVIL
SECCION 3.01.01 EDIFICACION
CAPITULO 3.01.01.001 Introducción
3.01.01.002 Adaptación de las áreas de trabajo

CAPITULO 3.01.01.003 Trazos y nivelaciones
3.01.01.004 Demoliciones y desmantelamientos
3.01.01.005 Excavaciones para estructuras
3.01.01.006 Pilotes
3.01.01.007 Pilas
3.01.01.008 Plantillas
3.01.01.009 Mamposterías
3.01.01.010 Zampeados
3.01.01.011 Rellenos en estructuras
3.01.01.012 Estructuras de concreto reforzado
3.01.01.013 Estructuras de concreto presforzado
3.01.01.014 Estructuras de acero
3.01.01.015 Estructuras de madera
3.01.01.016 Muros en edificaciones
3.01.01.017 Cercas de malla de alambre
3.01.01.018 Instalaciones hidráulicas y sanitarias
3.01.01.019 Instalaciones eléctricas en edificios
3.01.01.020 Herrería
3.01.01.021 Recubrimientos y acabados
3.01.01.022 Pisos, escalones, zoclos y entrecalles
3.01.01.023 Techos y cubiertas
3.01.01.024 Rellenos, entortados, enladrillados y chaflanes en azoteas
3.01.01.025 Impermeabilizaciones
3.01.01.026 Carpintería y acabados de madera
3.01.01.027 Vidriería
3.01.01.028 Recubrimientos de superficies con pintura
3.01.01.029 Cerrajería
3.01.01.030 Colocaciones y amacizados en muros y pisos
3.01.01.031 Señalamiento en edificios
3.01.01.032 Jardinería
3.01.01.033 Limpieza

SECCION 3.01.02 LINEAS SUPERFICIALES
CAPITULO 3.01.02.001 Introducción
3.01.02.002 Adaptación de las áreas de trabajo
3.01.02.003 Topografía para localización
3.01.02.004 Excavaciones
3.01.02.005 Construcción de estructuras para apoyo de vías
3.01.02.006 Rellenos
3.01.02.007 Repavimentaciones
3.01.02.008 Colocación de rejas y mallas de protección
3.01.02.009 Construcción de estaciones
3.01.02.010 Impermeabilización de estructuras
3.01.02.011 Acabados en estaciones
3.01.02.012 Señalamiento en estaciones
3.01.02.013 Limpieza en áreas afectadas

SECCION 3.01.03 LINEAS SUBTERRANEAS EN CAJON
CAPITULO 3.01.03.001 Introducción
3.01.03.002 Adaptación de las áreas de trabajo
3.01.03.003 Topografía para localización
3.01.03.004 Muros ataguía colados en sitio
3.01.03.005 Muros ataguía prefabricados
3.01.03.006 Abatimiento del nivel freático
CAPITULO 3.01.03.007 Excavaciones del núcleo en el cajón
3.01.03.008 Construcción de la estructura del cajón
3.01.03.009 Rellenos
3.01.03.010 Pavimentación
3.01.03.011 Instrumentación y mediciones de control
3.01.03.012 Construcción de estaciones
3.01.03.013 Impermeabilización de estructuras
3.01.03.014 Acabados en estaciones
3.01.03.015 Señalamiento en estaciones
3.01.03.016 Limpieza en áreas afectadas

SECCION 3.01.04 LINEAS SUBTERRANEAS EN TUNEL
CAPITULO 3.01.04.001 Introducción
3.01.04.002 Adaptación de las áreas de trabajo
3.01.04.003 Topografía para localización
3.01.04.004 Construcción de lumbreras con el método convencional
3.01.04.005 Excavación del túnel por métodos convencionales
3.01.04.006 Excavación del túnel con escudo
3.01.04.007 Ademes temporales con concreto lanzado
3.01.04.008 Ademes temporales con marcos de acero
3.01.04.009 Ademes temporales con anclajes
3.01.04.010 Revestimiento definitivo con concreto lanzado
3.01.04.011 Revestimiento definitivo con concreto colado en sitio
3.01.04.012 Revestimiento definitivo con elementos prefabricados
3.01.04.013 Mejoramiento del subsuelo natural
3.01.04.014 Instrumentación geotécnica para control de comportamiento
3.01.04.015 Construcción de estaciones
3.01.04.016 Acabados en estaciones
3.01.04.017 Señalamiento en estaciones
3.01.04.018 Limpieza

SECCION 3.01.05 LINEAS EN ESTRUCTURAS ELEVADAS
CAPITULO 3.01.05.001 Introducción
3.01.05.002 Adaptación de las áreas de trabajo
3.01.05.003 Topografía para localización
3.01.05.004 Pilotes y pilas
3.01.05.005 Excavaciones
3.01.05.006 Estructuras de cimentación
3.01.05.007 Columnas de concreto reforzado
3.01.05.008 Estructuras elevadas de concreto reforzado y presforzado
3.01.05.009 Trabes de acero
3.01.05.010 Impermeabilización de trabes de concreto presforzado
3.01.05.011 Faldones, muretes, parapetos, losa tapa y ménsulas
3.01.05.012 Instrumentación para control de comportamiento
3.01.05.013 Estaciones en líneas elevadas
3.01.05.014 Acabados en estaciones
3.01.05.015 Señalamiento en estaciones
3.01.05.016 Limpieza

SECCION 3.01.06 OBRAS INDUCIDAS

CAPITULO 3.01.06.001 Introducción
3.01.06.002 Adaptación de las áreas de trabajo
3.01.06.003 Localización y trazo
3.01.06.004 Excavaciones de cepas
3.01.06.005 Instalación de tuberías para agua potable
3.01.06.006 Instalación de tuberías para alcantarillado
3.01.06.007 Relleno en cepas
3.01.06.008 Construcción de pozos de visita y de caída
3.01.06.009 Tomas domiciliarias, bocas de riego y cajas para agua potable
3.01.06.010 Canalización subterránea para alumbrado público
3.01.06.011 Instalación y conexión de cables, postes y accesorios para alumbrado público
3.01.06.012 Desmantelamiento, desmontaje y desconexión de instalaciones de alumbrado público
3.01.06.013 Cimiento para arbotante de alumbrado público
3.01.06.014 Instalación de semáforos
3.01.06.015 Pavimentación
3.01.06.016 Reconstrucción y conservación de instalaciones diversas
3.01.06.017 Limpieza

SECCION 3.01.07 OBRAS DE URBANIZACION

CAPITULO 3.01.07.001 Introducción
3.01.07.002 Adaptación de las áreas de trabajo
3.01.07.003 Localización y trazo
3.01.07.004 Terracerías
3.01.07.005 Pavimentos
3.01.07.006 Banquetas y guarniciones
3.01.07.007 Puentes para vehículos
3.01.07.008 Pasos inferiores
3.01.07.009 Pasos para peatones
3.01.07.010 Muros de contención
3.01.07.011 Areas jardinadas
3.01.07.012 Señalamiento
3.01.07.013 Seguridad

PARTE 3.02 OBRA ELECTROMECANICA

SECCION 3.02.01 INSTALACION DEL SISTEMA DE VIA CON BALASTO Y DURMIENTES

CAPITULO 3.02.01.001 Introducción
3.02.01.002 Adaptación de las áreas de trabajo
3.02.01.003 Localización de trazo y perfil
3.02.01.004 Colocación de balasto
3.02.01.005 Colocación de durmientes
3.02.01.006 Instalación de rieles
3.02.01.007 Instalación de pista
3.02.01.008 Instalación de barras guía
3.02.01.009 Instalación de aparatos de vía
3.02.01.010 Soldadura aluminotérmica
3.02.01.011 Soldadura de pernos autosoldables mediante el método Nelson
3.02.01.012 Pruebas y puesta en servicio
3.02.01.013 Trabajos de renivelación y realineación de vías después de la puesta en servicio

SECCION 3.02.02 INSTALACION DEL SISTEMA DE VIA CON FIJACION DIRECTA SOBRE CONCRETO

CAPITULO 3.02.02.001 Introducción
3.02.02.002 Adaptación de las áreas de trabajo
3.02.02.003 Localización de trazo y perfil
3.02.02.004 Instalación de rieles
3.02.02.005 Instalación de pista
3.02.02.006 Instalación de barras guía
3.02.02.007 Instalación de aparatos de vía
3.02.02.008 Prueba y puesta en servicio

SECCION 3.02.03 INSTALACION DE REDES ELECTRICAS EN ALTA TENSION

CAPITULO 3.02.03.001 Introducción a la instalación de redes eléctricas
3.02.03.002 Alimentación eléctrica de alta tensión
3.02.03.003 Instalación de subestaciones
3.02.03.004 Instalación de cables de alta tensión

SECCION 3.02.04 INSTALACION DE REDES ELECTRICAS EN BAJA TENSION

CAPITULO 3.02.04.001 Instalación de tableros de distribución en baja tensión
3.02.04.002 Alimentación de motores
3.02.04.003 Alimentación para luminarias, contactos y salidas especiales

SECCION 3.02.05 INSTALACION DEL SISTEMA DE PILOTAJE AUTOMATICO

CAPITULO 3.02.05.001 Introducción a la instalación de sistemas electrónicos
3.02.05.002 Instalación del sistema de pilotaje automático

SECCION 3.02.06 INSTALACION DEL SISTEMA DE SEÑALIZACION

CAPITULO 3.02.06.001 Instalación del sistema de señalización

SECCION 3.02.07 INSTALACION DEL SISTEMA DE MANDO CENTRALIZADO

CAPITULO 3.02.07.001 Instalación del sistema de mando centralizado

SECCION 3.02.08 INSTALACION DEL SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES

CAPITULO 3.02.08.001 Telefonía directa
3.02.08.002 Telefonía automática
3.02.08.003 Telefonía de trenes
3.02.08.004 Sonorización
3.02.08.005 Intercomunicación y voceo
3.02.08.006 Relojes
3.02.08.007 Alarmas

SECCION 3.02.09 INSTALACION DEL SISTEMA DE PEAJE AUTOMATICO

CAPITULO 3.02.09.001 Instalación del sistema de peaje automático

SECCION 3.02.10 INSTALACION DEL SISTEMA DE TRACCION

CAPITULO 3.02.10.001 Instalación del sistema de tracción

SECCION 3.02.11 INSTALACION DE SISTEMAS DE AIRE

CAPITULO 3.02.11.001 Introducción a las instalaciones electromecánicas

CAPITULO 3.02.11.002 Instalaciones para ventilación natural de estaciones y tramos subterráneos
3.02.11.003 Instalación para ventilación mecánica
3.02.11.004 Instalación para aire acondicionado
3.02.11.005 Instalación para aire comprimido

SECCION 3.02.12 INSTALACION DE SISTEMAS CONTRA INCENDIO
CAPITULO 3.02.12.001 Instalación de redes contra incendio
3.02.12.002 Instalación de equipos contra incendio
3.02.12.003 Señalamiento
3.02.12.004 Sistemas de control de seguridad

SECCION 3.02.13 INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS
CAPITULO 3.02.13.001 Instalación de tuberías de alimentación
3.02.13.002 Instalaciones sanitarias y de drenaje
3.02.13.003 Cisternas, cárcamos y cuartos de bombas
3.02.13.004 Instalación de equipos de bombeo

SECCION 3.02.14 INSTALACIONES MECANICAS
CAPITULO 3.02.14.001 Instalación de escaleras y aceras móviles
3.02.14.002 Instalación de equipos especiales

LIBRO 4 CALIDAD DE MATERIALES
PARTE 4.01 OBRA CIVIL
SECCION 4.01.01 CALIDAD DE MATERIALES Y DE PRODUCTOS PARA OBRA CIVIL
CAPITULO 4.01.01.001 Introducción
4.01.01.002 Concreto hidráulico y componentes
4.01.01.003 Mortero hidráulico y componentes
4.01.01.004 Piedra para construcción
4.01.01.005 Materiales y productos de acero
4.01.01.006 Materiales y productos de fierro fundido
4.01.01.007 Materiales y productos de madera
4.01.01.008 Materiales para cimbra
4.01.01.009 Láminas y productos de neopreno
4.01.01.010 Productos de asbesto-cemento
4.01.01.011 Materiales para muros
4.01.01.012 Materiales para recubrimiento de muros
4.01.01.013 Materiales para pisos
4.01.01.014 Materiales para acabados de techos
4.01.01.015 Materiales y productos para pavimentos
4.01.01.016 Materiales para juntas constructivas
4.01.01.017 Tuberías y conexiones
4.01.01.018 Válvulas
4.01.01.019 Materiales y productos para impermeabilización
4.01.01.020 Materiales para herrería y cerrajería
4.01.01.021 Materiales, productos y elementos para vidriería
4.01.01.022 Pinturas
4.01.01.023 Materiales y productos de jardinería
4.01.01.024 Lodos bentoníticos y componentes
4.01.01.025 Productos para inyección de suelos
4.01.01.026 Productos y materiales para adhesivos

PARTE 4.02 OBRA ELECTROMECANICA
SECCION 4.02.01 CALIDAD DE MATERIALES Y DE PRODUCTOS PARA OBRA ELECTROMECANICA
CAPITULO 4.02.01.001 Materiales y productos para estructuras de vía
4.02.01.002 Materiales y productos para redes eléctricas
4.02.01.003 Materiales y productos para redes electrónicas
4.02.01.004 Materiales y productos para tracción
4.02.01.005 Materiales y productos para ventilación, aire acondicionado y aire comprimido
4.02.01.006 Materiales y productos para sistemas contra incendio
4.02.01.007 Materiales y productos para redes hidráulicas y sanitarias

LIBRO 5 CALIDAD DE EQUIPOS Y SISTEMAS
PARTE 5.02 OBRA ELECTROMECANICA
SECCION 5.02.01 SISTEMAS DE VENTILACION, AIRE ACONDICIONADO Y AIRE COMPRIMIDO
CAPITULO 5.02.01.001 Equipo para ventilación
5.02.01.002 Equipo para aire acondicionado
5.02.01.003 Equipo para aire comprimido

SECCION 5.02.02 SISTEMAS CONTRA INCENDIO
CAPITULO 5.02.02.001 Equipo de bombeo para protección contra incendio
5.02.02.002 Equipo de control para sistemas contra incendio

SECCION 5.02.03 SISTEMAS DE CONTROL
CAPITULO 5.02.03.001 Señalización
5.02.03.002 Mando centralizado
5.02.03.003 Telecomunicación
5.02.03.004 Pilotaje automático
5.02.03.005 Peaje

SECCION 5.02.04 SISTEMAS ELECTROMECANICOS
CAPITULO 5.02.04.001 Subestaciones de alumbrado y fuerza
5.02.04.002 Alumbrado de emergencia
5.02.04.003 Tableros de transferencia automática
5.02.04.004 Tableros de control automático
5.02.04.005 Tableros de alta tensión
5.02.04.006 Tableros de distribución principal y secundaria en baja tensión
5.02.04.007 Centro de control de motores
5.02.04.008 Transformadores para alumbrado, fuerza y ventilación
5.02.04.009 Cargador y banco de baterías

CAPITULO	5.02.04.010	Motores tipo jaula de ardilla horizontales
	5.02.04.011	Motores tipo jaula de ardilla verticales
	5.02.04.012	Subestaciones de rectificación
	5.02.04.013	Transformadores para tracción
	5.02.04.014	Seccionadores e inversores manuales
CAPITULO	5.02.04.015	Seccionadores de aislamiento telemandado
	5.02.04.016	Contactores
	5.02.04.017	Interruptores
	5.02.04.018	Subestaciones de ventilación
	5.02.04.019	Escaleras y aceras móviles
	5.02.04.020	Equipo de bombeo
	5.02.04.021	Grúas y polipastos
	5.02.04.022	Equipo generador de vapor
	5.02.04.023	Máquina lavadora de trenes

INDICE

LIBRO 1 GENERALIDADES Y TERMINOLOGIA
PARTE 1.01 UNICA
SECCION 1.01.01 UNICA
CAPITULO 1.01.01.001 INTRODUCCION
CLAUSULA 001.A Alcance 1- 1
001.B Contenido 1- 1
001.C Referencias 1- 1

CAPITULO 1.01.01.002 ADJUDICACION DE CONTRATOS
CLAUSULA 002.A Descripción 2- 1
002.B Del padrón de contratistas de obras públicas 2- 1
002.C Adjudicación de contratos por concurso 2- 1
002.D De los servicios relacionados con las obras del Metro 2- 3

CAPITULO 1.01.01.003 CONTRATO DE OBRA
CLAUSULA 003.A Descripción 3- 1
003.B Firma del contrato 3- 1
003.C Modelos de contrato 3- 1
003.D Licencias y permisos 3- 1
003.E Patentes y registros 3- 1
003.F Preferencia doméstica 3- 1
003.G Precauciones sanitarias 3- 1
003.H Prevención de accidentes y seguridad en general 3- 2
003.I Responsabilidad del Contratista 3- 2

CAPITULO 1.01.01.004 ASPECTOS LEGALES DEL CONTRATISTA Y ACTUACION DE LAS PARTES
CLAUSULA 004.A Descripción 4- 1
004.B De los contratistas 4- 1
004.C Planos, especificaciones y programas 4- 1
004.D Trabajos extraordinarios 4- 1
004.E Supervisión de los trabajos 4- 2
004.F Modificaciones a los planos, especificaciones, programa y variaciones en las cantidades de obra 4- 2
004.G Ampliación del plazo 4- 3
004.H Recepción de trabajos y liquidación 4- 3
004.I Fianzas 4- 3
004.J Subcontratación 4- 4
004.K Prohibición de la cesión de derechos 4- 4
004.L Suspensión de los trabajos 4- 4
004.M Rescisión del contrato 4- 4
004.N Relaciones del Contratista con sus trabajadores 4- 5
004.O Intervención 4- 5
004.P Jurisdicción 4- 5

CAPITULO 1.01.01.005 EJECUCION DE OBRA
CLAUSULA 005.A Descripción 5- 1
005.B Permisos 5- 1
005.C Desvíos 5- 1
005.D Materiales, dispositivos y equipos 5- 1
005.E Ejecución 5- 1
005.F Medición 5- 2
005.G Conceptos de obra y base de pago 5- 2

CAPITULO 1.01.01.006 ESTIMACION DE OBRA Y FORMA DE PAGO
CLAUSULA 006.A Descripción 6- 1
006.B Contrato a precio alzado 6- 1
006.C Contrato con base en precios unitarios 6- 1
006.D Estimaciones durante la ejecución de la obra 6- 2

CAPITULO 1.01.01.007 CONSIDERACIONES RELATIVAS AL CONTENIDO DE LAS ESPECIFICACIONES
CLAUSULA 007.A Cláusula 7- 1
007.B Contenido de las Especificaciones 7- 1
007.C Peculiaridades de las Especificaciones 7- 2

CAPITULO 1.01.01.008 DEFINICION DE TERMINOS
CLAUSULA 008.A Contenido 8- 1
008.B Significado 8- 1
008.C Definición de términos 8- 1

LIBRO 2 PROYECTO
PARTE 2.01 OBRA CIVIL
SECCION 2.01.01 PROYECTO GEOMETRICO
CAPITULO 2.01.01.001 INTRODUCCION 1- 1
CAPITULO 2.01.01.002 SIMBOLOGIA 2- 1
CAPITULO 2.01.01.003 ESPECIFICACIONES DE TRAZO
CLAUSULA 003.A Localización de tangentes 3- 1
003.B Curvas circulares simples 3- 2
003.C Curvas circulares con clotoides de transición 3- 3
003.D Restricciones de curvatura 3- 3
003.E Restricciones de alineamiento 3- 4
003.F Cadenamientos 3- 4
003.G Referenciación de trazo 3- 4
003.H Vías de enlace 3- 5
003.I Trazo en depósitos y talleres 3- 5

CAPITULO 2.01.01.004 ESPECIFICACIONES DE PERFIL 4- 1
CLAUSULA 004.A Tipos de solución 4- 1
004.B Pendientes mínimas y máximas 4- 1
004.C Enlace entre pendientes 4- 2
004.D Espesores de relleno 4- 3
004.E Espesores de subrasante a rasante según el tipo de solución 4- 4

CAPITULO 2.01.01.005 ESPECIFICACIONES DE GALIBOS 5- 1
CLAUSULA 005.A Gálibos horizontales 5- 1
005.B Gálibos verticales 5- 7
005.C Gálibos en nichos 5-11

CAPITULO 2.01.01.006 ESPECIFICACIONES DE DIMENSIONAMIENTO Y LOCALIZACION DE REJILLAS DE VENTILACION NATURAL 6- 1
CLAUSULA 006.A Sistema de ventilación 6- 1
006.B Características de las rejillas 6- 2
006.C Areas por ventilar 6- 3
006.D Localización de rejillas 6- 3

SECCION 2.01.02 PROYECTO ARQUITECTONICO
CAPITULO 2.01.02.001 INTRODUCCION 1- 1
CAPITULO 2.01.02.001 ESTACIONES
CLAUSULA 002.A Generalidades 2- 1
002.B Clasificación de estaciones 2- 1
002.C Aspectos urbanos 2- 2
002.D Espacios internos 2- 3
002.E Instalaciones para el funcionamiento de las estaciones 2- 6
002.F Servicios 2- 8

CAPITULO 2.01.02.003 ESPACIOS ANEXOS
CLAUSULA 003.A Generalidades
003.B Locales de permanencias
003.C Centros de mantenimiento
003.D Puesto Central de Control (PCC)

CAPITULO 2.01.02.004 TALLERES
CLAUSULA 004.A Nave de depósito
004.B Nave de pequeña revisión
004.C Nave de vehículos auxiliares
004.D Fosa de revisión (vía de pruebas)
004.E Caseta de tracción
004.F Puesto de maniobras
004.G Nave de gran revisión
004.H Caseta de pilotaje automático
004.I Casetas de vigilancia

SECCION 2.01.03 MECANICA DE SUELOS
CAPITULO 2.01.03.001 INTRODUCCION
CAPITULO 2.01.03.002 EXPLORACION, MUESTREO Y PRUEBAS DE LABORATORIO
CLAUSULA 002.A Recopilación de la información disponible
002.B Reconocimiento del sitio
002.C Exploración del subsuelo
002.D Propiedades de los suelos
002.E Representación de los resultados de la exploración y muestreo
002.F Presentación de resultados de las pruebas de laboratorio

CAPITULO 2.01.03.003 CIMENTACIONES
CLAUSULA 003.A Solución superficial
003.B Solución en cajón subterráneo
003.C Solución en viaducto elevado
003.D Solución en túnel
003.E Estructuras afines

CAPITULO 2.01.03.004 EXCAVACIONES
CLAUSULA 004.A Taludes
004.B Estructuras de contención
004.C Estabilidad del fondo de las excavaciones
004.D Abatimiento del nivel freático

CAPITULO 2.01.03.005 RELLENOS Y TERRAPLENES
CLAUSULA 005.A En muretes de contención
005.B En muros laterales del cajón

CLAUSULA 005.C Sobre la losa superior del cajón 5- 1
005.D En irregularidades topográficas 5- 1
005.E Equipo de compactación 5- 1
005.F Tendido y compactación del material 5- 2
005.G Calidad de los materiales 5- 2

CAPITULO 2.01.03.006 SOLUCION EN TUNEL 6- 1
CLAUSULA 006.A Lumbreras 6- 1
006.B Túneles 6- 2

CAPITULO 2.01.03.007 INSTRUMENTACION 7- 1
CLAUSULA 007.A Solución superficial 7- 1
007.B Solución en cajón subterráneo 7- 1
007.C Solución en viaducto elevado 7- 2
007.D Solución en túnel 7- 3
007.E Instrumentación para estructuras afines al Metro 7- 5
007.F Movimientos del subsuelo por consolidación regional 7- 5

CAPITULO 2.01.03.008 PAVIMENTOS 8- 1
CLAUSULA 008.A Clasificación de pavimentos 8- 1
008.B Requisitos de diseño 8- 1
008.C Pavimentos flexibles 8- 1
008.D Pavimentos rígidos 8- 2
008.E Pavimentos de adoquín 8- 3
008.F Pavimento para la solución subterránea en cajón 8- 3
008.G Zonas de cruce con vías de ferrocarril, tren ligero, etc. 8- 3
008.H Materiales 8- 3

SECCION 2.01.04 PROYECTO ESTRUCTURAL
CAPITULO 2.01.04.001 INTRODUCCION 1- 1
CAPITULO 2.01.04.002 SOLICITACIONES 2- 1
CLAUSULA 002.A Consideraciones generales 2- 1
002.B Cargas muertas 2- 1
002.C Cargas vivas 2- 1
002.D Cargas accidentales 2- 7
002.E Otras solicitaciones 2- 7

CAPITULO 2.01.04.003 CRITERIOS DE ANALISIS 3- 1
CLAUSULA 003.A Soluciones de estructura superficial para el Metro 3- 1
003.B Estructuras para el Metro con solución en cajón subterráneo 3- 1
003.C Estructuras para el Metro con solución en túnel 3- 2
003.D Estructuras para el Metro con solución en viaducto elevado 3- 4
003.E Puentes vehiculares 3- 4
003.F Naves de talleres 3- 4
003.G Pasos peatonales 3- 4
003.H Edificaciones 3- 5

CAPITULO 2.01.04.004 CRITERIOS DE DISEÑO 4- 1
CLAUSULA 004.A Solución superficial para el Metro 4- 1
004.B Estructuras para el Metro con solución en cajón subterráneo 4- 1
004.C Estructuras para el Metro con solución en túnel 4- 1
004.D Estructuras para el Metro con solución en viaducto elevado 4- 2
004.E Puentes vehiculares 4- 2
004.F Naves de talleres 4- 2
004.G Pasos peatonales 4- 2
004.H Edificaciones 4- 2

PARTE 2.02 OBRA ELECTROMECANICA
SECCION 2.02.01 INSTALACIONES ELECTROMECANICAS

CAPITULO 2.02.01.001 INTRODUCCION 1- 1
CAPITULO 2.02.01.002 SIMBOLOGIA Y TERMINOLOGIA
CLAUSULA 002.A Definición de términos 2- 1
002.B Simbología 2- 4

CAPITULO 2.02.01.003 SISTEMAS DE TRACCION 3- 1
CLAUSULA 003.A Sistemas de alimentación en alta tensión 3- 1
003.B Subestaciones de rectificación 3- 3
003.C Sistema de distribución tracción 3- 8
003.D Sistema de tracción en talleres 3-14

CAPITULO 2.02.01.004 SISTEMAS ELECTRONICOS

CLAUSULA 004.A Señalización 4- 1
004.B Pilotaje automático 4-16
004.C Mando centralizado 4-20
004.D Sistema de peaje 4-39
004.E Sistema de alarmas 4-47
004.F Red de enlaces telefónicos directos 4-55
004.G Red telefónica de los trenes 4-59
004.H Sistema de megafonía 4-60
004.I Locales técnicos 4-63
004.J Proyectos complementarios 4-67
004.K Sistema de relojes en andenes 4-70

CAPITULO 2.02.01.005 SISTEMAS HIDRAULICOS Y SANITARIOS
CLAUSULA 005.A Estaciones 5- 1
005.B Tramos 5- 9
005.C Talleres 5-10

CAPITULO 2.02.01.006 SISTEMAS DE AIRE
CLAUSULA 006.A Estaciones 6- 1
006.B Talleres 6-14

CAPITULO 2.02.01.007 SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA INCENDIO
CLAUSULA 007.A Estaciones 7- 1
007.B Tramos 7- 2
007.C Talleres 7- 2

CAPITULO 2.02.01.008 CANALIZACIONES ELECTRICAS 8- 1
CLAUSULA 008.A Diseño de canalizaciones eléctricas en estaciones 8- 1
008.B Diseño de canalizaciones eléctricas en tramos 8- 7
008.C Diseño de canalizaciones eléctricas en talleres 8- 8

CAPITULO 2.02.01.009 SISTEMAS ELECTRICOS
CLAUSULA 009.A Descripción 9- 1
009.B Estaciones 9- 7
009.C Tramos 9-31
009.D Talleres 9-33

SECCION 2.02.02 VIAS PRINCIPALES
CAPITULO 2.02.02.001 INTRODUCCION 1- 1
CAPITULO 2.02.02.002 IMPLANTACION DE VIA
CLAUSULA 002.A Vía sobre balasto 2- 1
002.B Vía sobre concreto 2- 9
002.C Trabajos previos a la ejecución del proyecto de vía 2- 9
002.D Proyecto de implantación de vía-trazo 2- 9
002.E Proyecto de sobreelevaciones 2- 9
002.F Proyecto de implantación de vía-perfil 2-16
002.G Proyecto geométrico de losa para fijación de la vía 2-20
002.H Proyecto de distribución de durmientes y localización de juntas aislantes, cupones neutros, soldaduras, aparatos de dilatación y anclajes 2-21
002.I Proyecto de localización de anclajes, juntas aislantes, cupones neutros, soldaduras y aparatos de dilatación 2-22
002.J Proyecto de colocación y montaje de aparatos de cambio de vía 2-36

SECCION 2.02.03 VIAS SECUNDARIAS
CAPITULO 2.02.03.001 INTRODUCCION 1- 1
CAPITULO 2.02.03.002 IMPLANTACION DE VIA 2- 1
CLAUSULA 002.A Vía sobre balasto 2- 1
002.B Vía sobre concreto 2- 1
002.C Trabajos previos a la ejecución del proyecto de vía 2- 1
002.D Proyecto de implantación de vía-trazo 2- 1
002.E Proyecto de implantación de vía-perfil 2- 1
CLAUSULA 002.F Proyecto de distribución de durmientes, localización de juntas aislantes, soldaduras y juntas mecánicas, para vía sobre balasto 2- 1
002.G Proyecto de localización de anclajes, juntas aislantes, soldaduras y juntas mecánicas, para la fijación de la vía sobre la losa de concreto 2- 1
002.H Proyecto de colocación y montaje de aparatos de cambio de vía 2- 6

PARTE 2.03 MATERIAL RODANTE
SECCION 2.03.01 MATERIAL RODANTE SOBRE NEUMATICOS
CAPITULO 2.03.01.001 INTRODUCCION 1- 1
CAPITULO 2.03.01.002 GENERALIDADES 2- 1
CAPITULO 2.03.01.003 CONDICIONES DE SERVICIO 3- 1
CLAUSULA 003.A Efecto de las condiciones ambientales en la operación del material rodante 3- 1
003.B Características de la vía 3- 1
003.C Suministro de energía 3- 1

CAPITULO 2.03.01.004 CONDICIONES DE OPERACION
CLAUSULA 004.A Velocidad 4- 1
004.B Arranque 4- 1
004.C Frenado 4- 1
004.D Servicios y conducción del tren 4- 1

CAPITULO 2.03.01.005 CARACTERISTICAS GENERALES DEL MATERIAL RODANTE
CLAUSULA 005.A Descripción general 5- 1
005.B Dimensiones del material rodante 5- 1
005.C Peso del material rodante 5- 1

CAPITULO 2.03.01.006 CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS PRINCIPALES SISTEMAS DEL MATERIAL RODANTE
CLAUSULA 006.A La carrocería (cajas) 6- 1
006.B Bogies (carretillas) 6- 1
006.C Sistema de puertas 6- 2
006.D Sistema neumático 6- 3
006.E Equipos auxiliares 6- 3
006.F Equipos de seguridad y control 6- 3

CAPITULO 2.03.01.007 CONDICIONES PARA EL MANTENIMIENTO DEL MATERIAL RODANTE 7- 1
CAPITULO 2.03.01.008 PRUEBAS 8- 1
CLAUSULA 008.A Pruebas en el prototipo 8- 1

CLAUSULA 008.B Pruebas de fabricación tipo 8- 1
008.C Pruebas de fabricación en serie 8- 1
008.D Pruebas de recepción en fábrica 8- 1
008.E Pruebas para puesta en servicio del material rodante 8- 1

CAPITULO 2.03.01.009 GARANTIAS 9- 1
CLAUSULA 009.A Obligación del fabricante 9- 1

PARTE 2.04 OPERACION
SECCION 2.04.01 OPERACION EN LINEA
CAPITULO 2.04.01.001 INTRODUCCION 1- 1
CAPITULO 2.04.01.002 SIMBOLOGIA 2- 1
CAPITULO 2.04.01.003 CARACTERISTICAS GENERALES DE UNA LINEA
CLAUSULA 003.A Longitud de recorrido 3- 1
003.B Estaciones 3- 1

CAPITULO 2.04.01.004 CAPACIDAD DE TRANSPORTE 4- 1
CLAUSULA 004.A Determinación del número de trenes 4- 1
004.B Realización del intervalo mínimo 4- 1

CAPITULO 2.04.01.005 ANALISIS OPERATIVO DE LA LINEA 5- 1
CLAUSULA 005.A Análisis operativo preliminar 5- 1
005.B Análisis operativo definitivo 5- 1

SECCION 2.04.02 OPERACION EN ZONA DE MANIOBRAS
CAPITULO 2.04.02.001 INTRODUCCION 1- 1
CAPITULO 2.04.02.002 SIMBOLOGIA 2- 1
CAPITULO 2.04.02.003 SEÑALIZACION 3- 1
CLAUSULA 003.A Señalización de espaciamiento 3- 1
003.B Señalización de maniobras 3- 1

CAPITULO 2.04.02.004 PROGRAMA DE MANIOBRAS 4- 1
CLAUSULA 004.A Plano esquemático de vías 4- 1
004.B Condiciones de funcionamiento de itinerarios 4- 1
004.C Pupitre de mando 4- 3
004.D Tabla de telecontroles y enclavamientos 4- 3

CAPITULO 2.04.02.005 TERMINALES 5- 1
CLAUSULA 005.A Terminales provisionales 5- 1
005.B Terminales definitivas 5- 3

CAPITULO 2.04.02.006 VIAS "Y" Y "Z" 6- 1
CLAUSULA 006.A Vía "Y" 6- 1
006.B Vía "Z" 6- 1

CAPITULO 2.04.02.007 VIAS DE ENLACE 7- 1
CAPITULO 2.04.02.008 SERVICIOS PROVISIONALES 8- 1
CLAUSULA 008.A Elección de servicios provisionales 8- 1
008.B Diferentes tipos de servicio provisional 8- 1

SECCION 2.04.03 OPERACION EN NAVES DE DEPOSITO Y TALLERES
CAPITULO 2.04.03.001 INTRODUCCION 1- 1
CAPITULO 2.04.03.002 NAVES DE DEPOSITO 2- 1
CLAUSULA 002.A Diferentes tipos de estacionamiento 2- 1
002.B Disposición de aparatos de vía 2- 1
002.C Seguridad de movimientos de trenes 2- 1

CAPITULO 2.04.03.003 TALLERES 3- 1
CLAUSULA 003.A Talleres de pequeña revisión 3- 1
003.B Talleres de gran revisión 3- 1

PARTE 2.05 OBRAS INDUCIDAS
SECCION 2.05.01 INSTALACIONES HIDRAULICAS MUNICIPALES
CAPITULO 2.05.01.001 INTRODUCCION 1- 1
CAPITULO 2.05.01.002 SIMBOLOGIA 2- 1
CAPITULO 2.05.01.003 INTERFERENCIAS CON LA RED DE AGUA POTABLE 3- 1
CLAUSULA 003.A Líneas primarias 3- 1
003.B Líneas secundarias 3-17

CAPITULO 2.05.01.004 INTERFERENCIAS CON LA RED DE ALCANTARILLADO 4- 1
CLAUSULA 004.A Colectores 4- 1
004.B Atarjeas 4-24

CAPITULO 2.05.01.005 PROYECTOS ESPECIALES 5- 1
CLAUSULA 005.A Drenaje pluvial en entronques viales 5- 1
005.B Cárcamos de bombeo 5- 3
005.C Adecuación de pozos 5- 6

SECCION 2.05.02 DESVIOS DE TRANSITO
CAPITULO 2.05.02.001 INTRODUCCION 1- 1
CAPITULO 2.05.02.002 GENERALIDADES 2- 1
CLAUSULA 002.A Definición 2- 1
002.B Objetivos 2- 1
002.C Estructura vial 2- 1
002.D Flujos vehicular y peatonal 2- 2
002.E Dispositivos para el control de tránsito 2- 3

CAPITULO 2.05.02.003 ESTUDIOS PREVIOS 3- 1
CLAUSULA 003.A Trabajos de campo 3- 1
003.B Trabajos de gabinete 3- 2

CAPITULO 2.05.02.004 ESPECIFICACIONES
CLAUSULA 004.A Por tipo de desvío 4- 1
004.B Por la obra del Metro 4- 2

CAPITULO 2.05.02.005 REPRESENTACION GRAFICA 5- 1
CLAUSULA 005.A Planos 5- 1
005.B Boletines 5- 1

CAPITULO 1.01.01.001
INTRODUCCION

001.A ALCANCE

001.A.01 El Departamento del Distrito Federal a través de la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano, órgano desconcentrado del propio Departamento, expide las presentes "Especificaciones para el Proyecto y Construcción de las Líneas del Metro de la Ciudad de México", con fundamento en la Ley de Obras Públicas que prevé que las dependencias y entidades del Gobierno Federal participen en el control de las obras, para cuyo efecto, deberán elaborar normas y procedimientos específicos.

001.A.02 Con esta disposición, la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano, que en lo sucesivo se denominará COVITUR, se abocó a la tarea de elaborar estas especificaciones, tomando como base, las Especificaciones existentes de calidad de materiales, productos y procesos constructivos que fueron elaboradas durante las diferentes etapas de construcción de las ampliaciones y líneas nuevas del Metro.

001.B CONTENIDO

001.B.01 En este Libro se señalan las bases fundamentales para la adjudicación de contratos de obra pública; se aclaran los términos de contratación, de la ejecución, estimación y forma de pago de las obras, y asimismo, se mencionan algunas consideraciones del contenido técnico de las Especificaciones y precisa el significado convencional de los términos usados comúnmente en las Especificaciones para el Proyecto y Construcción de las Líneas del Metro de la Ciudad de México.

001.B.02 El objetivo de este Libro es complementar las estipulaciones contenidas en los contratos, sobre la base de establecer en los aspectos previsibles, además de los lineamientos que se marcan en las declaraciones y cláusulas de los contratos, las obligaciones que deberán normar la actuación de las partes contratantes.

001.C REFERENCIAS

001.C.01 Las disposiciones, requisitos, condiciones e instrucciones que COVITUR tiene establecidos para la ejecución de las obras del Metro, cumplen con las leyes y ordenamientos que el Gobierno Federal ha puesto en vigor para la ejecución de las obras públicas, por lo que las Especificaciones de este libro relativas a contratación, se han fundamentado en las leyes siguientes:

a) Ley de Obras Públicas, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 1980.

b) Reforma y adición a la Ley de Obras Públicas, publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 28 de diciembre de 1983.

c) Reformas y adiciones a la Ley de Obras Públicas, publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 31 de diciembre de 1984.

d) Adición a la Ley de Obras Públicas, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de enero de 1986.

e) Reglamento de la Ley de Obras Públicas, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 13 de febrero de 1985.

f) Reglas Generales para la Contratación y Ejecución de Obras Públicas y de Servicios, relacionadas con las mismas Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal, publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 8 de enero de 1982.

g) Oficio circular en el que se dan a conocer los modelos de contratos de obras públicas en base a precios unitarios; así como a precio alzado y de servicios, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de abril de 1986.

h) Lineamiento para la integración de precios unitarios y del procedimiento para el ajuste de los mismos, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 15 de octubre de 1982.

i) Lineamiento para la integración de precios unitarios y del procedimiento para el ajuste de los mismos, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 6 de julio de 1983.

001.C.02 Cuando el Gobierno Federal modifique las leyes de obra pública, indicadas en 001.C.01, que sirvieron de fundamento a estas Especificaciones, deberá cancelarse la parte de las especificaciones que se contraponga con las modificaciones de la ley, ya que en todo momento las Especificaciones deben cumplir con las leyes vigentes publicadas en el Diario Oficial de la Federación.

001.C.03 Las Especificaciones en su parte técnica se basan en primer lugar en las Normas Generales de Construcción (NGC) del Departamento del Distrito Federal (DDF); a falta de éstas, se recurre a las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, a las normas y/o especificaciones de entidades u organismos nacionales y por último, a normas de organismos extranjeros.

CAPITULO 1.01.01.002
ADJUDICACION DE CONTRATOS

002.A DESCRIPCION

002.A.01 En este capítulo se trata lo relativo a los procedimientos generales mediante los cuales COVITUR otorga los contratos.

002.A.02 Los contratos podrán ser de servicios profesionales de investigación, consultoría y asesoría especializadas; de estudios y proyectos para cualquiera de las fases del Metro, así como de construcción, instalación, conservación, mantenimiento, reparación y demolición de los bienes inmuebles y muebles relacionados con el Metro, incluyendo la dirección y supervisión de obra.

002.A.03 Los contratos de obras públicas del Metro se adjudicarán o llevarán a cabo a través de licitaciones, mediante convocatoria pública para que libremente se presenten proposiciones solventes, en sobre cerrado que será abierto públicamente, a fin de asegurar a COVITUR las mejores condiciones disponibles en cuanto a precio, calidad, financiamiento, oportunidad y demás circunstancias pertinentes, como lo establece la Ley de Obras Públicas.

002.B DEL PADRON DE CONTRATISTAS DE OBRAS PUBLICAS

002.B.01 La Secretaría de Programación y Presupuesto constituirá el Padrón de Contratistas de Obras Públicas y fijará los criterios y procedimientos para clasificar a las personas inscritas en él, de acuerdo con su especialidad, capacidad técnica y económica y su ubicación en el país, y hará del conocimiento de las dependencias, entidades y del público en general, a las personas registradas en el Padrón.

002.B.02 COVITUR sólo podrá celebrar contratos de obra pública con las personas inscritas en el Padrón y cuyo registro esté vigente.

002.C ADJUDICACION DE CONTRATOS POR CONCURSO

002.C.01 Las personas físicas o morales que participen en la contratación de obras públicas, lo harán siempre y cuando: posean plena capacidad para celebrar los contratos respectivos, de conformidad con las disposiciones legales que regulan su objeto social o constitución; se encuentren inscritos y con registro vigente en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas; y satisfagan los demás requisitos que establece la Ley de Obras Públicas y su Reglamento.

002.C.02 CONCURSO

Es el procedimiento mediante el cual COVITUR adjudicará los contratos de las obras del Metro, e incluye las siguientes etapas: la convocatoria, inscripción de contratistas, entrega del pliego de requisitos, apertura de proposiciones, dictamen y fallo, y en su caso, firma de contrato.

002.C.03 CONVOCATORIA

002.C.03.a En la convocatoria COVITUR dará a conocer públicamente las obras que realizará, a fin de que los contratistas interesados en llevarlas a cabo se registren y aporten los datos que COVITUR requiera.

002.C.03.b Las convocatorias, que podrán referirse a una o varias obras, o bien a todas las que se lleven a cabo dentro de un periodo determinado, se publicarán en uno de los diarios de mayor circulación en el país y simultáneamente, cuando menos, en uno de los del Distrito Federal.

002.C.03.c En las convocatorias se darán a conocer a los contratistas: los datos y características generales de los trabajos por ejecutar y su ubicación; información y requisitos que deberán cumplir los interesados; porcentaje que se otorgará por concepto de anticipos; el plazo para la inscripción en el proceso de adjudicación; fechas aproximadas en que se ejecutarán las obras; lugar, fecha y hora en que se celebrará el acto de apertura de proposiciones; la especialidad que se requiere para participar en el concurso de acuerdo al Padrón de Contratistas; y los criterios conforme a los cuales se decidirá la adjudicación.

002.C.03.d Los interesados deberán cumplir con los requisitos siguientes:

1. Disponer del capital contable mínimo requerido.

2. Presentar su registro en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas, o cuando sea el caso, la documentación a que se refieren los Artículos 19 y 20 del Reglamento de Obras Públicas, relativos a la situación de la solicitud de inscripción en el Padrón de Contratistas, publicado el 13 de febrero de 1985 en el Diario Oficial de la Federación.

3. El testimonio del acta constitutiva de la empresa y modificaciones en su caso, según su naturaleza jurídica.

4. Presentar el registro actualizado de la cámara de la industria que le corresponda.

5. Una relación de los contratos de obras en ejecución que tengan celebrados tanto con la Administración Pública como con particulares, señalando el importe total contratado y el importe por ejercer, desglosado por anualidades.

6. Demostrar su capacidad técnica.

7. Presentar la declaración escrita, bajo protesta de decir verdad, de no encontrarse impedidos de presentar propuestas ni celebrar contrato alguno de obra pública, de acuerdo a las disposiciones del Artículo 37 de la Ley de Obras Públicas.

002.C.03.e Habiéndose satisfecho los requisitos anteriores y el relativo a la especialidad requerida y después de haber pagado el costo de la documentación e información necesaria para preparar su proposición, el interesado quedará inscrito y tendrá derecho a presentarla.

002.C.03.f Todo interesado que satisfaga los términos de la convocatoria tendrá derecho a presentar proposiciones.

002.C.03.g En el ejercicio de sus respectivas atribuciones la Secretaría de la Contraloría General de la Federación y la Contraloría General del Departamento del Distrito Federal podrán intervenir en todo el proceso de adjudicación del contrato.

002.C.04 INFORMACION A CONCURSANTES

002.C.04.a La información y documentación que COVITUR proporcionará a los interesados en los concursos de las obras del Metro, se encuentran indicados en la convocatoria y en el pliego de requisitos y sus apéndices.

002.C.04.b En el pliego de requisitos, COVITUR establecerá las bases conforme a las cuales deberán formularse y presentarse las proposiciones.

002.C.04.c Son apéndice del pliego de requisitos y forman parte de éste, entre otros, los documentos que se detallan a continuación:

1. Origen de los fondos para realizar los trabajos y el importe estimado en el primer ejercicio, en el caso de obras que rebasen un ejercicio presupuestal.

2. Importe de la garantía de seriedad de la proposición y porcentaje del o de los anticipos sobre el importe a contratar.

3. Lugar, fecha y hora para las visitas al sitio de realización de los trabajos.

4. Fecha de inicio de los trabajos y fecha estimada de terminación.

5. Proyectos arquitectónicos y de ingeniería que se requieran para preparar la proposición; normas de calidad de los materiales y especificaciones de construcción aplicables; catálogos de concepto de trabajo, de los cuales se deberá presentar el análisis y la relación de los costos básicos de materiales, obra de mano y maquinaria de construcción que intervienen en los análisis anteriores.

6. Relación de materiales y equipos de instalación permanente, que en su caso, proporcione COVITUR.

7. Modelo de contrato.

002.C.05 DOCUMENTACION MINIMA DE CONCURSANTES A COVITUR

002.C.05.a COVITUR solicitará como mínimo a los interesados en participar en los concursos de las obras del Metro, la siguiente información y documentación, que se deberá presentar en el acto de apertura de las proposiciones.

1. Copia de la escritura constitutiva de la sociedad concursante.

2. Registro en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas y constancia de vigencia.

3. Documento que acredite la personalidad del concursante o de su representante.

4. Manifestación escrita de conocer el sitio de los trabajos.

5. Garantía de seriedad y carta compromiso de la proposición.

6. Catálogo de conceptos, unidades de medición, cantidades de obra, precios unitarios propuestos, importes parciales y el total de la proposición.

7. Datos básicos de costos: de materiales, de obra de mano, y horarios de maquinaria de construcción.

8. Análisis de precios unitarios de los conceptos de trabajos solicitados.

9. Costos indirectos, que amparan los que estén representados como un porcentaje del costo directo.

10. Programa de ejecución de los trabajos.

11. Relación de maquinaria y equipo de construcción, indicando si es de su propiedad y su ubicación física.

12. Programa de utilización de la maquinaria y equipo de construcción.

002.C.05.b Tratándose de propuestas que presenten concursantes extranjeros, éstos deberán acreditar que la integración de las mismas partió de iguales condiciones en cuanto a precio, costo, financiamiento, oportunidad y demás que resulten pertinentes, de las que hubieran servido a los nacionales para integrar las suyas.

002.C.06 APERTURA DE PROPOSICION

002.C.06.a COVITUR invitará al acto de apertura de proposiciones en la cámara de la industria que corresponda, a las dependencias que conforme a sus atribuciones deban asistir, así como a otros servidores públicos o representantes del sector privado que considere conveniente, con una anticipación no menor de cinco días hábiles a la fecha del acto.

002.C.06.b El acto de presentación y apertura de proposiciones será presidido por el funcionario que designe COVITUR y se llevará a cabo en la forma siguiente:

1. Se iniciará en la fecha, lugar y hora señalados. Los concursantes al ser nombrados entregarán su proposición y demás documentación requerida en un sobre cerrado en forma inviolable.

2 Se procederá a la apertura de los sobres y no se dará lectura a la postura económica de aquellas proposiciones que no contengan todos los documentos o hayan omitido algún requisito, las que serán desechadas.

3. El funcionario de COVITUR que presida el acto leerá en voz alta, cuando menos los montos totales de cada una de las proposiciones admitidas.

4. Los participantes en el acto rubricarán todos los documentos de las proposiciones en que se consignen los precios y el importe total de los trabajos motivo del concurso.

5. Se entregará a todos los concursantes un recibo por la garantía otorgada.

6. Se levantará el acta correspondiente en la que se hará constar las proposiciones recibidas, sus importes, así como las que hubieren sido rechazadas y las causas que motivaron el rechazo; el acta será firmada por todos los participantes y se entregará a cada uno una copia de la misma. Se informará a los presentes la fecha, lugar y hora en que se dará a conocer el fallo; esta fecha deberá quedar comprendida dentro de un plazo que no excederá de veinte días hábiles, contados a partir de la fecha de apertura de proposiciones. La omisión de firma por parte de los concursantes, no invalidará el contenido y los efectos del acta.

7. Si no se recibe proposición alguna o todas las presentadas fueran desechadas, se declarará desierto el concurso, situación que quedará asentada en el acta.

002.C.07 ANALISIS Y FALLO DE PROPOSICIONES

002.C.07.a COVITUR analizará en forma comparativa las proposiciones admitidas y verificará que las mismas cumplan con todos los requisitos solicitados.

002.C.07.b Como resultado del análisis anterior COVITUR emitirá un dictamen que servirá como fundamento para que el titular de COVITUR, o el servidor público en quien haya delegado esta facultad, emita el fallo correspondiente.

002.C.07.c En el dictamen se asentará cuáles proposiciones fueron rechazadas, indicando las razones que motivaron dicho rechazo, así como la persona que de entre los proponentes reúna las condiciones necesarias que garanticen satisfactoriamente el cumplimiento del contrato y la ejecución de la obra que haya presentado la postura más baja. Se darán a conocer los lugares que ocuparon los demás participantes cuyas propuestas sean convenientes, señalando el monto de las mismas.

002.C.07.d En el caso de que todas las proposiciones fueran rechazadas, se declarará desierto el concurso.

002.C.07.e COVITUR dará a conocer el fallo del concurso de que se trate, en el lugar, fecha y hora señalados para tal efecto, declarando cuál concursante fue seleccionado para ejecutar los trabajos objeto del concurso y le adjudicará el contrato correspondiente. A este acto serán invitadas todas las personas que hayan participado en la presentación y apertura de proposiciones. Para constancia de fallo se levantará una acta, la cual firmarán los asistentes, a quienes se les entregará copia de la misma, conteniendo además de la declaración anterior, los datos de identificación del concurso y de los trabajos objeto del mismo; lugar, fecha y hora en que se firmará el contrato respectivo en los términos de la Ley de Obras Públicas, y la fecha de iniciación de los trabajos. La omisión de firma por parte de los concursantes no invalidará el contenido y efectos del acta.

002.C.07.f Las garantías para el sostenimiento de las proposiciones presentadas por los concursantes serán devueltas en el acto del fallo, excepto aquélla que corresponda al postor a quien se haya adjudicado el contrato, la que se retendrá hasta el momento en que el Contratista constituya la garantía de cumplimiento correspondiente, y en su caso, la garantía del anticipo.

002.C.07.g En el supuesto de que el postor a quien se haya adjudicado el contrato no se encuentre presente, se le notificará por escrito, anexando copia del acta de fallo.

002.C.07.h El concursante a quien se adjudique el contrato deberá entregar, según el caso:

1. Los análisis de precios que complementen la totalidad de los conceptos del catálogo proporcionado, en un plazo no mayor de diez días hábiles contados a partir de la fecha del fallo.

2. El programa de ejecución de los trabajos detallados por conceptos, consignando por periodos las cantidades por ejecutar e importes correspondientes y el programa de utilización de materiales y equipos que en su caso proporcione COVITUR; dichos programas deberán entregarse a la firma del contrato.

002.C.07.i Cuando por circunstancias imprevisibles COVITUR se encuentre imposibilitada para dictar el fallo en la fecha prevista en el acto de presentación de proposiciones, podrá diferir por una sola vez su celebración, debiendo comunicar previamente a los interesados e invitados la nueva fecha que hubiere fijado, la que en todo caso quedará comprendida dentro de los 20 días hábiles siguientes, contados a partir de la fecha fijada en primer término.

002.D DE LOS SERVICIOS RELACIONADOS CON LAS OBRAS DEL METRO

002.D.01 COVITUR podrá contratar servicios relacionados con las obras públicas, siempre que se trate de servicios profesionales de investigación, consultoría y asesoría especializados, estudios y proyectos para cualesquiera de las fases de las obras del Metro, así como de supervisión.

002.D.02 Los contratos podrán adjudicarse directamente bajo la responsabilidad de COVITUR, quedando en lo demás sujetos a las disposiciones de la Ley de Obras Públicas y a las que de ella se deriven.

CAPITULO 1.01.01.003
CONTRATO DE OBRA

003.A DESCRIPCION

003.A.01 El contrato de obra es un documento en el que se precisan los derechos y obligaciones que recíprocamente contraen COVITUR, como contratante y la persona física o moral como Contratista, ya sea para la prestación de un servicio técnico profesional o para la ejecución de una obra determinada, que se efectuarán de acuerdo con lo pactado en el mismo. Se establecerán en el proyecto, las Especificaciones para Proyecto y Construcción de las Líneas del Metro, el programa de trabajo, y los montos mensuales de obra y de utilización de equipo aprobadas. El contrato podrá ser a precio alzado o en base a precios unitarios.

003.B FIRMA DEL CONTRATO

003.B.01 La adjudicación del contrato obliga a COVITUR y a la persona en quien recayó dicha adjudicación a celebrar el contrato respectivo.

003.B.02 COVITUR informará a la Secretaría de Programación y Presupuesto, sobre la adjudicación y firma del contrato.

003.B.03 El contrato será firmado por el servidor público facultado para ello y por el Contratista, en la fecha establecida en la adjudicación o bien dentro de los 20 días hábiles siguientes al de la adjudicación.

003.B.04 Si el interesado no firmase el contrato perderá en favor de COVITUR la garantía que otorgó al presentar su proposición, y COVITUR podrá, sin necesidad de un nuevo procedimiento, adjudicar el contrato al participante que ocupó el siguiente lugar, en los términos del Artículo 36 de la Ley de Obras Públicas y de su propuesta, y así sucesivamente.

003.B.05 Si COVITUR no firmase el contrato respectivo dentro de los 20 días hábiles siguientes al de la adjudicación, el Contratista favorecido, sin incurrir en responsabilidad, podrá determinar no ejecutar la obra. En este supuesto, COVITUR deberá regresarle la garantía otorgada para el sostenimiento de su proposición e indemnizarle de los gastos no recuperables en que hubiere incurrido el Contratista para preparar y elaborar su propuesta.

003.B.06 El contrato no surtirá efecto sino hasta que sea exhibida la fianza respectiva a satisfacción de COVITUR y que sea otorgada en los términos estipulados en la Ley de Obras Públicas. Si la fianza no cumple con estos requisitos dentro del plazo indicado, el contrato no se formalizará y, en su caso, el Contratista perderá en favor de COVITUR el monto de la garantía entregada con su proposición.

003.C MODELOS DE CONTRATOS

003.C.01 Cuando el contrato se adjudique, su formalización se hará conforme al modelo que en su oportunidad proporcionará COVITUR.

003.C.02 Los modelos de contratos corresponden a los establecidos en la Sección 3 de las Reglas Generales para la Contratación y Ejecución de Obras Públicas, que fueron publicados en el Diario Oficial de la Federación el 21 de abril de 1986.

003.C.03 En estos contratos COVITUR ha incorporado modalidades que tienden a garantizar las mejores condiciones para la ejecución de la obra.

003.D LICENCIAS Y PERMISOS

003.D.01 De acuerdo con los Artículos 29 Bis de la Ley de Obras Públicas y 14 del Reglamento de la misma Ley, COVITUR y los contratistas con quienes contrate para la realización de las obras del Metro, deberán tramitar y obtener de las autoridades competentes los permisos, licencias y demás autorizaciones que se requieran y observar las disposiciones que rijan en materia de construcción, debiendo cumplir con los requisitos técnicos y las normas que para las obras públicas establezca el citado Reglamento, incluyendo las de seguridad que deban observarse en la ejecución de las obras.

003.E PATENTES Y REGISTROS

003.E.01 En la ejecución de los trabajos objeto del contrato, el Contratista será el único responsable del empleo que se haga de cualquier proyecto, inventos, materiales o procedimientos patentados. Si el Contratista hiciera uso de los antes mencionados, sin haber obtenido previamente el permiso correspondiente del dueño de las patentes, pagará por su cuenta o por la de su fiador, la indemnización que le sea reclamada, sin responsabilidad para COVITUR, debiendo además indemnizar a ésta si le resultasen daños o perjuicios por el uso indebido de patentes, bien sea antes o después de la terminación de las obras.

003.F PREFERENCIA DOMESTICA

003.F.01 El Contratista, en función de la naturaleza de las obras, deberá seleccionar materiales, productos y equipos de tecnología nacional, así como aplicar los avances y procedimientos tecnológicos nacionales que satisfagan los requerimientos técnicos y económicos del proyecto.

003.G PRECAUCIONES SANITARIAS

003.G.01 El Contratista deberá observar las leyes y reglamentos federales, estatales o municipales vigentes relativos a sanidad, y deberá tomar todas aquellas precauciones que sean necesarias para evitar que se produzcan condiciones insalubres, en sus campamentos y/o zonas de trabajo, así como dotar a su personal de los medios para protegerse en los casos en que el trabajo presente condiciones peligrosas para la salud. Deberá así mismo tomar las medidas necesarias para la preservación del ambiente.

003.H PREVENCION DE ACCIDENTES Y SEGURIDAD EN GENERAL

003.H.01 En todo tiempo el Contratista deberá tomar precauciones razonables en la obra, para procurar seguridad a los trabajadores y personas en general, observando las medidas que fijan las leyes para evitar y prevenir accidentes, y aquéllas otras que indique el Representante y que para el caso particular resulten necesarias. En lo que respecta al tránsito de vehículos, deberá mantener abiertas las vialidades que estén sujetas a interferencia por las obras, o construir las desviaciones necesarias, las cuales deberá definir convenientemente mediante el suministro, colocación y mantenimiento del señalamiento adecuado, tomando las precauciones para la protección de trabajadores y público en general, y construyendo pasos provisionales para peatones. Así mismo colocará bandereros suficientes para el cuidado del tránsito y los peatones. El Representante podrá, si lo juzga conveniente, exigir dispositivos de señalamiento adicionales, ya que en todo caso, es responsabilidad del Contratista el mantener en buenas condiciones, funcionando y siempre visibles, los dispositivos de señalamiento y seguridad.

003.I RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA

003.I.01 El Contratista será el único responsable de la ejecución de los trabajos y deberá sujetarse a todos los reglamentos y ordenamientos de las autoridades competentes en materia de construcción, control ambiental, seguridad y uso de la vía pública, así como a las disposiciones establecidas para tal efecto por COVITUR para la ejecución de sus trabajos, para lo cual se obliga a obtener el instructivo correspondiente.

003.I.02 Cuando el Contratista haya realizado trabajos que no estén de acuerdo con lo estipulado en el contrato o que sean diferentes a lo ordenado por escrito por COVITUR, ésta ordenará su reparación o reposición inmediata, con los trabajos adicionales que resulten necesarios, y que hará por su cuenta el Contratista sin que tenga derecho a retribución adicional alguna por ello. COVITUR, si lo estima necesario, podrá ordenar la suspensión total o parcial de los trabajos contratados, en tanto no se lleven a cabo dichas obras y sin que esto sea motivo para ampliar el plazo señalado para su terminación.

003.I.03 Si el Contratista realiza trabajos por un monto mayor que el indicado, independientemente de la responsabilidad en que incurra por la ejecución de los trabajos excedentes, no tendrá derecho a reclamar pago alguno por ello.

003.I.04 El Contratista será responsable de los daños y perjuicios que cause a COVITUR o a terceras personas con motivo de la ejecución de los trabajos, por no ajustarse a lo estipulado en el contrato, por inobservancia de las instrucciones dadas por escrito por COVITUR, o por violación a las leyes y reglamentos aplicables.

003.I.05 El Contratista también será responsable de los materiales, dispositivos de instalación y equipos que suministre COVITUR desde el momento en que le sean entregados hasta la recepción de la obra por COVITUR y en caso de extravío o deterioro, daño, menoscabo o inutilización por manejo o almacenamiento descuidado o inadecuado, COVITUR hará la reposición de dichos materiales, dispositivos o equipos a expensas del Contratista.

003.I.06 Los riesgos, la conservación y la limpieza de los trabajos hasta el momento de su entrega a COVITUR, correrán a cargo del Contratista.

003.I.07 Cuando aparecieren defectos o vicios en los trabajos dentro del año siguiente a la fecha de recepción de los mismos por parte de COVITUR, ésta ordenará su reparación o reposición inmediata, lo que hará por su cuenta el Contratista, sin que tenga derecho a retribución por ello; si el Contratista no atendiera los requerimientos de COVITUR, ésta podrá encomendar a un tercero o hacer directamente la reparación o reposición de que se trate, en los términos de las disposiciones legales aplicables, con cargo al Contratista.

CAPITULO 1.01.01.004
ASPECTOS LEGALES DEL CONTRATISTA Y ACTUACION DE LAS PARTES

004.A DESCRIPCION

004.A.01 En este Capítulo se tratarán los aspectos legales del Contratista y la actuación de las partes para contratos celebrados a precio alzado y en base a precios unitarios; en él, la materia de los contratos de obra pública se denominará "los trabajos".

004.B DE LOS CONTRATISTAS

004.B.01 El Contratista deberá acreditar que tiene capacidad jurídica para contratar y obligarse, y que su registro en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas se encuentra vigente.

004.B.02 El Contratista declara que conoce plenamente el contenido de la Ley de Obras Públicas, su Reglamento y las Reglas Generales para la Contratación y Ejecución de Obras Públicas y de Servicios relacionados con las mismas; así como las normas y especificaciones vigentes de la obra, el proyecto, el programa de trabajo, los montos mensuales de obra derivados del contrato y el documento en que se consignan los precios unitarios y las cantidades de trabajo aproximadas, que, como anexos debidamente firmados por las partes, forman parte integrante del contrato respectivo.

004.B.03 El Contratista declara que ha inspeccionado debidamente el sitio de la obra objeto del contrato, a fin de considerar todos los factores que intervienen en su ejecución.

004.C PLANOS, ESPECIFICACIONES Y PROGRAMAS

004.C.01 El Contratista se obliga a realizar los trabajos objeto del contrato de conformidad con las normas de construcción y en su caso con las especificaciones para la obra vigentes en COVITUR, y con los planos y demás documentos que constituyan el proyecto, así como con lo estipulado en las cláusulas 004.F y 004.G de este Capítulo.

004.C.02 Las especificaciones para los trabajos y el programa firmado por las partes, junto con los planos y demás documentos que constituyan el proyecto y las normas de construcción que se consignan en relación anexa al contrato, forman parte integrante del mismo.

004.D TRABAJOS EXTRAORDINARIOS

004.D.01 Cuando a juicio de COVITUR, sea necesario llevar a cabo trabajos extraordinarios que no estén comprendidos en el proyecto, se procederá en la forma señalada en los incisos siguientes:

004.D.02 TRABAJOS A PRECIO ALZADO

004.D.02.a Trabajos extraordinarios a precio alzado

004.D.02.a.01 El Contratista, a requerimiento de COVITUR y dentro del plazo que ésta señale, someterá a su consideración el precio alzado que estime procedente para los trabajos extraordinarios, debiendo resolver COVITUR en un plazo no mayor de 30 días calendario. Si ambas partes llegasen a un acuerdo, el Contratista se obliga a ejecutar los trabajos extraordinarios conforme al precio acordado.

004.D.02.a.02 En caso de no llegar a un acuerdo, se procederá conforme a lo previsto en el párrafo 004.D.02.b.

004.D.02.b Trabajos extraordinarios a base de precios unitarios

004.D.02.b.01 Se aplicará el contenido del párrafo 004.D.02.a.01, para precios unitarios.

004.D.02.b.02 Si no fuera posible determinar los precios unitarios en la forma establecida en el párrafo anterior, COVITUR aplicará los precios unitarios contenidos en sus tabuladores vigentes, o en su defecto, para calcular los precios, tomará en cuenta los elementos que sirvieron de base para formular los precios de su tabulador. En uno y otro caso el Contratista estará obligado a respetar los nuevos precios.

004.D.02.b.03 En caso de que el Contratista no presente oportunamente la proposición de precios a que se refiere 004.D.02.b.01, o no sea aplicable el procedimiento previsto en 004.D.02.b.02 de este inciso, o bien, no lleguen las partes a un acuerdo respecto a los citados precios, COVITUR podrá ordenarle la ejecución de los trabajos extraordinarios, cubriéndole los gastos directos, sus indirectos, su utilidad y el importe de las demás obligaciones que el mismo contrae en los términos del contrato, aplicándole los precios unitarios analizados por observación directa, previo acuerdo entre las partes sobre el procedimiento constructivo, el equipo, personal, etc., que intervendrán en dichos trabajos.

004.D.02.c Con el fin de que COVITUR pueda verificar que los trabajos extraordinarios se realicen en forma eficiente y acorde con sus necesidades, el Contratista preparará y someterá a la aprobación de aquélla, los planes y programas de ejecución respectivos. En el caso de trabajos extraordinarios, desde su iniciación, el Contratista deberá ir comprobando y justificando mensualmente los costos directos ante el Representante de COVITUR, para formular los documentos de pago a que se refiere la cláusula 006.A, de esta Sección.

004.D.02.d La organización y dirección de los trabajos extraordinarios, así como la responsabilidad por la ejecución eficiente y correcta de los trabajos y los riesgos inherentes a los mismos, estará a cargo del Contratista.

004.D.02.e COVITUR dará por escrito al Contratista la orden de trabajo correspondiente. En tal caso, los conceptos, sus especificaciones y los precios unitarios respectivos quedarán incorporados al contrato para todos sus efectos, en los términos del documento que se suscriba.

004.D.03 CONTRATOS EN BASE A PRECIOS UNITARIOS

Los precios unitarios para los trabajos extraordinarios, se determinarán en la siguiente forma.

004.D.03.a Si existen conceptos y precios unitarios estipulados en el contrato que sean aplicables a los trabajos de que se trate, COVITUR estará facultada para ordenar al Contratista su ejecución y éste se obliga a realizarlos conforme a dichos precios.

004.D.03.b Si para estos trabajos no existiesen conceptos ni precios unitarios en el contrato y COVITUR considerara factible determinar los nuevos precios con base en los elementos contenidos en los análisis de los precios ya establecidos en el contrato, procederá a determinar los nuevos con la intervención del Contratista y éste estará obligado a ejecutar los trabajos conforme a tales precios.

004.D.03.c Si no fuera posible determinar los nuevos precios unitarios en la forma establecida en los incisos anteriores, COVITUR aplicará los precios unitarios contenidos en sus tabuladores en vigor o en su defecto, para calcular los nuevos precios tomará en cuenta los elementos que sirvieron de base para formular los precios de tabulador. En uno y otro caso el Contratista estará obligado a ejecutar los trabajos, conforme a los nuevos precios.

004.D.03.d Si no fuera posible determinar los nuevos precios unitarios en la forma establecida en los párrafos anteriores de este inciso, el Contratista, a requerimiento de COVITUR y dentro del plazo que ésta señale, someterá a la consideración de ésta los nuevos precios unitarios, acompañados de sus respectivos análisis, en la inteligencia de que, para la fijación de estos precios deberá aplicar el mismo criterio que hubiera seguido para la determinación de los precios unitarios establecidos en el contrato, debiendo resolver COVITUR en un plazo no mayor de 30 días calendario. Si ambas partes llegasen a un acuerdo, el Contratista se obliga a ejecutar los trabajos extraordinarios conforme a dichos precios unitarios.

004.D.03.e En caso de que el Contratista no presente oportunamente la proposición de precios a que se refiere el párrafo anterior, o bien, no llegaran las partes a un acuerdo respecto a los citados precios, COVITUR podrá ordenarle la ejecución de los trabajos extraordinarios, aplicándole precios unitarios analizados por observación directa, en los términos de la sección correspondiente, de las Reglas Generales para la Contratación y Ejecución de Obras Públicas y de Servicios relacionadas con las mismas para las dependencias y entidades de la administración pública federal, previo acuerdo entre las partes sobre el procedimiento constructivo, equipo, personal, etc., que intervendrán en estos trabajos.

004.D.03.f Son aplicables las disposiciones de los párrafos 004.D.02.c, 004.D.02.d y 004.D.02.e de este Capítulo, tomando en cuenta lo establecido en la cláusula 005.B de esta Sección.

004.D.04 TRABAJOS EXTRAORDINARIOS EJECUTADOS POR TERCERAS PERSONAS

Si COVITUR no opta por ninguna de las soluciones señaladas en los incisos 004.D.02 y 004.D.03 de este Capítulo, podrá encomendar la ejecución de los trabajos extraordinarios a terceras personas, conforme a las disposiciones legales relativas.

004.E SUPERVISION DE LOS TRABAJOS

004.E.01 COVITUR a través del o de los Representantes que para tal efecto designe, tendrá el derecho de supervisar en todo tiempo los trabajos objeto del contrato y dar al Contratista por escrito, las instrucciones que estime pertinentes, relacionadas con su ejecución en la forma convenida y con las modificaciones que en su caso ordene COVITUR; asimismo, realizará la inspección de todos los materiales que vayan a usarse en la ejecución de los trabajos, ya sea en el sitio de éstos o en los lugares de adquisición o fabricación.

004.E.02 Por su parte, el Contratista se obliga a tener un Residente en el lugar de los trabajos, por todo el tiempo que dure su ejecución, quien deberá conocer el proyecto, las normas y las especificaciones y estar facultado para ejecutar los trabajos a que se refiere el contrato, así como para aceptar u objetar dentro de plazo convenido, las estimaciones de trabajo, los documentos de pago o la liquidación total que se formulen, y en general para actuar a nombre y por cuenta del Contratista en todo lo referente al contrato. El Residente, previamente a su intervención en los trabajos, deberá ser aceptado por COVITUR, la que calificará si reúne los requisitos para tal fin. En cualquier momento, y por razones que a su juicio lo justifique, COVITUR podrá solicitar el cambio de Residente al Contratista y éste se obliga a designar a otra persona que reúna los requisitos señalados.

004.F MODIFICACIONES A LOS PLANOS, ESPECIFICACIONES, PROGRAMA Y VARIACIONES DE LAS CANTIDADES DE OBRA

004.F.01 Durante la vigencia del contrato dentro del programa de inversiones aprobado, COVITUR podrá, bajo su responsabilidad y por razones fundadas y explícitas, modificar los contratos de obras del Metro, mediante convenios, siempre y cuando éstos, considerados conjunta y separadamente, no rebasen el 25 por ciento del monto o del plazo pactados en el contrato, ni impliquen variaciones sustanciales al proyecto original, dando aviso por escrito el Contratista quien se obligará a acatar las órdenes correspondientes.

004.F.02 Si se presentaran modificaciones que excedan del porcentaje indicado o varíen sustancialmente el proyecto, se deberá celebrar por una sola vez, un convenio adicional entre las partes respecto de las nuevas condiciones, en los términos de la Ley de Obras Públicas.

004.F.03 Este convenio adicional deberá ser autorizado por el titular de COVITUR. Dichas modificaciones no podrán en modo alguno afectar las condiciones que se refieren a la naturaleza y características esenciales de la obra objeto del contrato original, ni convenirse para eludir en cualquier forma el cumplimiento de la ley.

004.F.04 COVITUR informará a la Secretaría de Programación y Presupuesto, y a la Secretaría de la Contraloría General de la Federación, las modificaciones a que se refiere la cláusula 004.F, en un plazo no mayor de 10 días hábiles, contados a partir de la fecha en que se hubiere formalizado la modificación.

004.F.05 Las modificaciones que se aprueben en los planos a las especificaciones y al programa, se considerarán incorporadas al contrato y por lo tanto, serán obligatorias para ambas partes.

004.F.06 Si con motivo de las modificaciones, a juicio de COVITUR así resultase procedente, ésta reembolsará al Contratista los gastos que en su caso éste hubiere efectuado.

004.F.07 Si las modificaciones a que se refiere la cláusula 004.F originan variaciones en los cálculos que sirvieron de base para fijar el precio alzado a los precios unitarios, según corresponda, ambas partes de común acuerdo, determinarán los ajustes que deberán hacerse a dichos precios, siguiendo un procedimiento análogo al establecido en la cláusula 004.D de este Capítulo. Igual procedimiento se seguirá en caso fortuito o de fuerza mayor.

004.F.08 Queda expresamente estipulado que las cantidades de trabajo consignadas en el contrato a base de precios unitarios son aproximadas, y por lo tanto sujetas a variaciones, sin que por este motivo los precios unitarios convenidos deban ser modificados fuera de los términos establecidos anteriormente.

004.G AMPLIACION DEL PLAZO

004.G.01 En los casos fortuitos o de fuerza mayor, o cuando por cualquier otra causa no imputable al Contratista le fuere imposible a éste cumplir con el programa, solicitará oportunamente y por escrito la prórroga que considere necesaria, expresando los motivos en que se apoye su solicitud. COVITUR resolverá en un plazo no mayor de 30 días calendario sobre la justificación y procedencia de la prórroga y, en su caso, concederá la que haya solicitado el Contratista o la que ella estime conveniente y se harán conjuntamente las modificaciones correspondientes al programa.

004.G.02 Si se presentaran causas imputables al Contratista que impidieran la terminación de los trabajos dentro de los plazos estipulados, éste podrá solicitar también una prórroga, pero será optativo para COVITUR el concederla o negarla. En el caso de concederla, COVITUR decidirá si procede imponer al Contratista las sanciones a que haya lugar y, en caso de negarlo, podrá exigir al Contratista el cumplimiento del contrato, ordenándole que adopte las medidas necesarias a fin de que los trabajos queden concluidos oportunamente, o bien procederá a rescindir el contrato de conformidad con lo establecido en la cláusula 004.M de este Capítulo.

004.H RECEPCION DE TRABAJOS Y LIQUIDACION

004.H.01 COVITUR recibirá los trabajos objeto del contrato, una vez que sean terminados en su totalidad, si los mismos hubieren sido realizados de acuerdo con las especificaciones convenidas y demás estipulaciones del contrato.

004.H.02 Para tal efecto, el Contratista notificará por escrito la terminación de los trabajos adoptando la documentación que a continuación se indica y COVITUR verificará dentro de los 30 días calendario siguientes que los trabajos estén debidamente concluidos. La recepción de los trabajos se hará dentro de los 30 días calendario siguientes a la fecha en que se haya verificado su terminación.

004.H.02.a La documentación será la siguiente:

1. Para contratos a precio alzado: relación de documentos, pago, monto ejercido, créditos a favor o en contra y saldos.

2. Para contratos en base a precios unitarios: relación de las estimaciones o de gastos aprobados, monto ejercido, créditos a favor o en contra y saldos.

004.H.03 Independientemente de lo indicado en el inciso anterior, COVITUR podrá efectuar recepciones parciales de trabajos en los casos que a continuación se detallan, siempre y cuando se satisfagan los requisitos que se señalan.

004.H.03.a Cuando COVITUR determine suspender los trabajos y lo ejecutado se ajuste a lo pactado, se cubrirá al Contratista el importe de los trabajos ejecutados de acuerdo con la cláusula 004.M de este Capítulo.

004.H.03.b Cuando sin estar terminada la totalidad de los trabajos, a juicio de COVITUR existen trabajos terminados y estas partes son identificables y susceptibles de utilizarse, podrá pactarse su recepción. En estos casos se levantará el acta correspondiente, informando a la Secretaría de Programación y Presupuesto en los términos de la ley.

004.H.03.c Cuando de común acuerdo COVITUR y el Contratista convengan en dar por terminado anticipadamente el contrato, los trabajos que se reciban se liquidarán en la forma que las partes convengan conforme a lo establecido en este Capítulo.

004.H.03.d Cuando COVITUR rescinda el Contrato en los términos de la cláusula 004.M de este Capítulo, la recepción parcial quedará a juicio de COVITUR, la que liquidará el importe de los trabajos que decida recibir.

004.H.03.e Cuando la autoridad judicial declare rescindido el contrato, se ajustará a lo dispuesto por la resolución judicial.

004.H.04 Tanto en el caso de recepción total, como en aquellos casos a que se refieren los párrafos a, b, c y d del inciso 004.H.03 anterior, se procederá a recibir los trabajos de que se trate dentro de un plazo de 30 días calendario, contados a partir de la fecha de la verificación que de su terminación haga COVITUR, de la del requerimiento de entrega que ésta haga o de la fecha en que se presente alguna de las situaciones previstas en los incisos anteriores, levantándose al efecto el acta respectiva y procediéndose a formular la liquidación correspondiente.

004.H.05 Si al recibirse los trabajos y efectuarse la liquidación correspondiente, existiesen responsabilidades debidamente comprobadas para con COVITUR y a cargo del Contratista, el importe de las mismas se deducirá de las cantidades pendientes de cubrirse por trabajos ejecutados y si no fueran suficientes, se cubrirá con cargo a la fianza otorgada por el Contratista.

004.H.06 Si al recibirse las obras existieren reclamaciones del Contratista pendientes de resolver, se decidirá sobre las mismas a más tardar en un plazo de 30 días calendario, a partir de la recepción.

004.H.07 La recepción parcial o total de los trabajos y su pago, se efectuarán sin perjuicio de las deducciones que deban hacerse por concepto de retenciones o sanciones, en los términos del contrato.

004.I FIANZAS

004.I.01 La garantía del anticipo que se le conceda al Contratista, será por la totalidad del monto autorizado y se constituirá mediante fianza a favor de la Tesorería del Departamento del Distrito Federal, otorgada por una institución afianzadora debidamente autorizada, que será presentada previamente a la entrega del anticipo, dentro de los 15 días hábiles siguientes, contados a partir de la fecha en que el Contratista hubiere suscrito el contrato y, en su caso, para los ejercicios subsecuentes en igual plazo, a partir de la fecha en que COVITUR le notifique por escrito el monto del anticipo concedido para la compra de equipos y materiales de instalación permanente, conforme a la inversión autorizada. Esta garantía subsistirá hasta la total amortización del anticipo correspondiente, en cuyo caso, COVITUR lo notificará a la Tesorería del Departamento del Distrito Federal y a la afianzadora para su cancelación.

004.I.02 La garantía del cumplimiento del contrato se ajustará a lo siguiente:

004.I.02.a Se constituirá fianza por el 10 por ciento del monto del contrato, cuando éste se ejerza dentro del mismo ejercicio presupuestal. Cuando la ejecución de los trabajos rebase un ejercicio presupuestal, la fianza deberá garantizar el 10 por ciento del monto autorizado para el primer ejercicio, y para los ejercicios subsecuentes, la fianza deberá ajustarse en relación al monto realmente ejercido e incrementarse en el 10 por ciento del monto de la inversión autorizada para los trabajos en el ejercicio de que se trate y así sucesivamente, hasta completar el 10 por ciento del importe total del contrato.

004.I.02.b La fianza deberá ser presentada dentro de los 15 días hábiles siguientes, contados a partir de la fecha en que el Contratista hubiere suscrito el contrato y, según el caso, las subse-

cuentes dentro de los 15 días hábiles siguientes, contados a partir de la fecha en que COVITUR comunique por escrito al interesado el importe de la autorización presupuestal respectiva para el ejercicio correspondiente. Si transcurridos estos plazos no se hubiere otorgado la fianza respectiva, COVITUR podrá determinar la rescisión administrativa del contrato.

004.I.02.c Esta garantía subsistirá por un año, a partir de la fecha de terminación de los trabajos, lo que se hará constar en el acta de recepción formal de los mismos, al término del cual la institución afianzadora procederá a su cancelación.

004.I.02.d Cuando las obras o los servicios relacionados con las mismas, en los términos previstos en el contrato relativo, consten de partes que puedan considerarse terminadas y cada una de ellas esté completa o sea utilizable a juicio de COVITUR y se haya pactado su recepción en el propio contrato, la fianza se sujetará en lo conducente a lo dispuesto en los Artículos 24 y 25 del Reglamento de la Ley de Obras Públicas, publicado el 13 de febrero de 1985 en el Diario Oficial de la Federación.

004.J SUBCONTRATACION

004.J.01 Para los efectos del contrato, se entenderá por subcontratación el acto por el cual el Contratista encomienda a otra empresa la ejecución de parte de los trabajos o cuando adquiera materiales o equipos que incluyan su instalación en los trabajos objeto del contrato.

004.J.02 Cuando el Contratista pretenda utilizar los servicios de otra empresa deberá comunicarlo previamente por escrito a COVITUR, la cual resolverá si acepta o rechaza la subcontratación.

004.J.03 En todo caso de subcontratación, el responsable de la ejecución de los trabajos será el Contratista, a quien se cubrirá el importe de los mismos; el subcontratista no quedará subrogado en ninguno de los derechos del Contratista.

004.K PROHIBICION DE LA CESION DE DERECHOS

004.K.01 En ningún caso los derechos y obligaciones derivados de los contratos otorgados para la realización de obras públicas, podrán ser cedidos en todo o en parte a otras personas físicas o morales, distintas de aquélla a la que se le hubiere adjudicado el contrato.

004.L SUSPENSION DE LOS TRABAJOS

004.L.01 COVITUR tiene la facultad de suspender temporal o definitivamente la ejecución total o parcial de los trabajos objeto del contrato, en cualquier estado en que éstos se encuentren, dando aviso por escrito al Contratista.

004.L.02 Cuando la suspensión sea temporal, COVITUR informará al Contratista sobre la duración aproximada y concederá la ampliación del plazo que se justifique, en los términos de la claúsula 004.G de este Capítulo.

004.L.03 Cuando la suspensión sea parcial, COVITUR podrá reducir el monto del contrato. Cuando la suspensión sea total y definitiva, se dará por terminado el contrato.

004.L.04 Cuando COVITUR ordene la suspensión por causa no imputable al Contratista, pagará a éste:

a) Para contratos a precio alzado, el importe que corresponda por los trabajos ejecutados hasta la fecha de la suspensión. Para ello, el Contratista dentro del plazo que COVITUR señale, someterá a su consideración el estudio respectivo, acompañado de toda la información pertinente, debiendo resolver COVITUR en un plazo no mayor de 30 días calendario.

b) Para contratos en base a precios unitarios, el monto que corresponde de acuerdo a los precios unitarios fijados en el contrato, las cantidades de trabajo que hubiere ejecutado hasta la fecha de la suspensión.

004.L.05 Por los trabajos ejecutados o servicios prestados que no hayan sido considerados o no puedan considerarse dentro del precio pactado originalmente, se pagará al Contratista el importe de ellos en la forma establecida en la cláusula 004.D de este Capítulo.

004.L.06 Además del importe de los trabajos ejecutados, COVITUR cubrirá al Contratista en forma proporcional exclusivamente los daños que se le causen.

004.M RESCISION DEL CONTRATO

004.M.01 Las partes convienen en que el contrato podrá ser rescindido en caso de incumplimiento y al respecto, aceptan que cuando COVITUR sea la que determine rescindirlo, dicha rescisión operará de pleno derecho y sin necesidad de declaración judicial, bastando para ello que se cumpla el procedimiento que se establece en el último párrafo de esta cláusula, en tanto que si es el Contratista quien decide rescindirlo, será necesario que acuda ante la autoridad judicial y obtenga la declaración correspondiente.

004.M.02 Las causas que puedan dar lugar a rescisión por parte de COVITUR, son las que a continuación se señalan:

a) Si el Contratista no inicia los trabajos objeto del contrato, en la fecha en que por escrito le señale COVITUR.

b) Si suspende injustificadamente los trabajos o se niega a reparar o reponer alguna parte de ellos, que hubiere sido rechazada como defectuosa por COVITUR.

c) Si no ejecuta el trabajo de conformidad con lo estipulado, o sin motivo justificado no acata las órdenes dadas por COVITUR.

d) Si no da cumplimiento al programa de trabajo y, a juicio de COVITUR, el atraso puede dificultar la terminación satisfactoria de los trabajos en el plazo estipulado.

e) Si no cubre oportunamente los salarios de sus trabajadores y demás prestaciones de carácter laboral.

f) Si es declarado en quiebra o suspensión de pagos.

g) Si subcontrata partes de la obra objeto del contrato, sin sujetarse a lo dispuesto en la cláusula 004.D de este Capítulo.

h) Si cede todos o parte de los derechos y obligaciones derivados del contrato.

i) Si el Contratista no da a COVITUR y a las dependencias que tengan facultad de intervenir, las facilidades y datos necesarios para la inspección, vigilancia y supervisión de los materiales y trabajos.

j) Si el Contratista cambia su nacionalidad por otra, en el caso de que haya sido establecido como requisito tener esa nacionalidad.

k) Si siendo extranjero, invoca la protección de su gobierno en relación con el contrato.

l) En general por el incumplimiento por parte del Contratista de cualquiera de las obligaciones derivadas del contrato y sus anexos, de las leyes y reglamentos aplicables a estas reglas, o de las órdenes de COVITUR.

004.M.03 En caso de incumplimiento o violación por parte del Contratista de cualquiera de las estipulaciones del contrato, COVITUR podrá optar entre exigir el cumplimiento del mismo y el de las penas convenidas en su caso, o declarar la rescisión conforme al procedimiento que se señala en el párrafo siguiente.

004.M.04 Si COVITUR optara por la rescisión, el Contratista estará obligado a pagar por concepto de daños y perjuicios una pena convencional, que podrá ser hasta por el monto de las garantías otorgadas, a juicio de COVITUR.

004.M.05 Si COVITUR considera que el Contratista ha incurrido en alguna de las causas de rescisión que se consignan en esta cláusula, lo comunicará al Contratista en forma fehaciente, a fin de que éste exponga al respecto lo que a su derecho convenga, en un plazo de 20 días calendario siguientes a la comunicación. Si transcurrido ese plazo el Contratista no manifiesta nada en su defensa o si después de analizar las razones aducidas por él, COVITUR estima que las mismas no son satisfactorias, dictará la resolución que proceda conforme a lo establecido en los dos párrafos anteriores, la que comunicará al Contratista y a la Secretaría de Programación y Presupuesto, durante los 10 días hábiles siguientes a la fecha en que emita dicha resolución.

004.N RELACIONES DEL CONTRATISTA CON SUS TRABAJADORES

004.N.01 El Contratista, como empresario y patrón del personal que ocupa con motivo de los trabajos materia del contrato, será el único responsable de las obligaciones derivadas de las disposiciones legales y demás ordenamientos en materia de trabajo y de seguridad social. El Contratista conviene por lo mismo, en responder de todas las reclamaciones que sus trabajadores presentasen en su contra o en contra de COVITUR, en relación con los trabajos del contrato.

004.O INTERVENCION

004.O.01 La Secretaría de Programación y Presupuesto y otras dependencias del ejecutivo federal, tendrán las intervenciones que le señalan las leyes orgánicas de la administración pública federal, de Obras Públicas y la de presupuestos, contabilidad y gasto público federal, sus reglamentos y demás disposiciones legales aplicables. El Contratista se obliga expresamente a facilitar las intervenciones que correspondan a las dependencias competentes conforme a dichas disposiciones.

00.P JURISDICCION

004.P.01 Para la interpretación y cumplimiento del contrato, así como para todo aquéllo que no esté expresamente estipulado en el mismo, las partes se someten a la jurisdicción de los tribunales federales de la Ciudad de México; por lo tanto, el Contratista renuncia al fuero que pudiera corresponderle por razón de su domicilio presente o futuro o por cualquier otra causa.

CAPITULO 1.01.01.005
EJECUCION DE OBRA

005.A DESCRIPCION

005.A.01 La ejecución de la obra es la realización de los trabajos contratados conforme al proyecto y las instrucciones del Representante, con estricto apego a las normas de construcción y a estas Especificaciones.

005.B PERMISOS

005.B.01 COVITUR, a solicitud del Contratista y sin perjuicio de lo que establezcan las disposiciones legales en la materia, apoyará las gestiones que éste lleve a cabo ante las autoridades correspondientes, con el objeto de obtener los permisos correspondientes para la adquisición, traslado, manejo, almacenamiento y uso de equipo y de explosivos y artificios que requiera para la ejecución de las obras, siendo el Contratista el único responsable de los daños originados por el movimiento del equipo, así como por el traslado, manejo, almacenamiento y uso de explosivos y artificios.

005.C DESVIOS

005.C.01 Los desvíos son las vialidades o accesos auxiliares de carácter provisional construidos o adaptados con objeto de desviar el tránsito fuera de la zona de obra para facilitar le ejecución de los trabajos correspondientes; el Contratista construirá las desviaciones indicadas en el proyecto, colocando y manteniendo por su cuenta y durante todo el tiempo que estén en uso las desviaciones, los señalamientos y dispositivos de seguridad que se requieran, los cuales deberán cumplir con lo señalado en el Capítulo 2.10.2 del Libro Segundo Parte Primera de las Normas Generales de Construcción del DDF.

005.D MATERIALES, DISPOSITIVOS Y EQUIPOS

005.D.01 Los materiales y productos que se utilicen en la ejecución de las obras deberán se oportunamente muestreados y sometidos a las pruebas de laboratorio y campo que se requieran, para comprobar que cumplen con los requisitos de calidad establecidos en el proyecto y en el Libro 4 de estas Especificaciones para Proyecto y Construcción de las Líneas del Metro de la Ciudad de México; el muestreo y las pruebas se efectuarán de acuerdo con lo establecido en las Especificaciones antes citadas, y en caso de haber discrepancia entre éstas y las especificaciones particulares indicadas en el proyecto, prevalecerán las últimas.

005.D.02 COVITUR podrá proporcionar al Contratista materiales, dispositivos y/o equipos para la ejecución de las obras, los que también deberán cumplir con lo indicado en esta cláusula. En este caso el Contratista deberá inspeccionar en el sitio de recepción los materiales, dispositivos y/o equipos que COVITUR le proporcione; si encontraran materiales, piezas o conjuntos defectuosos, el Contratista deberá informarlo por escrito a COVITUR en el momento de su recepción. Quedará a juicio de COVITUR si los materiales, piezas o conjuntos defectuosos se reparan, reponen o se descuentan de los precios convenidos entre ambas partes.

005.D.03 Los dispositivos y equipos que se instalarán en las obras deberán cumplir las especificaciones técnicas del proyecto y las especificaciones de calidad de equipos y sistemas del Libro 5 de estas Especificaciones para Proyecto y Construcción de las Líneas del Metro de la Ciudad de México.

005.D.04 Los materiales, dispositivos y/o equipos que sean proporcionados por COVITUR, serán adquiridos en los términos de la Ley de Obras Públicas y de acuerdo a la Ley de Adquisición, Arrendamientos y Prestación de Servicios relacionados con Bienes Muebles, así como a las Normas Generales para la Adquisición de Mercancías, Materias Primas y Bienes y Muebles que realicen las dependencias y entidades de la administración pública federal.

005.E EJECUCION

005.E.01 Las obras se sujetarán en todas sus fases a lo establecido en el proyecto y deberán cumplir con el programa de obra aprobado, con lo indicado en estas Especificaciones para Proyecto y Construcción de las Líneas de Metro de la Ciudad de México o con las especificaciones particulares de proyecto si las hubiere.

005.E.02 El Contratista será responsable de los daños y perjuicios que cause a COVITUR o a terceras personas, con motivo de la ejecución de las obras por no ajustarse a lo estipulado en el contrato, por inobservancia de las instrucciones dadas por escrito por el Representante o por violación de las leyes y reglamentos aplicables.

005.E.03 El Representante verificará la calidad de los materiales y los trabajos cada vez que lo juzgue necesario. Cualquier retraso en la ejecución de las obras, bien sea por deficiencia del laboratorio de calidad del Contratista o porque el Representante rechace trabajos que resulten de mala calidad, será de la exclusiva responsabilidad del Contratista.

005.E.04 En su caso, el Contratista preparará el programa detallado cuando se lo solicite el Representante, basado en el programa y montos mensuales de obra y de utilización de equipo, el cual será revisado y, en su caso aprobado por el Representante.

005.E.05 El avance real de los trabajos no deberá ser inferior al indicado en el programa detallado. Si el Contratista lo solicita y el Representante lo autoriza, podrá activar los trabajos para ejecutar la obra en menos tiempo que el estipulado, sin que ello sea motivo para que se modifiquen las condiciones de pago consignadas en el programa detallado. De acuerdo con lo anterior, si el Contratista termina parcial o totalmente los trabajos en fechas anteriores a las indicadas en el programa, COVITUR no está obligado a recibirle las obras sino hasta la fecha de terminación total, y la conservación de éstas será por cuenta del Contratista. COVITUR cuando lo estime conveniente, podrá recibir parte o la totalidad de la obra antes de la fecha señalada originalmente para su conclusión, en cuyo caso, la conservación se hará por cuenta de ella, desde la fecha de recepción.

005.E.06 Cuando el representante lo considere necesario podrá ordenar al Contratista la ejecución de conceptos de obra adicionales, complementarios de los de las obras contratadas, de acuerdo a las consideraciones de la cláusula 004.D del Capítulo anterior.

005.E.07 La calidad, dimensiones, tolerancia y acabados de la obra o de sus partes, se sujetarán a estas Especificaciones para

el Proyecto y Construcción de las Líneas del Metro de la Ciudad de México y a las especificaciones particulares del proyecto, y en caso de discrepancia éstas prevalecerán sobre aquéllas.

005.E.08 La instalación de dispositivos y equipos que el Contratista deba efectuar por formar parte de su contrato de obra, deberá apegarse estrictamente a las indicaciones de los instructivos de instalación y montaje de cada uno de los equipos y a las especificaciones del proyecto. El Contratista seguirá paso a paso la secuencia de instalación y los procedimientos descritos en el instructivo al efectuar la colocación, nivelación, alineamiento, ensamble e interconexión de los dispositivos y equipos, teniendo cuidado de no dañarlos durante las operaciones de montaje.

005.E.09 Las pruebas y puesta en servicio de los equipos y sistemas deberá efectuarlas el Contratista siguiendo las instrucciones de los manuales de operación y las especificaciones técnicas del Proyecto, verificando que se cumplan todas las condiciones y los pasos requeridos para poner el equipo en operación.

005.E.10 Durante la ejecución de los trabajos, el Contratista deberá efectuar la limpieza general de la obra, de sus partes y de las zonas adyacentes de trabajo; si no procediese así, COVITUR podrá realizarla directamente o a través de terceros con cargo al Contratista.

005.E.11 Al terminarse la construcción de las obras y/o la instalación de dispositivos y equipos, el Representante verificará que éstas se hayan construido, instalado y/o probado, según sea el caso, de acuerdo a los datos de construcción, instructivos de instalación y manuales de operación y levantará una acta en la que se haga constar su recepción, ya sea que se trate de la totalidad o parte de ellas, dando la intervención correspondiente a la Contraloría General del Departamento del Distrito Federal y a la Secretaría de Programación y Presupuesto. Independientemente de las actas que se levanten con motivo de las recepciones parciales, en su oportunidad se levantará el acta correspondiente a la recepción total de la obra.

005.F MEDICION

005.F.01 Solamente se medirán los trabajos que hayan sido ejecutados correctamente de acuerdo con lo indicado en la cláusula anterior.

005.F.02 No se medirán los trabajos que el Contratista haya ejecutado deficientemente ni los que tenga que realizar para corregirlos.

005.F.03 El Representante medirá en la forma que proceda, según el caso, los daños causados por fenómenos naturales no previsibles, solamente cuando las obras se hayan ejecutado dentro del programa autorizado.

005.F.04 La medición de los conceptos de obra se hará con base en las unidades que se hayan convenido en el contrato, las establecidas por el Catálogo de Precios Unitarios de COVITUR o en su defecto lo estipulado por el Organismo de Precios Unitarios del DDF, tomando en cuenta las disposiciones que en este Libro se establecen.

005.F.05 La aproximación a la unidad o a la decimal inmediata superior según se indique, se hará cuando en el resultado de la medición figuren fracciones de 0.5 o mayores y de 0.05 o mayores respectivamente; en caso contrario prevalecerá la unidad o decimal obtenidas en la medición.

005.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

005.G.01 Los trabajos que integran los conceptos de obra, con sus alcances, unidades y precios unitarios que servirán de base para efectuar el pago, serán los pactados en el contrato celebrado y/o en el Catálogo de Precios Unitarios de COVITUR o en su defecto los del DDF.

005.G.02 Cuando COVITUR proporcione materiales y/o equipo al Contratista, el cargo correspondiente que COVITUR y el Contratista convengan se descontará de las estimaciones o de la liquidación, cuando los precios unitarios se hayan estudiado sin tomar en cuenta dichas circunstancias.

CAPITULO 1.01.01.006
ESTIMACION DE OBRA Y FORMA DE PAGO

006.A DESCRIPCION

006.A.01 La estimación de obra es la evaluación de los trabajos ejecutados que, periódicamente y en las fechas fijadas en el contrato respectivo, realizarán de común acuerdo el Representante de COVITUR y el Contratista, aplicando los precios acordados de los conceptos de obra al número de unidades medidas y cuyo cálculo servirá de base para hacer los pagos parciales de la obra contratada.

006.B CONTRATO A PRECIO ALZADO

006.B.01 PAGO DE LOS TRABAJOS

Los trabajos objeto del contrato comprendidos en el proyecto y en el programa, se pagarán de acuerdo con el precio alzado convenido que incluye la renumeración o pago total que debe cubrirse al Contratista por todos los gastos directos e indirectos que originen los trabajos, la utilidad y el costo de las obligaciones estipuladas en el contrato a cargo del propio Contratista.

006.B.02 FORMA DE PAGO

El Contratista recibirá de COVITUR como pago total por la ejecución satisfactoria de los trabajos objeto del contrato:

a) Por los trabajos ordinarios y por los extraordinarios pactados a precio alzado, el importe convenido para cada caso.

b) Por los trabajos extraordinarios a base de precios unitarios, el importe que resulte de aplicar los precios unitarios a las cantidades de trabajo realizadas.

006.B.03 COVITUR expedirá el documento que corresponda a cargo de la Tesorería del Distrito Federal, por el monto de la asignación del contrato.

006.B.04 En su caso, y en las fechas convenidas, COVITUR formulará los documentos de pago a cuenta del precio alzado pactado, los que se liquidarán una vez satisfechos los requisitos establecidos para su trámite, en un plazo no mayor de 30 días hábiles contados a partir de la fecha de la formulación de los mismos. En caso de incumplimiento de estos pagos, COVITUR, a solicitud del Contratista, deberá pagar gastos financieros conforme a una tasa que será igual a la establecida por la Ley de Ingresos de la Federación en los casos de prórroga para el pago de crédito fiscal. Los cargos financieros se calcularán sobre las cantidades no pagadas, y se computarán por días calendario desde que se venció el plazo, hasta la fecha en que se pongan las cantidades a disposición del Contratista. Para efectos de pago oportuno, COVITUR radicará los documentos de pago en la Tesorería del Distrito Federal con siete días hábiles de antelación al vencimiento del plazo.

006.B.05 En los pagos parciales correspondientes, se abonará al Contratista lo siguiente:

a) En los trabajos ordinarios y extraordinarios a precio alzado, el importe del pago parcial convenido.

b) En los trabajos extraordinarios de precios unitarios, el importe que resulte de aplicar dichos precios a las cantidades de trabajo realizadas.

006.B.06 Los pagos parciales o liquidación final aunque hayan sido cubiertos, no se considerarán como aceptación de los trabajos.

006.B.07 COVITUR se reserva expresamente el derecho de reclamar por trabajos faltantes o mal ejecutados o por pago de lo indebido.

006.C CONTRATO CON BASE EN PRECIOS UNITARIOS

006.C.01 PAGO DE LOS TRABAJOS

Los trabajos objeto del contrato, comprendidos en el proyecto y en el programa, se pagarán con base en precios unitarios que incluyen la remuneración a pago total que debe cubrirse al Contratista por todos los gastos directos e indirectos que originen los trabajos, la utilidad y el costo de las obligaciones estipuladas en el contrato a cargo del propio Contratista. Los precios unitarios que se consignan en el anexo al contrato, son rígidos y sólo podrán ser modificados en los casos y bajo las condiciones previstas en la Ley de Obra Públicas.

006.C.02 FORMA DE PAGO

COVITUR proveerá lo necesario para que se cubran al Contratista:

a) Las estimaciones por trabajos ejecutados dentro de un plazo no mayor de treinta días hábiles, contados a partir de la fecha en que se hubieren aceptado y firmado las estimaciones por las partes, fecha que se hará constar en la bitácora y en las propias estimaciones.

b) El ajuste de costos que corresponde a los trabajos ejecutados conforme a las estimaciones correspondientes, dentro de un plazo no mayor de treinta días hábiles, contados a partir de que COVITUR emita el oficio de resolución que acuerde el aumento o reducción respectivo.

006.C.03 Para efectos del pago oportuno, COVITUR radicará los documentos de pago en la Tesorería del Distrito Federal con siete días hábiles de antelación al vencimiento del plazo.

006.C.04 En caso de incumplimiento de los pagos establecidos en 006.C.02 anterior, COVITUR, a solicitud del Contratista, deberá pagar gastos financieros conforme a una tasa que será igual a lo establecido por la Ley de Ingresos de la Federación en los casos de prórroga para el pago del crédito fiscal. Los cargos financieros se calcularán sobre las cantidades no pagadas, y se computarán por días calendario desde que se venció el plazo, hasta la fecha en que pongan las cantidades a disposición del Contratista.

006.C.05 Las estimaciones se deberán formular con una periodicidad no mayor a un mes en la fecha de corte que fije COVITUR. Para tal efecto:

a) El contratista deberá entregar a la residencia de supervisión la estimación acompañada de la documentación de soporte correspondiente dentro de los cuatro días hábiles siguientes a la fecha de corte; la residencia de supervisión dentro de los ocho días hábiles siguientes deberá revisar, y en su caso, autorizar la estimación.

b) En el supuesto de que surjan diferencias técnicas o numéricas, las partes tendrán dos días hábiles contados a partir del vencimiento del plazo señalado para la revisión, para conciliar dichas diferencias, y en su caso, autorizar la estimación correspondiente. De no ser posible conciliar todas las diferencias, las pendientes deberán resolverse e incorporarse en la siguiente estimación.

006.C.06 En las estimaciones correspondientes, se abonará al Contratista en los trabajos ordinarios y extraordinarios con base en precios unitarios, el importe que resulte de aplicar dichos precios a las cantidades de trabajo realizadas.

006.C.07 Las estimaciones y la liquidación aunque hayan sido pagadas no se considerarán como aceptación de los trabajos, ya que COVITUR se reserva expresamente el derecho de reclamar por trabajos faltantes o mal ejecutados o por pagos indebidos.

006.C.08 AJUSTE DE PRECIOS UNITARIOS

006.C.08.a Cuando durante la vigencia de un contrato de obras ocurran circunstancias de orden económico no previstas en el contrato, pero que de hecho y sin dolo, culpa, negligencia o ineptitud de cualquiera de las partes, determinen un aumento o reducción en un cinco por ciento o más de los costos de los trabajos aún no ejecutados, dichos costos podrán ser revisados. La revisión de los costos se hará según el caso, mediante cualesquiera de los siguientes procedimientos.

1. Revisar cada uno de los precios de cada contrato para obtener el ajuste.

2. Revisar un grupo de precios que multiplicados por sus correspondientes cantidades de trabajo por ejecutar, representen cuando menos el 80 por ciento del importe total faltante del contrato.

3. En caso de las obras en las que se tenga establecida la proporción en que intervienen los insumos en el total del costo directo de las obras, el ajuste respectivo podrá determinarse mediante la actualización de los costos de los insumos que intervienen en dichas proporciones, previa consulta con la cámara nacional de la industria que corresponda.

006.C.08.b En los procedimientos 1 y 2 anteriores la revisión será promovida por COVITUR o a la solicitud escrita del Contratista, y se deberá acompañar de la documentación comprobatoria necesaria; COVITUR, dentro de los veinte días hábiles siguientes, resolverá sobre la procedencia de la petición.

006.C.08.c En el supuesto establecido en el punto 3 anterior, COVITUR podrá optar por ese procedimiento cuando así convenga, para lo cual deberán agrupar aquellas obras o contratos que por sus características contengan conceptos de trabajo similares y consecuentemente sea aplicable al procedimiento mencionado. Los ajustes se determinarán para cada grupo de obras o contratos y se aplicarán exclusivamente para los que se hubieren determinado y no se requerirá que el Contratista presente la documentación justificatoria.

006.C.08.d La aplicación de los procedimientos establecidos en los párrafos a, b y c anteriores deberá pactarse en el contrato correspondiente y se sujetará a lo siguiente:

1. Los ajustes se calcularán respecto a la obra por ejecutar conforme al programa de ejecución pactado en el contrato. En su caso, cuando hubiese atraso no imputable al Contratista, se aplicará el programa vigente pactado en el convenio respectivo, en la fecha en que se haya producido el incremento o decremento en el costo de los insumos.

2. Los incrementos o decrementos en los costos de los insumos serán calculados con base en los relativos o índices que determine la Secretaría de Programación y Presupuesto. Cuando los relativos que requiera el Contratista o COVITUR no se encuentren dentro de los publicados por la Secretaría de Programación y Presupuesto, COVITUR procederá a calcularlos conforme a los precios que investigue, utilizando los lineamientos y metodología que expida dicha Secretaría.

3. Los precios originales del contrato permanecerán fijos hasta la terminación de los trabajos contratados. El ajuste se aplicará a los costos directos, conservando constantes los porcentajes de indirectos y utilidad originales durante el ejercicio del contrato.

4. La formalización del ajuste de costos deberá efectuarse mediante oficio de resolución que acuerde el monto o reducción correspondiente; en consecuencia, no se requiere convenio alguno.

5. Los demás lineamientos que para tal efecto emita la Secretaría de Programación y Presupuesto.

006.D ESTIMACIONES DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA

006.D.01 Periódicamente y en las fechas que COVITUR determine, y con intervención del Contratista, formulará la estimación de la obra ejecutada, para lo cual se considerarán los precios unitarios de los conceptos de obra y la cantidad ejecutada por el Contratista. Cuando a su juicio proceda, el Representante de COVITUR podrá, según la obra ejecutada, estimar porcentajes de avance en cada concepto de obra, sin fraccionar los precios unitarios.

006.D.02 Los datos que se tomen en cuenta para estimar la obra ejecutada se vaciarán en los números generadores que correspondan y se utilizarán para que el Representante de COVITUR formule las estimaciones.

006.D.03 De los números generadores se tomarán los volúmenes que resulten, los cuales aparecerán en el cuadro de liquidación final, y serán los que se tomen en cuenta para formular la estimación final que será en su caso, el último pago que se haga al Contratista.

006.D.04 Si COVITUR proporciona materiales y/o equipo al Contratista, el cargo correspondiente se descontará de las estimaciones o de la liquidación, cuando los precios unitarios se hayan considerado sin tomar en cuenta dicha circunstancia.

006.D.05 El Representante de COVITUR hará en las estimaciones las retenciones o devoluciones de que habla la cláusula respectiva del contrato, que resulten de comparar el importe de los trabajos realizados con los que se debieron realizar en los términos del programa de obras, en la inteligencia de que la obra mal ejecutada se tendrá por no realizada.

CAPITULO 1.01.01.007
CONSIDERACIONES RELATIVAS AL CONTENIDO DE LAS ESPECIFICACIONES

007.A ALCANCE

007.A.01 En este Capítulo se tratarán las consideraciones sobre los objetivos, manejo y peculiaridades del contenido técnico de los Libros que integran estas Especificaciones para Proyecto y Construcción de las Líneas del Metro de la Ciudad de México.

007.A.02 El usuario de estas Especificaciones deberá tomar en cuenta las consideraciones que en este Capítulo se exponen, a fin de complementar su consulta y conocer las bases y conceptos que intervinieron en el desarrollo e integración de las mismas.

007.A.03 El objetivo de las Especificaciones para el Proyecto y Construcción de las Líneas del Metro de la Ciudad de México es por una parte, evitar la inevitable duplicidad de especificaciones que se origina al ser elaboradas cuando se efectúan obras en forma parcial, y por otra parte, al tener un ordenamiento que coadyuve a la optimación de la calidad de las obras y su oportuna ejecución. Por lo tanto, el propósito en sí, es el de simplificar procesos y unificar criterios para evitar que las especificaciones a un tipo determinado de obras tengan que elaborarse en cada caso, por lo que estas Especificaciones contemplarán el mayor número de casos de aplicabilidad. En la integración de estas Especificaciones, se han agregado las revisiones correspondientes a materiales, productos o métodos que han sido mejorados y las estipulaciones relativas a la contratación para la ejecución de las obras.

007.B CONTENIDO DE LAS ESPECIFICACIONES

007.B.01 CLASIFICACION DE LIBROS

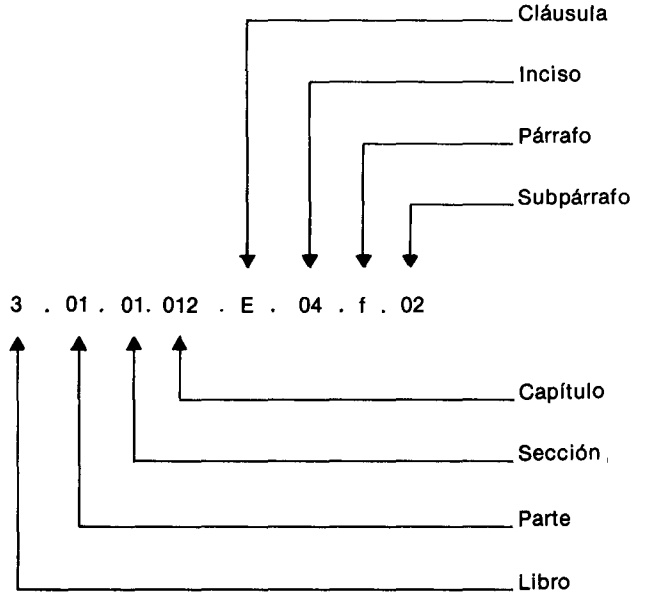
Tomando como base las Reglas para la Formulación e Integración de las Normas y Especificaciones de las Obras Públicas que aparecieron en el Diario Oficial del 8 de enero de 1982, se integraron cinco Libros que contienen los conceptos de trabajo que cubren las actividades de las obras del Metro que COVITUR de acuerdo con sus funciones requiere ejecutar. Los cinco Libros básicos concernientes a las diferentes actividades son los siguientes:

LIBRO 1 GENERALIDADES Y TERMINOLOGIA
LIBRO 2 PROYECTO
LIBRO 3 CONSTRUCCION E INSTALACIONES
LIBRO 4 CALIDAD DE MATERIALES
LIBRO 5 CALIDAD DE EQUIPOS Y SISTEMAS

007.B.02 DIVISION E IDENTIFICACION

La identificación y localización de una especificación determinada, se hará mediante el número clave de la misma, que se forma agrupando en forma alfanumérica en el siguiente orden: los números del Libro (un dígito), Parte (dos dígitos), Sección (dos dígitos) y Capítulo (tres dígitos); los Capítulos por su parte se identificarán de la siguiente forma: Cláusula con una letra mayúscula, Inciso con dos dígitos después de la letra mayúscula y Párrafo con una letra minúscula después del inciso; el Párrafo se divide a su vez en Subpárrafos, numerados progresivamente con dos dígitos. Todos ellos se separarán con punto decimal.

007.B.03.a Para ejemplificar esta división e identificación se presenta el siguiente caso:



En este caso, el ejemplo corresponde a:

Libro 3 ESPECIFICACIONES PARA CONSTRUCCION E INSTALACIONES

Parte 3.01 OBRA CIVIL

Sección 3.01.01 EDIFICACION

Capítulo 3.01.01.012 ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

Cláusula 3.01.01.012.E REQUISITOS DE EJECUCION

Inciso 3.01.01.012.E.04 CONCRETO

Párrafo 3.01.01.012.E.04.f Curado del concreto

Subpárrafo *3.01.01.012.E.04.f.02 Curado a vapor*

007.B.02.b Con objeto de simplificar en el texto la identificación de una especificación determinada, la numeración completa que se mencionó en el párrafo anterior, sólo se hace hasta el Capítulo; posteriormente la cláusula, el inciso, el párrafo, etc., llevan como primeros dígitos los del Capítulo en el desarrollo de la especificación, tal como se señala a continuación:

Capítulo 3.01.01.012 ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

Cláusula 012.E REQUISITOS DE EJECUCION

Inciso 012.E.04 CONCRETO

Párrafo 012.E.04.f Curado del concreto

Subpárrafo *012.E.04.f.02 Curado a vapor*

007.B.03 NUMERACION DE PAGINAS, FIGURAS Y TABLAS

En cada uno de los capítulos la numeración de las páginas, figuras y tablas es progresiva y está formada de la siguiente manera:

a) Páginas. Se usan dos números separados por un guión; el primer número corresponde al capítulo y el segundo al número progresivo de la página, por ejemplo: 1-1, 1-2, 1-3, . . . , 2-1, 2-2, etc., que identifican a las páginas 1, 2, 3 del primer capítulo y a las páginas 1 y 2 del segundo capítulo, etcétera.

b) Figuras y tablas. Se emplean las letras que identifican si es figura (abreviada fig) o tabla (con todas sus letras), seguidas de tres dígitos del capítulo y de un número progresivo, separados entre sí por un guión; ejemplo:

fig 001-1, fig 001-2, fig 001-3,. . .

fig 002-1, fig 002-2 , . . . , etc.

Tabla 001-1, Tabla 001-2,. . . etc.

Tabla 002-1 , . . . , etc.

que corresponden a las figuras 1, 2 y 3 del primer capítulo y a las figuras 1 y 2 del segundo capítulo, así como a las tablas 1 y 2 del primer capítulo y tabla 1 del capítulo 002, respectivamente.

007.B.04 ADICION, SUSTITUCION O MODIFICACION DE LAS ESPECIFICACIONES

En cada Especificación se tiene contemplada la adición, sustitución o modificación parcial de las hojas o páginas que integran cada Especificación en particular, además de la adición completa de nuevas especificaciones; es decir, en la formulación e integración alfanumérica se prevé la adición de nuevos conceptos.

007.C PECULIARIDADES DE LAS ESPECIFICACIONES

077.C.01 DISPOSICIONES GENERALES

007.C.01.a COVITUR, como entidad encargada de las obras del METRO, para efectuar sus funciones gozará de plena autoridad para designar al o los Representantes que en los términos de la Ley de Obras Públicas considere convenientes para ejecutar correctamente las obras del Metro.

007.C.01.b Representante. En estas Especificaciones se menciona al Representante, cuyo cargo será el què COVITUR le designe. El Representante básicamente será el encargado de cuidar la ejecución de las obras o trabajos. La persona o personas, mediante el poder que les confiera COVITUR, la representan directamente en la obra y tienen la facultad de supervisar las distintas etapas y aspectos del trabajo y exigir al Contratista que cumpla con las estipulaciones del contrato, del proyecto y de las Especificaciones para el Proyecto y Construcción de las Líneas del Metro de la Ciudad de México.

007.C.01.c Las funciones del Representante en la obra serán las de exigir el cumplimiento de lo indicado en el párrafo anterior; de juzgarlo conveniente podrá ordenar la realización de ensayes adicionales en los materiales o productos de dudosa calidad o que en las pruebas realizadas se hayan obtenido resultados poco confiables, así como pruebas de carga en elementos estructurales dudosos; demolición, desmantelamiento y reconstrucción parcial o total de las partes de la obra que no cumplan con las normas del proyecto y de estas Especificaciones.

007.C.01.d El Contratista será el encargado de la construcción de la obra, y deberá cumplir con las especificaciones y procedimientos señalados en los planos y documentos del proyecto y con estas Especificaciones; por extensión, los proveedores o fabricantes son Contratistas que surten materiales o productos, los que deben cumplir con los requisitos de calidad establecidos en el proyecto o en estas Especificaciones, así como con todas las condiciones estipuladas en el contrato.

007.C.02 DEL LIBRO 2: PROYECTOS

En este Libro se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos.

a) Se integran las especificaciones necesarias para la elaboración del proyecto Metro, entendiéndose por éste, tanto una línea nueva completa como la prolongación o modificación de una línea.

b) La finalidad de este Libro es marcar los lineamientos para la realización del proyecto, objetivo diferente del que corresponde a una norma de ejecución o elaboración de un trabajo determinado.

c) El criterio general que se ha adoptado es el interdisciplinario o sea, dentro de la Parte 2.01 de obra civil intervienen básicamente cuatro disciplinas: proyecto geométrico de la vía; proyecto arquitectónico referente a estaciones, talleres y otros edificios anexos; los aspectos de mecánica de suelos; y los referentes a proyecto estructural.

d) Dentro de la Parte 2.02, referente a obras electromecánicas, se han considerado tres secciones: la primera de ellas incluye los aspectos propiamente dichos de instalaciones electromecánicas de los cuales se ha separado todo lo referente a la instalación de las vías. En la segunda sección se mencionan las vías principales y en la tercera, las vías secundarias.

e) La parte 2.03 Material Rodante no se subdivide en secciones quedando todo el material integrado en una sección única bajo el mismo rubro, mientras que la Parte 2.04 Proyecto de Operación, consta de tres secciones: operación en línea, operación en zona de maniobras, y operación en naves de depósito.

f) Finalmente la Parte 2.05 titulada Obra Inducidas, ha sido subdividida en varias secciones, de las cuales sólo se incluyen dos de ellas en este Libro: la relativa a las interferencias del Metro con instalaciones hidráulicas municipales, y la correspondiente a los desvíos de tránsito por causa de las obras del Metro. Las otras secciones tales como: interferencia con redes eléctricas, alumbrado público, semáforos, instalaciones de Teléfonos de México, oleoductos o gasoductos, gasolineras de Petróleos Mexicanos (PEMEX), interferencias con los Ferrocarriles Nacionales, transportes eléctricos, con carreteras de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), con aeropuertos, cercanía con edificios u obras de propiedad privada, afectaciones, expropiaciones y adquisiciones de predios, zonas arqueológicas y monumentos históricos, nuevas vías, pasos a desnivel, obras diversas de regeneración urbana, conservación de áreas verdes, daños ecológicos y otras, son regidas por reglamentos y códigos propios de cada especialidad y que existen y han sido editados por cada una de las dependencias y organismos que las controlan.

g) La descripción de cada una de estas partes queda señalada en la introducción general al Libro 2 y en las insertadas en cada una de las secciones correspondientes.

007.C.03 DEL LIBRO 3: CONSTRUCCION E INSTALACIONES

En este libro se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

a) Cada sección contiene un capítulo de Introducción señalando la descripción de la sección y la particularidad de los te-

mas tratados, así como los aspectos complementarios de las cláusulas de referencias, materiales, equipo, requisitos de ejecución, sistema de medición, conceptos de obra y base de pago.

b) Las referencias que se requieran en cuanto a la calidad de los materiales, requisitos de los conceptos de obra, etc., se listan en tablas; éstas se citan siguiendo el orden de prioridad siguiente: las Normas Generales de Construcción del Departamento del Distrito Federal, las normas y especificaciones de las dependencias nacionales, y finalmente las normas, especificaciones y reglamentos de organismos extranjeros.

c) Para la aplicación del sistema de medición de los conceptos de obra y base de pago, se hace referencia a lo estipulado en el contrato, a lo indicado por el Catálogo de Precios Unitarios de COVITUR, o en su caso a lo establecido en la Oficina General de Precios Unitarios del Departamento del Distrito Federal.

d) En el proyecto se indicarán las dimensiones, refuerzo, anclajes, preparaciones, requisitos y demás características que deben tener las estructuras y si por circunstancias especiales se requieran variaciones a las mismas, éstas deberán someterse a la consideración del Representante, quien decidirá a su juicio cuál es el trámite a seguir para resolver los problemas observados.

e) Debe tomarse en cuenta que para efecto de aplicación de estas Especificaciones las referencias que se citan corresponden a la versión siguiente: Normas Generales de Construcción del DDF del 1 de enero de 1981; Especificaciones Generales y Técnica de Construcción de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica de la Secretaría General de Obras y Servicios del DDF de julio de 1980; Normas de Construcción de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes del 1 de enero de 1982; el Reglamento de Construcción del DDF de 1974 y su Reglamento de Instalaciones Eléctricas del 22 de julio de 1981. Cualquier modificación que hubiese, se deberá consultar la versión inmediata anterior y establecer la correspondencia con la referencia vigente.

007.C.04 DE LOS LIBROS 4 Y 5: CALIDAD DE MATERIALES, Y CALIDAD DE EQUIPOS Y SISTEMAS

En estos libros se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

a) En cada sección se tiene un capítulo de Introducción señalando la descripción y la particularidad de los temas tratados, así como los aspectos complementarios de la aplicación de las referencias.

b) Las referencias que se citan se listan en tablas y corresponden a aquéllas que se deban aplicar ya sea de especificaciones de calidad, método de prueba, procedimiento de muestreo y de otro carácter relacionado con las especificaciones respectivas.

c) Debe tomarse en cuenta que para efecto de aplicación de estas Especificaciones las referencias que se citan corresponden a la versión siguiente: Normas Generales de Construcción del DDF del 1 de enero de 1981; Normas Oficiales Mexicanas de la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial; Normas del Comité Consultivo Nacional de Normalización de la Industria Eléctrica (CCONNIE); Normas de Construcción de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes del 1 de enero de 1982; Normas de Materiales de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro; Normas TELMEX (Teléfonos de México); Reglamento de Instalaciones Eléctricas (RIE) de SECOFIdel 22 de junio de 1981; normas de organismos extranjeros como: Asociación Americana de Fabricantes de Calderas (ABMA); Consejo para Difusores de Aire (ADC); normas francesas AFNOR; Asociación de Acondicionamiento y Movimiento de Aire (AMCA); Instituto Nacional Americano de Normalización (ANSI); Instituto de Refrigeración y Aire Acondicionado (ARI); Sociedad Americana de Ingenieros en Calefacción, Refrigeración y Acondicionamiento de Aire (ASHRAE); Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME); Sociedad Americana de Ensaye y Materiales (ASTM); Sociedad Americana de Soldadura (AWS); Instituto Británico de Normalización (BSI); Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía (CCITT); Comité de Coordinación de Telecomunicaciones (CCT); Comité de Componentes Eléctricos (CECC); Comisión Electrónica Internacional (CEI); Comité Europeo de Normalización (CEN); Comité Europeo de Normalización Electromecánica (CENELEC); Asociación Canadiense de Normalización (CSA); Instituto de Gas y Aire Comprimido (CAGI): Comité Electrotécnico Internacional (IEC);Instituto de Ingenieros en Electricidad y Electrónica (IEEE); Instituto de Interconexiones y Paquetes de Circuitos Electrónicos (IPC); Organización Internacional de Normalización (ISO); Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos (NEMA); Asociación Nacional de Contratistas para Sistemas Ambientales (NESCA); Asociación Nacional de Protección contra Incendio (NFPA); Administración Autónoma de los Transportes Parisinos (RATP); Sociedad de Ingenieros en Automotores (SAE); Asociación Nacional de Contratistas de Láminas Metálicas para Aire Acondicionado (SMACNA); Sociedad Nacional de Vías de Ferrocarril de Francia (SNCF); Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT); Laboratorios Underwriter (UL); y Unión Técnica de Electricidad (UTE).

CAPITULO 1.01.01.008
DEFINICION DE TERMINOS

008.A CONTENIDO

En este Capítulo se define de manera convencional, la mayoría de las siglas, términos o vocablos empleados en estas Especificaciones.

008.B SIGNIFICADO

Por las diversas acepciones semánticas de algunos términos y con el propósito de evitar interpretaciones que puedan confundir conceptos, en la siguiente cláusula se definen la mayor parte de los vocablos utilizados en estas Especificaciones.

El criterio adoptado para la formulación de la definición de términos, está basado en las consideraciones siguientes:

Se definen:

a) Los vocablos que por tener distintas acepciones, pueden provocar duda e incertidumbre.

b) Las palabras o voces cuyo significado convencional será el que se indique.

c) Los vocablos de otros idiomas sin equivalencia en español, de uso común en el medio técnico.

No se incluyen aquellos vocablos que por necesidad y para mayor claridad están definidos en el cuerpo mismo de los otros Libros de las Especificaciones.

008.C DEFINICION DE TERMINOS

ABUNDAMIENTO. Aumento de volumen de un material al ser excavado, explotado y/o manejado.

ACI. Siglas en inglés del Instituto Americano del Concreto (American Concrete Institute).

ACARREO LIBRE. Transporte de materiales efectuado a una distancia fijada en el proyecto, y por el cual no se hace ningún pago directo adicional.

ACCESO. En estaciones: zona empleada por los usuarios del Metro, que en general comprende las siguientes áreas; vestíbulo, escaleras, circulaciones, control de entrada y salida de pasajeros (taquillas, torniquetes y puertas de cortesía) y cambio de andenes.

ACERAS MOVILES. Sistema de transporte de peatones que transporta horizontalmente o en rampa con inclinaciones no mayores de 13°.

ACERO ESTRUCTURAL. Todos los elementos de acero laminado, forjado, rolado, tubular o troquelado, tales como: columnas, trabes, vigas, placas, conexiones, tirantes, remaches, etc., usados en la construcción de estructuras de acero y que cumplan con las normas respectivas establecidas por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

ACOMETIDA. Es el punto en que se conecta el sistema de suministro con la red de distribución eléctrica del Metro.

ADEME. Elementos de soporte usados en excavaciones o perforaciones para garantizar la estabilidad de las paredes durante el tiempo necesario para la construcción. En ocasiones se denomina con este término al soporte que se proporciona por medio de lodo bentonítico a pozos y trincheras.

AFECTACIONES. De predios: Terrenos de propiedad particular, ejidal o federal que debidamente justificados deben adquirirse para la construcción de las obras del Metro y que son originados por trazo, estaciones, puestos de rectificación o estacionamientos.

AISLADOR. Elemento de poliéster reforzado con fibras de vidrio que sirve para soportar la barra guía y proporcionar aislamiento eléctrico.

ALBAÑAL. Tubería interior de un predio que recolecta las aguas negras y pluviales y las entrega a la atarjea del servicio municipal.

ALCANCIAS. Abertura o lumbrera en la parte superior del túnel o cajón, por el cual se introducen equipos o materiales de trabajo.

ALINEAMIENTO DE VIA. Movimiento horizontal de la vía, con objeto de hacer coincidir su eje con el del trazo.

ALMEJA. Cucharón de quijadas automáticas de una draga que se utiliza para manejar materiales sueltos como tierra, arena, grava, piedra triturada y para excavar y sacar material de lumbreras, pozos de visita, alcantarillas, zanjas con ataguías, zanjas para muro Milán, etcétera.

ALTA TENSION. Son los sistemas que operan en voltajes superiores a 1000 volts entre conductores y mayores de 600 volts con respecto a tierra, en corriente alterna. Estos valores son representativos también para corriente directa o corriente continua.

ANCLAS. Elementos estructurales que incrustados en roca, ahogados en concreto, o unidos a una estructura metálica sirven de apoyo para transmitir esfuerzos y/o evitar derrumbes.

ANDENES. De usuarios: acera colocada, paralela a un tramo de vía donde el público aborda o desciende de los vagones. De maniobras: acera para efectuar el cambio de cabina, operación que realice el conductor. De descarga: acera en el área de talleres para descarga de material y equipo para mantenimiento.

APARATOS DE VIA. Accesorios que permiten el traslado del material rodante de una vía a otra. Poseen un vía recta y una vía desviada; dependiendo de la colocación de esta última, se nombran a derecha o a izquierda.

APAREJO. Sistema de poleas, compuesto de dos grupos, fijo el uno y móvil el otro, con lo que se logra una multiplicación de fuerza.

APARTARRAYOS. Dispositivo que se instala en las líneas eléctricas para protegerlas contra las sobretensiones y descargas eléctricas o atmosféricas.

APLANADO. Recubrimiento de mortero u otro material lanzado o aplicado sobre los paramentos para lograr una capa protectora de acabado superficial uniforme.

APUNTALAMIENTO. Armado y colocación de soportes para asegurar temporalmente una construcción.

ATAGUIA. Estructura de protección para resistir empujes de tierras. También, estructura hermética que permite, mediante el bombeo, el abatimiento del agua para trabajar y construir en seco la obra.

ASTM. Siglas en inglés de la Sociedad Americana para Ensayes y Materiales (American Society for Testing and Materials).

ATARJEA. Conducto que recibe las descargas domiciliarias de aguas servidas, así como los escurrimientos pluviales captados por obras especiales.

ATRAQUE. En tuberías, estructura que se construye en los cambios de dirección de tuberías a presión para resistir los empujes hidrostáticos.

AWS. Siglas en inglés de la Sociedad Americana de Soldadura (American Welding Society).

AZOLVE. Material depositado por corrientes fluviales que invaden las excavaciones y obras.

BACHA. Cantidad de materiales mezclados que en cada ciclo, produce una revolvedora o una planta mezcladora de concreto.

BAJADA DE AGUA. Tubería de lámina galvanizada, hierro fundido, PVC, etc., generalmente vertical, que conduce las aguas negras y pluviales desde las partes altas de las construcciones hasta el albañal.

BAJA TENSION. Sistemas que operan en voltajes de 50 a 1000 volts entre conductores o hasta 6000 volts con respecto a tierra, en corriente alterna. Estos intervalos de valores son representativos también para corriente directa.

BALASTO. Material graduado, producto de la trituración y clasificación de la piedra, que sirve para trasmitir a la estructura de apoyo las cargas concentradas que recibe de los durmientes, ofrece determinada resistencia a los desplazamientos de la vía, asegura el drenaje y evacuación de las aguas de lluvia o filtradas, constituye un amortiguador de vibraciones y permite una rectificación rápida de la nivelación y el trazo.

BALIZA. Dispositivo auxiliar de topografía.

BANDERERO. Persona encargada de prevenir a los conductores a que disminuyan su velocidad o hagan alto total en aquellos lugares en que haya cruces frecuentes de personal, vehículos, equipos de trabajo y peatones.

BANDEROLA. Elementos cuadrados de plástico o tela en color rojo brillante, aseguradas a un asta e instaladas en los dispositivos canalizadores o empleados por los bandereros.

BARANDILLA. Elementos de seguridad limitantes del movimiento peatonal que impiden el paso o caída de personas, o bien encauzan la circulación de peatones. Su altura es en general de 90 cm y puede ser de cualquier material que permita la visibilidad a través de ellos.

BARRA GUIA. Perfil metálico, cuya función es servir de guía al material rodante y como conductor de la energía eléctrica de tracción y además servir de soporte al tapiz electromecánico del sistema de pilotaje automático y de telefonía de alta frecuencia.

BARRERA. Valla u obstáculo que impide el paso o acceso a algún lugar; también los dispositivos empleados para reducir gradualmente el ancho de circulación de vehículos, en zonas afectadas por trabajos de construcción.

BASCULAMIENTO. Acción de subir y bajar como balancín. Descarga de material por volteo con un movimiento bascular.

BATEADO. Acción de acomodar mecánicamente el balasto en las partes inferiores y laterales de los durmientes.

BOGIE. Elemento del material rodante que soporta y suspende la carrocería e integra los equipos para propulsión, guía, rodamiento y frenado de los trenes.

BOMBEO. Acción de extraer o trasegar agua u otro líquido por medio de una bomba. En las tangentes de una obra vial, es la pendiente transversal que se le da a la superficie de rodamiento para el fácil escurrimiento del agua pluvial.

BROCAL. Perfil de la boca de un pozo de visita para alcantarillado; tramo de ademe que sobresale de la superficie de piso en el sitio de ejecución de un sondeo; piezas de concreto armado en forma de ángulo recto que protegen los bordes de la excavación y sirven de guía a las herramientas de excavaciones para muros tablestacas y lumbreras.

BY-PASS. Derivación o desvío corto en paralelo, de una tubería.

BUS. Conductor generalmente en forma de barra rectangular donde se realizan los arreglos de conexiones entre terminales de un gabinete o equipo.

CABECERO. Pozo de visita para alcantarillado en el que se inicia un ramal.

CADENAMIENTO. Valor determinado por distancias obtenidas en campo sobre los puntos preestablecidos.

CAIDA DE TENSION. Reducción del voltaje entre dos puntos debido a la reactancia o resistencia de un circuito.

CAJA DE CONEXION. Elemento empleado en las instalaciones eléctricas, que aloja los empalmes, permite la salida de los conductores, facilita el cableado en los ductos y en algunos casos se destina a soportar o alojar implementos eléctricos.

CAJON. Espacio libre entre dos durmientes. Marco que, fijado en un muro, define el vano o claro de una puerta, de una ventana o de un marco. Tajo en el terreno para una obra civil.

CALIBRE. De riel: peso por unidad de longitud; de alambre o conductor; designa su diámetro; de lámina: su espesor; en geometría: verificación de dimensiones y cotas; de motores: verificación del comportamiento de los motores bajo diferentes valores de aceleración y velocidad.

CALZADA. En calles y puentes, la superficie comprendida entre guarniciones y destinada al tránsito de vehículos.

CALZAR. Acción de retacar o comprimir el balasto bajo el durmiente para nivelar la vía. Introducir una cuña de material adecuado bajo un puntal, troquel o andamiaje para tener apoyo firme.

CAMARA PLENA. Espacio confinado que tiene como fin servir como medio de transporte a un volumen de aire.

CANAL DE SEÑALIZACION. Estructura rígida de aluminio anodizado, pintado con el color característico de la línea, así como con el símbolo y nombre de la estación correspondiente; su función específica es de orientación al usuario.

CANDELERO. Pieza metálica que forma parte del anclaje del aislador sobre el durmiente.

CAPTOR. Dispositivo utilizado para captar o recibir ondas hertzianas.

CARPINTERIA. Elementos que forman parte de una edificación u obra cualquiera, fabricados en obra o en taller a base de madera, de productos derivados de ésta o de otros materiales que se trabajan como la propia madera.

CATALOGO. Documento emitido por el DDF o COVITUR en el que se listan los conceptos de obra, sus alcances, unidades y precios unitarios. Documento que contiene los datos anteriores y en el cual el proponente anota sus precios unitarios y los correspondientes importes de cada concepto, así como el monto total de su proposición.

CATENARIA. Curva formada por una cadena, hilo o cable flexible sostenido en sus extremos y curvado por su propio peso.

CENTRO DE COMUNICACIONES (CC). Local ubicado en el Puesto Central de Control que cuenta con una red de telecomunicaciones que permite al controlador informar y dar órdenes a los conductores de los trenes y jefes de estación, así como mantener una comunicación rápida y segura; también le posibilitan el controlar el sonido en las estaciones.

CERRAJERIA. Mecanismos que se instalan para asegurar, fijar, cerrar y abrir determinados elementos de un edificio u obra.

CIMIENTO. Parte de la obra que transmite directamente al suelo las fuerzas o cargas externas que actúan en ella.

CIRCUITO DE VIA (CDV). Conjunto de dispositivos eléctricos que regula automáticamente el tráfico de trenes en las líneas del Metro, por medio de secciones formadas de rieles aislados entre sí.

CLEMA. Dispositivo generalmente de madera, utilizado para fijación y peinado de cables.

CLOTOIDE. Espiral de transición donde los radios de curvatura de cada uno de sus puntos están en razón inversa de los desarrollos de sus respectivos arcos y permite pasar de un alineamiento recto a uno circular dando seguridad al tren y confort a los pasajeros manteniendo la velocidad lo más alta posible.

CONDUCCION LIBRE EN TZ (CLTZ). Forma excepcional de conducción al fallo de las cuatro formas de conducción (PA, CMC, CML y CMR) a una velocidad media limitada en todas las zonas.

CONDUCCION MANUAL CONTROLADA (CMC). Forma de conducción del tren en la cual el mando está a cargo del operador y éste a su vez debe respetar los límites de velocidad para el sistema de pilotaje automático.

CONDUCCION MANUAL LIMITADA (CML). Primera opción de conducción del tren, que se efectúa al fallo de conducción por pilotaje automático o manual controlada; las velocidades que permite son: 50 km/h en interestaciones, 25 km/h en zona de maniobras, y 15 km/h en talleres.

CONDUCCION MANUAL RESTRINGIDA (CMR). Segunda opción de conducción del tren, que se efectúa al fallo de conducción por pilotaje automático o manual controlada; la velocidad permitida es de 35 km/h en todas las zonas.

CONTACTOR AUXILIAR DE PROTECCION (CIP). Interruptor automático auxiliar, empleado para enlazar los circuitos que alimentan la corriente de tracción a los tramos de protección (cupón neutro) ubicados en el tramo de barra guía, denominado zona.

COLA DE MANIOBRAS. Zona que permite a los trenes efectuar las siguientes operaciones: cambio de vía principal, movimiento de estacionamiento y desestacionamiento, y acceso a la fosa de visita para mantenimiento del material rodante.

COLADO. Colocación de concreto hidráulico en un molde.

COMPACTACION. Operación mecánica para reducir el volumen de vacíos entre las partículas sólidas de un material, con el objeto de aumentar su peso volumétrico y su capacidad de carga.

CONCEPTO DE TRABAJO. Conjunto de operaciones y materiales que de acuerdo a las normas y especificaciones respectivas, integran cada una de las partes en que se han dividido convencionalmente los estudios y proyectos; la ejecución y equipamiento de las obras, la puesta en servicio, su conservación o mantenimiento y la supervisión de estos trabajos con fines de medición y pago.

CONCURSO. Procedimiento para la adjudicación de contratos que celebra COVITUR y que incluye: la convocatoria, la inscripción de concursantes, la apertura de proposiciones, el dictamen y fallo, y en su caso la firma de contratos; estos actos estarán sujetos a las disposiciones de la Ley de Obras Públicas, a su reglamento, a las Normas para la Ejecución de Obras Públicas, y a estas Especificaciones.

CONDUCTOR. Alambre, cable o barra de metal con forro aislante o sin él, que sirve para conducir energía eléctrica.

CONTACTORES DE SECCIONAMIENTO (CS). Interruptor automático que asegura la continuidad de la corriente de tracción entre dos secciones adyacentes.

CONTRALORIA. La Secretaría de la Contraloría General de la Federación.

CORONA. Es la superficie de la vía terminada.

CORRESPONDENCIA (TRANSBORDO). Estación en la que se cruzan dos líneas del Metro y en la cual se puede efectuar el transbordo de pasajeros o usuarios de una línea a otra.

CORRIENTE ALTERNA (CA). Corriente eléctrica a una determinada frecuencia cuyo valor medio durante un periodo es cero.

CORRIENTE CONTINUA (CC). Corriente unidireccional cuyo valor es sensiblemente constante.

COVITUR. Es la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano, órgano desconcentrado del Departamento del Distrito Federal, con la personalidad, facultades y atribuciones que le confiere la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal y demás disposiciones legales. Es la que ha dictado estas Especificaciones y la encargada de cuidar su correcta aplicación y vigencia.

CRUCETA. Tramo de barra guía que forma la parte fija del cambio de vía e interrumpe el paso a flujo de corriente por la misma barra.

CUERDA (en arcos). Línea recta que une dos puntos de una curva.

CUPON NEUTRO. Sección de la barra guía aislada eléctricamente por dos o más bloques aislantes.

CURADO. Aplicación a las superficies expuestas del concreto hidráulico, de agua, materiales húmedos o películas impermeables para evitar que se evapore el agua interna de mezclado, y lograr así la completa hidratación de los compuestos del cemento Portland.

CHAROLAS (soporte para cables). Estructuras metálicas rígidas y continuas, construidas especialmente para soportar y contener conductores eléctricos.

CHEVRON. Forma en zigzag, de las canales impresas en las almohadillas de hule, utilizadas en los durmientes de concreto.

CHOPPER. Sistema de alimentación de los motores de tracción, por medio de elementos electrónicos llamados tiristores, los cuales proveen al motor sólo de la energía necesaria para su arranque.

DEMOLICIONES. Trabajos que se ejecutan con el objeto de deshacer, derribar y desmantelar una obra, seleccionándose y estibándose los materiales aprovechables y retirando los escombros, de acuerdo a lo fijado en el proyecto y lo ordenado por el Representante.

DESPACHO BAJO ORDEN (DBO). Dispositivo indicador que autoriza la salida del tren de la estación, con la finalidad de regular el intervalo entre trenes.

DESPIECE. Determinación de cada uno de los elementos que forman parte de una estructura.

DESPLANTE. Superficie sobre la cual se asienta una estructura.

DESVIACIONES. Caminos auxiliares de carácter provisional, que tienen por objeto desviar el tránsito por fuera de las obras para facilitar la construcción o reparación de éstas.

DEVANADO. Enrrollamiento de alambre sobre un núcleo distribuido en una o más capas.

DIAGRAMA DE DISTRIBUCION. Representación de una instalación eléctrica, que muestra la forma en que se distribuyen los circuitos.

DIAGRAMA UNIFILAR. Es la representación esquemática de una instalación eléctrica desde una acometida hasta el último de los circuitos, con indicación de interruptores, tableros, etcétera.

DIAPASON. Elemento metálico, alineado a los torniquetes, que no permite el paso de los usuarios, que se efectúa solamente a través de los torniquetes.

DIODO. Semiconductor que tiene como fin rectificar la forma de onda de la tensión y la corriente.

DOVELAS. Piezas estructurales con que se integran los anillos o bóvedas para soporte de las estructuras subterráneas o para proteger los conductos.

DUCTO. Conducto tubular abierto o cerrado, destinado a alojar tuberías, alambres y cables.

EFECTO CORONA. Ionización del aire que rodea a un conductor causada por la influencia de un alto voltaje.

EJE DE ENTREVIA. Línea virtual que se conserva siempre paralela y equidistante a los ejes de las vías; en zona de curva horizontal sirve de referencia para ubicar el peralte máximo de la losa de fijación para vía sobre concreto.

EJE DE TRAZO. Línea virtual que sirve de apoyo para dar posición a los ejes de construcción de la obra civil y electromecánica.

EJE DE VIA. Línea virtual que sirve de referencia para ubicar paralela y simétricamente todos los elementos que conforman la vía.

ELECTROSMOSIS. Movimiento del agua contenida en los espacios capilares de un suelo debido a la interacción eléctrica entre las partículas minerales del suelo y los iones intercambiables contenidos en el agua que los cubre o rodea.

ELEMENTOS DE VIA. Son todos los dispositivos y materiales utilizados para la instalación de la barra guía, riel y pista que conforman las vías del tren de pasajeros, Metro.

ENCLAVAMIENTO. Restricción impuesta al movimiento de trenes en un itinerario.

END-POST. Separador aislante para riel o pista metálica.

ENERGIZACION. Acción de suministrar el potencial eléctrico a los dispositivos, equipos y sistemas previamente diseñados para funcionar con energía eléctrica, que conforman las instalaciones electromecánicas del Metro.

ENLACE (espuela). Vía secundaria que cumple la función de comunicación entre líneas, ya sea para alimentación de trenes a las mismas o para mantenimiento de éstas.

ENTREVIA. Ancho de la vía. Distancia normal entre los ejes de dos vías.

EQUIPO DE TRACCION. Conjunto de elementos que aseguran la transformación, distribución y alimentación de energía eléctrica al material rodante.

EQUIPO RODANTE. Término que se le da a los trenes que conforman al Metro los cuales están formados generalmente por nueve carros, seis de ellos impulsados por motores de corriente continua y los restantes son remolcados.

ERGONOMICOS. · Relativo a los movimientos del cuerpo humano en su relación con las máquinas y otros elementos fijos y los espacios necesarios para que estos movimientos se produzcan con comodidad para el hombre.

ESCANTILLON DE VIA. Plantilla o patrón que sirve para trazar las líneas y fijar las dimensiones según las cuales han de separarse entre sí los rieles. Medida entre los bordes interiores del hongo del riel, a 16 mm abajo de la cabeza o superficie de rodamiento.

ESCUDO. Estructura utilizada en el frente de avance de un túnel para soportar las paredes durante el tiempo que dura la excavación de un tramo y la colocación del anillo de recubrimiento.

ESPECIFICACIONES. Conjunto de disposiciones, requisitos e instrucciones particulares que COVITUR fija o dicta para la ejecución de sus obras y las cuales modifican, adicionan o sustituyen a las normas correspondientes y que deben aplicarse ya sea para el estudio, para el proyecto y/o para la ejecución y equipamiento de una obra determinada, la puesta en servicio, su conservación o mantenimiento y la supervisión de estos trabajos. En lo que se oponga a las Normas, las Especificaciones prevalecerán. Estas Especificaciones se encuentran contenidas en los Libros 1 a 5 en su última edición.

ESTABILIZACION DE SUELOS. Incorporación a un suelo de un determinado producto para disminuir su plasticidad y/o aumentar su resistencia.

ESTACION. Punto del eje de una obra vial o de la línea base del seccionamiento de un banco; unidad de longitud de 20 m también conocido como cadenamiento. Construcción que forma parte de las líneas del Metro, que cuenta con instalaciones para uso del público y con los servicios que requiere la operación de la estación.

ESTANCO. Impermeable, que no pemite el paso de agua.

ESTIMACION. Es un documento que de común acuerdo formulan el Contratista y el Representante, en el que se hace la evaluación periódica de los trabajos que han sido realizados por el Contratista. Se integra con los conceptos de trabajo, sus unidades, sus precios unitarios y montos totales.

EXTRADOS. Lecho superior de la losa de techo.

ESTRUCTURA. Arreglo o disposición de materiales o elementos de construcción que, de acuerdo con el proyecto, integran el todo de una obra, su parte fundamental o una de sus partes principales. Parte de una obra vial, fabricada con cualquier material, tal como un terraplén, un muro de sostenimiento, etc.; o cualquier construcción provisional o definitiva que sirva para dar paso a la misma sobre agua o sobre una depresión. Conjunto de elementos resistentes que forman el armazón o esqueleto de un edificio.

ESTRUCTURAS DE ACERO. Las formadas de acuerdo con el proyecto y lo ordenado por el Representante, por uno o varios miembros o partes de acero estructural o de alta resistencia, que integran un todo.

ESTRUCTURAS DE CONCRETO PRESFORZADO. Las integradas de acuerdo con el proyecto y lo ordenado por el Representante, por uno o varios elementos de concreto hidráulico sometido a esfuerzos previos y distintos a los que provocarán en ellos las cargas de trabajo.

ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO. Las integradas de acuerdo con lo fijado en el proyecto y lo ordenado por el Representante, por uno o varios miembros de concreto hidráulico y acero de refuerzo, colados en el lugar o precolados y fijados convenientemente en la obra.

ESTRUCTURAS DE MADERA. Las formadas de acuerdo con lo fijado en el proyecto y lo ordenado por el Representante, por uno o varios miembros o partes de madera clasificada, natural o preservada, que integran un todo resistente.

ESTUDIO. Conjunto de trabajos, de investigaciones y de análisis necesarios para determinar y establecer la justificación y/o las características de una obra.

EXCAVACION. Remoción y extracción de materiales, efectuada de acuerdo con lo fijado en el proyecto y lo ordenado por el Representante para desplantar o alojar una estructura.

FACTOR DE DEMANDA. Relación entre la demanda máxima medida a la carga total conectada.

FACTOR DE DIVERSIDAD. Relación del total de las demandas individuales entre la demanda máxima de un alimentador, de una subestación o de un sistema.

FALDON. Losas de concreto o láminas que se proyectan hacia abajo con fines de protección o decorativas.

FALLAS (Mecánica de suelos). Por extrusión: deformación excesiva de terrenos blandos que se presenta en superficies sin revestimiento, en excavaciones subterráneas o en excavaciones a cielo abierto profundas como lumbreras o trincheras; de fondo: deformación o deslizamiento del fondo de una excavación cuando los esfuerzos cortantes exceden la resistencia de los suelos a lo largo de superficies críticas de falla; de pateo: desplazamiento o deformación del terreno que se presenta por la rotación de muro Milán, cuando la distancia entre el último nivel de puntales y el fondo de la excavación resulta excesiva; por subpresión: desplazamiento, deslizamiento o deformación excesiva de las capas de terrenos impermeables o revestimiento que forman el fondo o paredes de una excavación realizada bajo el nivel freático, debido al empuje hidrostático o a la subpresión.

FASE. Nombre con que se designa a los conductores eléctricos con potencial distinto de cero.

FILTRO. Materiales graduados que se colocan en el respaldo de un muro o de un pedraplén para evitar la fuga de materiales finos.

FOSAS DE VISITA. Espacio abierto bajo las vías, que permite efectuar la revisión y mantenimiento de los carros del Metro.

FRENTE DE TRABAJO. Tramo o parte de una obra donde se efectúan diferentes trabajos programados.

FRANQUEAMIENTO DE LA SEÑAL. Paso del material rodante sobre una señal en alto.

FUSIBLE. Dispositivo de protección que interrumpe el paso de corriente eléctrica cuando el amperaje sobrepasa cierto valor.

GABINETE. Mueble metálico que permite alojar equipos, dispositivos o sistemas.

GALIBO. Dimensión mínima de la sección transversal al eje de la vía, que debe estar libre de obstáculos para permitir el paso de los trenes.

GARGOLA. Caño que sobresale del muro y da salida al agua pluvial.

GRADO DE CURVATURA. Angulo que subtiende una cuerda de 20 m en una curva circular.

GRADO MAXIMO DE CURVATURA. Límite superior del grado de curvatura que puede usarse en el alineamiento horizontal de una obra vial.

GRAPA O SAPO. Pieza metálica que fija al riel sobre el durmiente, mediante un tornillo y que evita cualquier deslizamiento.

GRUA. Máquina que sirve para levantar pesos y llevarlos de un punto a otro, dentro del círculo que su brazo describe o del movimiento que puede tener.

HERRERIA. Parte metálica no estructural de un edificio u obra, que se elabora en el sitio o en taller, con perfiles laminados, tubulares o extruidos (Puertas, ventanas, canceles, etc.).

HIGROSCOPICO. Material que tiende a absorber y retener la humedad.

HINCAR. Clavar en el terreno estacas, pilotes, tablestacas u otra estructura prefabricada.

HISTERESIS. Fenómeno por el cual la imantación de cuerpos ferromagnéticos depende no sólo del valor presente del campo magnético, sino también de un previo estado magnético.

HOMOLOGACION. Aprobación o autorización de materiales, productos o equipos, para su utilización en las instalaciones del Metro.

HONGO DEL RIEL. Parte superior del riel, sobre la cual rueda el equipo ferroviario.

HORA-MAQUINA ACTIVA. Una hora de tiempo efectivo de trabajo de una máquina, vehículo o equipo.

HUELGO. Holgura que queda entre grapas y perfiles (riel y pista), o bien entre grapas y durmientes de concreto, en la instalación de las vías para el Metro.

IMPEDANCIA. Suma vectorial de la resistencia y las reactancias capacitiva e inductiva.

IMPLANTACION DE SEÑALIZACION. Conjunto de trabajos dirigidos a la colocación de elementos, dispositivos y equipo para señalización en las instalaciones del Metro.

INSPECCION DE OBRAS. Acción de examinar y comprobar que los trabajos que se realizan cumplen, en todas sus partes, con los requisitos establecidos en los planos del proyecto y en las especificaciones.

INSTALACION ELECTRICA. Conjunto de ductos, tuberías, conductores, dispositivos y equipos, cuya finalidad es el suministro y la distribución de energía eléctrica en un edificio u obra en general.

INSTALACION HIDRAULICA Y SANITARIA. Conjunto de tuberías, dispositivos y equipos, cuya finalidad es abastecer y distribuir agua potable o desalojar aguas negras y pluviales de un edificio u obra.

INSTALACION DE SONIDO. Conjunto de conductores, dispositivos y equipos instalados en un edificio para transmitir sonidos.

INTERESTACION. Distancia entre dos estaciones consecutivas.

INTERRUPTOR DE VIAS SECUNDARIAS (IVS). Dispositivo eléctrico empleado para enlazar los circuitos que alimentan la corriente de tracción a las vías secundarias.

INTERVALO. Lapso de tiempo que debe existir entre el paso o salida de los trenes.

INTRADOS. Lecho inferior de la losa de techo.

ITINERARIO. Recorrido preestablecido por el usuario; también recorrido de los trenes del Metro.

JARDINERIA. Trabajos que se realizan con especies vegetales para el ornato exterior o interior de un edificio u obra en general.

JEFE DE ESTACION. Persona encargada de la operación y control de una estación de las líneas del Metro.

JEFE DE REGULADORES (JR). Programa las salidas y número de trenes, vigila y modera el control de todos los tableros de control óptico y del centro de comunicaciones.

JUNTA AISLANTE (JA). Conjunto de elementos que seccionа tanto riel como pista por medio de un separador aislante, formando los circuitos de vía para señalización.

JUNTA DE DESBLOQUEO. Junta aislante adicional colocada antes de la señal correspondiente para disminuir el tiempo de desbloqueo de la penúltima señal de la junta.

JUNTA MECANICA. Conjunto de elementos cuya finalidad principal es la unión mecánica de los tramos que integran los perfiles de pista y riel.

JUNTEAR. En albañilería, unir o juntar con mortero.

LADERO. Vía auxiliar, conectada en sus dos extremos a una troncal o a otra auxiliar.

LANZADORA. Instrumento compuesto por una boquilla y manguera, que forma parte de un equipo o máquina de lanzado de concreto, de la cual sale el concreto proyectándolo sobre una superficie y con una presión determinada.

LIBRAMIENTO. Espacio limitado provisional para la circulación de vehículos o de personal durante la construcción parcial o total de una obra.

LIMPIEZA. Conjunto de trabajos realizados en el interior y áreas exteriores de una obra para desalojar los materiales sobrantes y los escombros resultantes incluyendo el aseo final para la entrega de la obra.

LINEA (SUPERFICIAL, CAJON, TUNEL, ELEVADA). Conjunto formado por las vías y pistas (sobre las cuales circulan los trenes del sistema Metro), los accesorios de vía, los dispositivos de operación y control de los trenes, su estructura de apoyo, las estaciones y demás instalaciones auxiliares. Línea superficial: la estructura de apoyo de los elementos de vía, compuesta por una losa y dos muretes laterales de contención, se desplanta a una profundidad promedio de 1.30 m, dando como resultado que la circulación de los trenes se realice aproximadamente en la superficie del terreno y que las estaciones tengan el piso aproximadamente al nivel del terreno. Línea subterránea en cajón: la estructura en la que circulan los trenes del sistema, es de concreto reforzado, de sección rectangular, construida a cielo abierto y desplantada a la menor profundidad posible. Línea elevada: el apoyo de los elementos de circulación de los trenes es una estructura que permite el libre paso de vialidades transversales y longitudinales y evita el desvío de instalaciones municipales. La estructura está formada por zapatas de concreto reforzado, apoyadas en pilotes de fricción, una sola hilera de columnas en sentido transversal y vigas de concreto postensado en sección cajón, con un claro de 35 a 45 m aproximadamente. Líneas subterráneas en túnel: la circulación de los trenes, las estaciones e instalaciones, se encuentran alojadas en túneles, sencillos o dobles, excavados a una profundidad que permita llevar a cabo un procedimiento constructivo seguro, según el tipo de suelo y la ubicación adecuada de accesos a las estaciones para que los usuarios no bajen a grandes profundidades.

LINEA B2 ENTERRADA (ENCOVADA). Tendido de los conductores portadores del programa de marcha del pilotaje automático, donde el enlace se realiza a través de tablillas terminales.

LINEA DE COLIMACION. Alineación de puntos o mojoneras fijos en la superficie del terreno para la observación y medición de los desplazamientos horizontales entre ellos por medio de un teodolito o tránsito.

LIQUIDACION. Es la valorización total de las obras ejecutadas, en los términos del contrato y conforme a la cual se formula la estimación final. Si en los términos del contrato, se efectúan recepciones parciales "Liquidación" tendrá el significado de "Estimación".

LOCAL TECNICO. Lugar cerrado y cubierto, localizado en las estaciones, previamente acondicionado, donde se concentran los equipos de control del Metro.

LORRY (LORNES). Vagoneta pequeña utilizada para transportar materiales necesarios para la construcción o reparación de una vía.

LUMBRERA. Excavación vertical, generalmente de sección circular, que permite el acceso a las obras subterráneas.

LUMINARIO. Aparato que distribuye, filtra o controla la luz emitida por una o varias lámparas, el cual incluye todos los accesorios necesarios para la fijación, protección y funcionamiento de estas lámparas.

LUX. Unidad de iluminación equivalente a un lumen por metro cuadrado.

MADRINA. Viga o trabe horizontal para apoyar o rigidizar los elementos verticales o longitudinales de una estructura de soporte o contención.

MAESTRA. Pieza colocada o construida en el lugar de trabajo, que sirve para determinar puntos de una superficie.

MAMPARA. Elementos de uno o varios materiales que se emplean para recubrimientos de paredes y muros en interiores o exteriores de estaciones o edificaciones.

MAMPOSTERIA. Elementos estructurales construidos a base de piedra o mortero de cal o de cemento, con o sin junteo aparente, según se fije en el proyecto.

MANDO CENTRALIZADO. Sistema que permite la concentración de toda la información generada por los equipos de señalización, pilotaje automático y telecomunicación, con la finalidad de regular la operación de la red del Metro.

MANDO DE MARCHA. Conjunto de dispositivos para poner en marcha, regular, gobernar y parar el material rodante.

MANIPULADOR. Conmutador múltiple usado para conectar los dispositivos eléctricos del material rodante, obedeciendo a una combinación preestablecida.

MARIMBA. Plafón falso a base de elementos paralelos separados, cuya función además de la estética es ocultar alguna instalación.

MARCHA TIPO. Movimiento del material rodante a una velocidad ideal uniforme, de acuerdo a su diseño y dentro de las normas de seguridad establecidas por la señalización.

MARCHA EN VACIO. Movimiento del material rodante durante la etapa de pruebas, en donde la marcha del tren se efectúa sin pasajeros a velocidades preestablecidas de acuerdo con las condiciones a las que estará sometido.

MARCHA LLUVIA. Movimiento del material rodante en donde el control de la velocidad y gobierno del tren debe someterse a la mayor seguridad.

MATERIAL RODANTE. (Ver equipo rodante).

MECHEROS. Artefacto de iluminación provisto de un recipiente lleno de combustible con una mecha que sobresale de la tapa por un agujero.

MEDICION. Determinación de las cantidades de obra ejecutadas, hasta una fecha dada, de acuerdo con las Normas de Construcción y las Especificaciones que sean aplicables y que sirvan para formular las estimaciones y liquidaciones relativas.

METRO. Contracción convencional de Metropolitano, con el que se designa el sistema de transporte colectivo del tren metropolitano.

MOLDE. Parte de la cimbra que recibe directamente el concreto hidráulico y que está en contacto con él; puede ser de madera, metal u otro material. En la prefabricación: formas de madera, metal u otro material que sirven para la fabricación de piezas de concreto hidráulico, de acuerdo con secciones de proyecto. Conjunto de piezas huecas de material refractario que reciben y dan forma al material fundido.

MUFA. Pieza diseñada para alojar los elementos que proporcionan protección eléctrica a las conexiones de conductores y que al mismo tiempo les brinda protección mecánica.

MURO MILAN. Muro de contención de concreto armado, colado "in situ", en una trinchera excavada mediante una cuchara doble (tipo almeja) y estabilizada con lodo bentonítico.

MURO TAPON. Muro que se construye en la parte final de un cajón o túnel para cerrar o delimitar el área.

NAVES. De depósito: local destinado para resguardo de los trenes durante las horas de suspensión de servicio al público. De gran revisión: local con instalaciones especiales para efectuar el mantenimiento mayor y menor a las unidades de material rodante. De pequeña revisión: local con las instalaciones necesarias para el mantenimiento correctivo y preventivo del material rodante (mantenimiento menor).

NICHO. Cavidad o espacio ubicado en el muro del cajón o túnel, en el que se alojan instalaciones electromecánicas o bien se utilizan para proteger al personal de operación y mantenimiento al paso de los trenes.

NIVELACION DE LA VIA. Ajuste de la posición y altura de acuerdo a la información contenida en los planos de instalaciones del proyecto.

NOM. Normas Oficiales Mexicanas de la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

OBRA CIVIL. Conjunto de actividades de construcción de una edificación o instalación dentro del campo de la ingeniería civil que se ejecutan sobre, en o bajo el nivel del terreno superficial, sujeto a lo indicado en el proyecto y a las especificaciones o normas que rigen esa construcción.

OBRA ELECTROMECANICA. Conjunto de trabajos de construcción o preparación, encaminados a la instalación de equipos y sistemas electromecánicos.

OBRAS INDUCIDAS. Conjunto de actividades programadas, relativas a dar solución a todas aquellas interferencias que se presentan para llevar a cabo la construcción de las obras del Metro, las cuales se podrán desarrollar en forma independiente o paralela a las obras.

OBRAS PRELIMINARES. Conjunto de trabajos y obras tales como: limpieza del terreno, trazo, colocación de cercas y demoliciones, que deben ejecutarse antes de iniciar una obra para preparar el terreno y las construcciones colindantes, así como para facilitar y permitir la iniciación de la construcción.

ORDEN DE TRABAJO. Documento con el que COVITUR ordena y autoriza al Contratista la ejecución e iniciación de la obra o trabajo encomendado, y con el que se entregan también los datos de construcción.

PASARELA. Zona de circulación exclusiva para personas, que puede ser elevada, superficial o subterránea para acceso al Metro, o en edificaciones, con características de seguridad y comodidad.

PASO A DESNIVEL. Cruzamiento, en planos de distinta elevación, de dos o más vías terrestres en las que se puede transitar simultáneamente.

PARADEROS. Areas destinadas a vehículos, generalmente en las estaciones del Metro, para el ascenso y descenso de personas con características especiales de circulación, seguridad y comodidad.

PARRILLA. Armazón, generalmente de varillas de acero, que puede construirse por separado o en el lugar dando la forma deseada del elemento por reforzar.

PC. En el alineamiento horizontal, punto donde principia una curva.

PUESTO CENTRAL DE CONTROL (PCC). Local donde se tiene un conjunto de elementos e instalaciones que centralizan la información y los medios de control y mando.

PCR. En el alineamiento horizontal, punto de inflexión de dos curvas circulares con deflexiones de sentido contrario.

PCV. En el alineamiento vertical, punto donde principia una curva.

PUESTO DESPACHO DE CARGA (PDC). Sitio donde se controla y verifica la cantidad de energía en las subestaciones de rectificación y subestaciones de alumbrado y fuerza.

PEINE. Disposición en forma paralela de vías, o cables conductores. En túneles: excavación que se hace para alcanzar la

línea establecida en el proyecto para fijar los límites de excavación adicional en todas aquellas zonas de las paredes o de las bóvedas de los túneles donde con el proceso normal de excavación no se alcanzó la sección especificada.

PERFIL. Corte vertical y acotado que se da como complemento del plano para poder apreciar mejor el relieve del terreno.

PERFIL ESTRATIGRAFICO. Corte del terreno que muestra la sucesión y la forma de las capas geológicas.

PI. En el alineamiento horizontal, punto donde se intersecan dos tangentes consecutivas.

PILOTE. Elemento cilíndrico de madera, de concreto hidráulico, o metálico, que se hinca en el terreno para soportar los cimientos de una construcción.

PILOTEAR. Hincado de pilotes.

PILOTE PRECOLADO. Elementos precolados de concreto hidráulico simple o reforzado, según el caso particular, que se hincan en el terreno para formar parte de la cimentación de una estructura, según el proyecto.

PISTA DE RODAMIENTO. Perfil de la vía del tren de pasajeros Metro, en el cual se deslizan los neumáticos del material rodante, recibe directamente la carga que produce su paso y además se utiliza como conductor de señalización.

PIV. En el alineamiento vertical, punto de intersección de dos tangentes consecutivas.

PLACA DE ASIENTO. Aditamento plano de hule que se coloca entre un durmiente y un elemento de vía que apoya en él, para una mejor transmisión de la carga y para protección del durmiente.

PLAFON. Conjunto de determinados materiales suspendidos y adheridos a los elementos estructurales con fines funcionales y/o decorativos.

PLANCHUELA. Piezas de forma especial que sirven para unir los extremos de los rieles o de las pistas.

PLANCHUELA AISLANTE. Elemento de material aislante que permite la unión mecánica de los perfiles que conforman el riel y pista e impide el paso de corriente eléctrica en la junta.

PLANCHUELA DE COMPROMISO. Las de forma especial, utilizadas para unir extremos de rieles de diferentes secciones.

PLANOS. Representaciones gráficas a escala que, aprobados por COVITUR o su Representante definen las características y ubicación de una obra.

PLANTILLA. Capa de pedacería de ladrillo, de grava, de concreto hidráulico simple, etc., que convenientemente tendida y compactada, sirve de asiento a cimientos, tuberías y ductos.

POLIGONAL. En topografía: figura geométrica abierta o cerrada formada por varias líneas rectas consecutivas trazadas y medidas en el terreno.

POLIGONO DE VELOCIDAD. Representación de las velocidades máximas autorizadas a lo largo de la línea.

PRECARGA EN PUNTALES. Presión que se le aplica a los puntales una vez que han sido colocados apoyando una estructura de contención, con el fin de resistir los empujes y de evitar los desplazamientos.

PUESTO DE RECTIFICACION (PR). Se denominan también subestaciones de rectificación, cuya función es la transformación de la energía de suministro que llega en corriente alterna, a 750 volts de corriente continua y la alimentación de las vías.

PRECIO ALZADO. Precio único convencional con el que se paga una obra o parte de ella.

PRECIO UNITARIO. Es el importe de la remuneración o pago total que debe cubrirse al Contratista por unidad de obra, de cada uno de los conceptos de obra y/o trabajo que realice.

PRESERVACION DE MADERA. Tratamiento de la madera para aumentar su resistencia al intemperismo y a la acción de otros agentes destructivos.

PRESERVACION DE LA MADERA POR IMPREGNACION. Introducción en la madera, debidamente acondicionada, de substancias preservativas para aumentarle su resistencia al intemperismo y a otros agentes destructivos.

PRESTAMOS. Excavaciones ejecutadas en los lugares fijados en el proyecto y/o por el Representante, con el fin de obtener los materiales para formar terraplenes.

PROGRAMA DETALLADO. Documento en el que COVITUR y el Contratista establecen el orden y los plazos de inicio y terminación de cada uno de los conceptos de obra, cuyos avances podrán ser controlados en el mismo documento.

PROGRAMA DE TRABAJO Y MONTOS MENSUALES DE OBRA. Forma que proporciona COVITUR para que el concursante anote las cantidades de obra y los importes de cada concepto que se compromete a ejecutar mensualmente.

PROGRAMA DE UTILIZACION DE EQUIPO. Forma que proporciona COVITUR para que el Concursante anote el equipo que utilizará mensualmente para la ejecución de cada concepto de obra.

PROYECTO. Conjunto de planos, especificaciones, documentos, y datos complementarios, a los que debe sujetarse la ejecución de una obra.

PROYECTO ARQUITECTONICO. Conjunto de planos, dibujos, croquis, memorias y especificaciones, que definen exhaustivamente las dimensiones, forma y acabado de todos los elementos que integran la obra.

PROYECTO DE INSTALACIONES. Conjunto de planos, esquemas, memorias, instrucciones y especificaciones necesarios para definir las características y localización de las redes, equipos y elementos que constituyen los servicios con alimentación permanente que requiere una obra.

PROYECTO ESTRUCTURAL. Conjunto de planos, cálculos, instrucciones, memorias y especificaciones que definen las dimensiones y posición de los elementos integrantes de una estructura, y la forma como se construyen.

PRUEBA DE CARGA. Comprobación de la resistencia y del comportamiento de una estructura o elementos de ella, aplicándole cargas estáticas y/o dinámicas para simular los esfuerzos a que estarán sujetos cuando trabajen o entren en servicio.

PSC. En el alineamiento horizontal, punto sobre curva.

PST. En el alineamiento horizontal, punto sobre tangente.

PT. En el alineamiento horizontal, punto donde termina una curva.

PTV. En el alineamiento vertical, punto donde termina una curva.

PUENTE. Estructura que se construye sobre la superficie del

suelo o de una masa de agua, para dar paso a través de una depresión o de un obstáculo.

PUESTO DE MANIOBRA. Lugar donde se lleva a cabo el control de circulación de trenes en colas, naves de depósito y talleres.

PUNTAL. Elemento con resistencia a cargas de compresión longitudinal con que se sostiene una pared o parte de un edificio para asegurar su estabilidad temporalmente.

RASANTE. En las tangentes de una obra vial, la intersección de las superficies de rodamiento con el plano vertical que contiene su eje. En las curvas, la intersección de la misma superficie con la de la vertical que contiene su eje en una vialidad, o que contiene el eje del riel interior en una vía férrea.

RECHAZO. En mecánica de suelos, carga o esfuerzo para el cual una herramienta de perforación, muestreo o pilote que se hinca ya no penetra.

RECTIFICACIONES. Es la transformación de una corriente alterna a corriente continua o directa.

RECUBRIMIENTOS. Determinados materiales colocados sobre elementos de un edificio u obra en general, con fines de protección y/o decorativos.

REGENERACION URBANA. Remodelación o reconstrucción de la zona de la ciudad afectada por las obras del Metro, mejorando su aspecto y funcionalidad.

RELLENOS. Tapado de oquedades dejadas por excavaciones para estructuras, obras de drenaje, etc., con el fin de protegerlas, utilizando para ello el producto o material proveniente de excavaciones o de bancos de préstamo, según lo fije el proyecto y/o lo ordene el Representante.

REPELLADO. Capa de mortero lanzado sobre un paramento con terminado liso o rugoso.

REPRESENTANTE. El titular de la Vocalía de Construcción, a cuyo cargo estará cuidar la ejecución de las obras y trabajos. La persona que, mediante poder que le confiere COVITUR, la representan directamente en la obra y tiene la facultad de supervisar los distintos aspectos de trabajo y exigir al Contratista que cumpla con las estipulaciones del contrato, del proyecto, de las Normas de Construcción, de estas Especificaciones y de las complementarias que en su caso se formulen para una obra o parte de ella.

RESIDENTE. Técnico representante de COVITUR ante el Contratista, cuya función es coordinar y supervisar las obras que ejecuta el Contratista, para que éstas se realicen apegadas al proyecto, programa, especificaciones, normas y demás condiciones y requisitos fijados en el contrato.

REVESTIMIENTO. Capas de materiales seleccionados que se tienden sobre las terracerías de vialidades, patios y otras áreas con el fin de servir como superficie de rodamiento. En la edificación, todo material con que se resguardan o adornan los paramentos.

REVOLTURA. Mezcla de cemento Portland, agua, agregados pétreos finos y gruesos, y aditivos en su caso, para fabricar concreto hidráulico.

REZAGA. En la construcción de túneles, producto de la excavación en la galería de avance o en el frente de ataque. Desperdicio resultante de la explotación de una pedrera.

RUEDA DE SEGURIDAD. Rueda metálica adjunta a la rueda neumática, cuya función es de apoyo cuando el neumático pierde presión, además de guiar el tren al pasar por los aparatos de vía.

SIMULACION DE MARCHA. Prueba estática en la que se simula el paso de un tren en los sistemas de control, localizados en el local técnico.

SECCIONADORES DE AISLAMIENTO TELEOPERADOS (SIT). Instrumento que permite en condiciones normales la continuidad de la corriente de tracción, entre secciones, el cual es operado sin carga y a distancia.

SOBREACARREO. Transporte de materiales más allá del acarreo libre, cuya distancia máxima o límite económico lo fija el proyecto y/o el Representante.

SOBREELEVACION. En el alineamiento horizontal y en terracerías: desnivel transversal entre los puntos extremos de la corona o entre guarniciones en una curva. En el mismo alineamiento y para vía férrea: desnivel transversal entre los hongos de los rieles en una curva.

SCT. Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

SECRETARIA. Para efecto de estas Especificaciones se entenderá la Secretaría de Programación y Presupuesto.

SEÑALAMIENTO. Elementos que se instalan o construyen para proporcionar en forma visual información, ubicación y restricciones de uso en las edificaciones del Metro. Así mismo se instalan en las vialidades a cada lado de la calle o colgados sobre los carriles para que se den a los usuarios las disposiciones marcadas para un adecuado uso.

SIFON. Conducto en forma de "U" invertida por el cual se hace pasar agua sobre otras instalaciones. Invertido: conducto deprimido por el cual se hace pasar agua por debajo de otras instalaciones.

SOBREVELOCIDAD. Velocidad anormal, que rebasa los límites establecidos por el pilotaje automático.

SOLDADURA ALUMINOTERMICA. Soldadura de los rieles hecha con el procedimiento basado en la combinación de óxido de hierro y aluminio cuyos compuestos, al alearse con el hierro, producen acero semejante al del riel.

SOPORTERIA. Conjunto de armazones, piezas, accesorios, aparatos o dispositivos que sirven de apoyo, sostén o de fijación a un elemento en una posición determinada.

STC. Sistema de Transporte Colectivo.

SUELO. Superficie de la corteza terrestre. Partículas de material que, formando parte de la corteza terrestre, se agrupan sin cementación estable, y cuyos tamaños están comprendidos entre las gravas y los coloides (de 75 mm a 2 micras).

SUMERGENCIA. Distancia entre el nivel mínimo del agua en un cárcamo y el cuerpo de tazones de una bomba vertical.

SUPERFICIE DE RODAMIENTO DEL METRO. La definida por los patines superiores de las pistas sobre las que ruedan las llantas verticales de los vagones del Metro.

SUPERFICIE DE RODAMIENTO PARA VIAS FERREAS. La definida por la parte superior de los hongos de ambos rieles, sobre los que transitan los trenes apoyados en las ruedas metálicas.

SUPERVISION DE OBRAS. Es una inspección permanente que realiza COVITUR a través de su Representante y de otras organizaciones autorizadas quienes además, cuidan de que se cumplan las condiciones estipuladas en el contrato, las fijadas en el proyecto o por el Representante mismo.

TABLERO DE CONTROL. Gabinete metálico que aloja los dispositivos eléctricos o electrónicos, así como sus accesorios, los cuales realizan las funciones de control de interfase o secuencia de operación.

TABLERO DE CONTROL OPTICO (TCO). Armario con señales, que permite observar en cualquier momento la posición de los trenes en circulación, la posición de los cambios de vía y el color de la luz de cada semáforo, e indica la alimentación de energía a las subestaciones.

TABLERO DE DISTRIBUCION. Gabinete metálico que aloja dispositivos de interrupción asociados con equipo de control, protección, medición y señalización, empleados para la distribución de circuitos de carga eléctrica.

TABLESTACADOS. Estructuras formadas por tablones de madera, machihembrados o no, por perfiles metálicos especiales o por piezas de concreto reforzado o presforzado, que se hincan en el terreno para formar paredes de ataguías o de contención de tierra en trabajos de cimentación o de otra índole, o bien, como defensa contra corrientes de agua; en todos los casos, de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o lo ordenado por el Representante.

TABLETA. Eléctrica: elemento de conexión, constituido por una serie de bornes o terminales montados en tablillas de material aislante, que permite el enlace con los sistemas de control. Estructural: elemento constructivo precolado.

TALUD. Superficie inclinada o vertical de un corte, de un terraplén o de un muro.

TANGENTE. Tramo recto del alineamiento horizontal o del vertical.

TAPETE. Material aislante, fijado sobre la barra guía, cuya finalidad es la protección del cable inductor portador del programa de marcha del pilotaje automático.

TELEFONIA. Sistema de comunicación, constituido por el conjunto de elementos y dispositivos que permiten establecer una red de comunicación telefónica, en las instalaciones del Metro.

TENDIDO DE VIA. Colocación de durmientes, rieles, pistas, barras guía, aparatos de vía, accesorios y dispositivos de sujeción de apoyo.

TERRACERIAS. En una obra vial, movimiento de tierras que comprende cortes y terraplenes, hasta el nivel de la subrasante.

TERRAPLENES. Estructuras formadas con materiales del subsuelo adecuados, de corte o de préstamos, de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o lo ordenado por el Representante. Se consideran también como tales, las cuñas contiguas a los estribos de un puente y de pasos a desnivel, la elevación de la subrasante en terraplenes existentes y el relleno de excavaciones adicionales abajo de la subrasante en cortes.

TIEMPO EFECTIVO. Es el tiempo durante el cual un equipo trabaja eficiente e ininterrumpidamente a juicio y con aprobación de COVITUR, por lo que se excluyen los intervalos en que las unidades trabajan deficientemente, ya sea por su mal estado o por manejo defectuoso; asimismo, se excluyen los tiempos empleados para mantenimiento, engrase, cargas de combustible o cualquier reparación menor que se efectúe en el campo, así como los tiempos perdidos por causas no imputables a COVITUR.

TIERRA. El suelo, considerado como polo o conductor eléctrico; en forma genérica se entiende como tierras, o sistema de tierra, al conjunto de elementos interconectados, cuya finalidad es la de conectar a tierra equipos o circuitos eléctricos.

TIERRA ARMADA. Un material compuesto, por un lado, de un material granular y, por otro, de armaduras o refuerzos flexibles; además de estos dos elementos se requiere una "piel" para recubrir el paramento libre del macizo de tierra armada, con objeto de evitar la erosión de la tierra.

TIROL. Recubrimiento a base de cemento blanco, cal hidratada y polvo de mármol, colocado sobre elementos horizontales y/o verticales de un edificio con fines decorativos.

TOLERANCIA ANGULAR. En topografía; error máximo que racionalmente puede resultar y aceptarse, en función del error medio y del número de mediciones hechas.

TOPE DE ARENA. Cajón de tabique estructurado que se coloca al final de una vía, relleno con costales cuatrapeados.

TOPE DE MADERA. Muretes de concreto unidos por un travesaño de madera, colocados al final de una vía en zona de talleres.

TORNIQUETE. Gabinete que aloja el conjunto de elementos y mecanismos cuya función es la cuantificación y/o control de los usuarios del sistema Metro.

TORTUGA. Elemento de concreto precolado de forma de arca o domo, cuyas características de empleo se limitan al drenaje de las aguas pluviales en las edificaciones del Metro.

TRABAJOS DIVERSOS. Obras complementarias que se realizan de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o lo ordenado por el Representante, para mejorar la eficiencia de un sistema de una estructura o de otra parte de una obra.

TRAMO. Porción de una obra o construcción comprendida entre dos puntos determinados.

TRANSFERENCIA AUTOMATICA. Equipos destinados para cambiar automáticamente la carga de una fuente de energía a otra para asegurar la continuidad del servicio.

TRANSFORMADOR. Es un dispositivo eléctrico que por inducción electromagnética, transfiere la energía eléctrica de uno o más circuitos, a uno o más circuitos a la misma frecuencia, transformando usualmente los valores de tensión y corriente.

TRAZO. Acción de materializar la posición de una o más líneas. Conjunto de estacas, mojoneras, señales o marcas, colocadas en el terreno, que sirven para indicar líneas, ejes, trazas, elevaciones y referencias de la obra, de acuerdo con el proyecto.

TREN. Conjunto formado por los vagones que forman una fila sucesiva y que transportan a usuarios de una a otra estación determinada en las líneas del Metro.

TROCHA. Distancia entre paños interiores de hongo de riel de una vía, medida a 10 mm por debajo del nivel de rodamiento.

TUERCA AUTOFRENADA. Tuerca hexagonal provista con un material plástico que hace la función de freno de giro de la tuerca.

TUNELES. Galerías que se construyen conforme a lo indicado en el proyecto para la circulación de los trenes del Metro.

UNIDAD DE OBRA. Es la unidad de medición para fines de pago, que señala las Normas de Construcción y estas Especificaciones como base para cuantificar cada concepto de obra.

UNIDAD DE OBRA TERMINADA. Concepto de obra que agrupa todas las fases de trabajo necesarias para la ejecución satisfactoria de una obra totalmente terminada, de acuerdo con el proyecto, las Normas de Construcción y estas Especificaciones.

VACIADO. Colado; depósito de concreto fresco en los moldes previstos para formar un elemento.

VACIADO DE LA VIA. Operación de quitar el material existente, hasta el nivel del asiento de los durmientes.

VAGON. Parte del tren o carruaje para el transporte de usuarios por una vía férrea.

VELOCIDAD COMERCIAL. Velocidad media a la que circula el tren, considerando en ésta los tiempos de permanencia en las estaciones.

VIAS DE ENLACE. Vía que permite el enlace o comunicación entre dos líneas de la red del Metro.

VIAS PRINCIPALES. Se denomina vía 1, a una de las vías que integran una línea del Metro; la otra vía se designa como vía 2. La designación de la numeración está dada en el proyecto de la línea a construir.

VIDRIERIA. Materiales sólidos, frágiles, transparentes o translúcidos que se colocan en dispositivos adecuados con el objeto de iluminar, separar y proteger las partes habitables de una edificación, o determinadas zonas específicas.

ZAMPEADOS. Recubrimiento de superficies con mampostería, concreto hidráulico o suelo-cemento, de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o lo ordenado por el Representante.

ZAPATAS. Dispositivo de frenado del material rodante.

ZOCLO CON BRIDAS LATERALES. Pieza metálica utilizada para fijar el aislador de la barra guía al durmiente de madera.

ZONA DE MANIOBRAS. Lugar donde se realizan los movimientos de los trenes sin pasajeros, para el cambio de vía.

CAPITULO 2.01.01.001

INTRODUCCION

Una vez seleccionado el recorrido de una nueva línea del Metro o la prolongación de una existente dentro del "Programa Maestro del Metro", se procede a realizar el proyecto geométrico, que es el estudio base para la elaboración de los proyectos ulteriores.

El proyecto geométrico es el dimensionamiento de espacios longitudinales y transversales para la libre circulación de los trenes en una línea y está constituido esencialmente por cuatro proyectos:

1. Proyecto de trazo
2. Proyecto de perfil
3. Proyecto de gálibos
4. Proyecto de dimensionamiento y localización de rejillas de ventilación natural.

Estos proyectos deberán estar relacionados entre sí, para poder llegar a una solución en conjunto y dependerán del tipo de solución estructural a utilizar en cada tramo.

Las características de cada uno de estos proyectos serán descritos en los capítulos correspondientes.

CAPITULO 2.01.01.002

SIMBOLOGIA

A	Parámetro para el cálculo de las clotoides
Av	Area por ventilar
AR	Area de rejilla
C	Cuerda larga
CC	Punto de paso de la clotoide a la curva circular y viceversa, dependiendo del sentido de los cadenamientos
CT	Punto de paso de la clotoide a la tangente
CUSP	Cúspide
D	Distancia interestación
Dd	Distancia mínima del eje de vía al andén (variable)
D/m	Deflexión por metro
E	Desplazamiento entre circular real y circular nominal
Gc	Grado de curvatura
Gmín	Gálibo mínimo
H	Prolongación de la ST de la curva circular real
K	Constante
L-1,2,3,	Líneas del Metro
Lc	Longitud de curva
Lcl	Longitud de clotoide
LTVR	Longitud teórica de ventilación por rejilla
N	Número de vértices
PC	Principia curva horizontal
PCV	Principia curva vertical
PI	Punto de inflexión
PIV	Punto de inflexión vertical
PO	Punto obligado
PST	Punto sobre tangente
PT	Principia tangente
PTV	Principia tangente vertical
R	Radio de la curva
Rc	Radio de la curva circular real
Rn	Radio de la curva circular nominal (en clotoides)
S	Pendiente
ST	Subtangente
T	Abscisa de la subnormal
TC	Punto de paso de la tangente a la clotoide
Tc	Subtangente total (distancia del PI al TC)
U	Proyección de H con respecto a τ
V	Velocidad
Xc	Abscisa del punto CC
Xm	Abscisa del punto "B"
Y	Elevación
Yc	Ordenada del punto CC
W	Parámetro de cálculo para la clotoide
e	Externa
f	Flecha
r	Parámetro unitario para el radio de la clotoide
ta	Tolerancia angular
x	Abscisa unitaria para la clotoide
y	Ordenada unitaria para la clotoide
Δ	Angulo de deflexión
Δc	Angulo de la curva circular real
λ	Parámetro de cálculo para la clotoide
π	Constante numérica = 3.1416
τ	Angulo de deflexión de la clotoide

CAPITULO 2.01.01.003

ESPECIFICACIONES DE TRAZO

El trazo definitivo de una línea del Metro, deberá ser el resultado de los análisis y estudios de cada uno de los elementos implicados en la solución a los problemas que generará la ruta a seguir, entre otros:

El cruce con instalaciones municipales o especiales (ductos de gas, de alta tensión, etc.)
Asentamientos humanos
Tránsito vehicular
Condiciones del subsuelo
Afectaciones
Topografía del terreno,
así como los problemas que plantean las condiciones de operación del propio sistema (velocidad, seguridad y confort al usuario).

A continuación se definirán las condiciones que se deben cumplir para la realización del Proyecto de Trazo, objetivo principal de la presente Especificación.

003.A LOCALIZACION DE TANGENTES

Toda tangente será definida por dos puntos obligados (PO). Estos puntos estarán localizados sobre la misma tangente, para mantener el control del trazo y al mismo tiempo facilitar la determinación de los cadenamientos (fig 03-1).

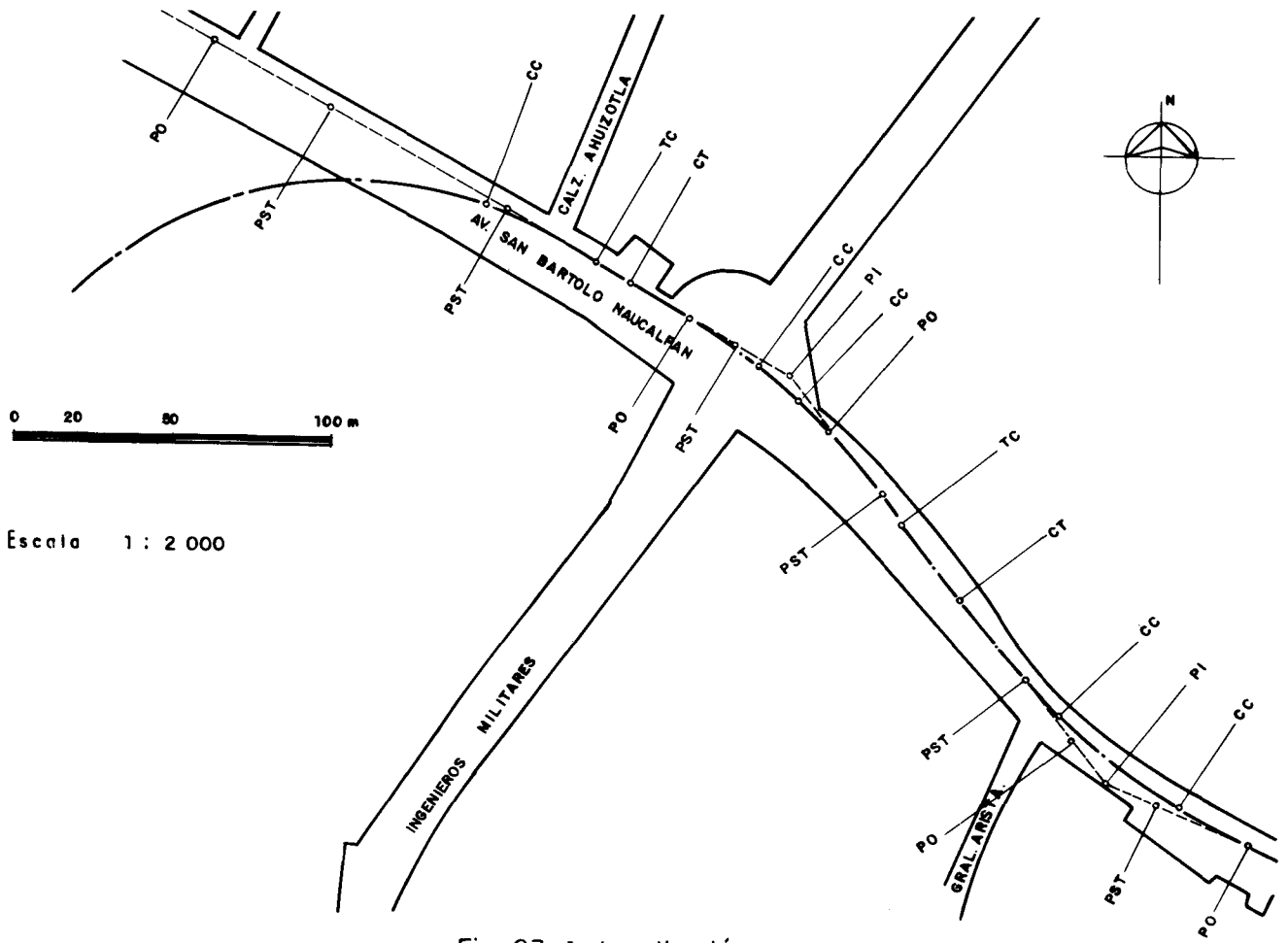


Fig 03-1 Localización de tangentes

En distancias entre puntos obligados mayores de 200 m deberán existir puntos sobre tangente (PST).

En lugares donde sea inaccesible la fijación de puntos de control, éstos serán sustituidos por una poligonal de apoyo, la cual cumplirá la función de dichos puntos.

003.B CURVAS CIRCULARES SIMPLES

Cuando se tiene cambio de dirección de la tangente, este cambio debe ser continuado por medio de curvas horizontales, las cuales unirán las tangentes entre sí.

Una de estas curvas es la curva circular simple, que deberá ser utilizada cuando el cambio de dirección de la tangente forme pequeñas deflexiones, donde permita usar radios mínimos de 2000 metros.

Las fórmulas empleadas para el cálculo de los elementos que forman la circular son las siguientes:

Subtangente (ST) = $R (\tan \Delta/2)$

Longitud de curva (Lc) = $(\Delta c)R\ \pi/180$

Grado de curvatura (Gc) = $\frac{20}{Lc} = \frac{1145.92}{R}$

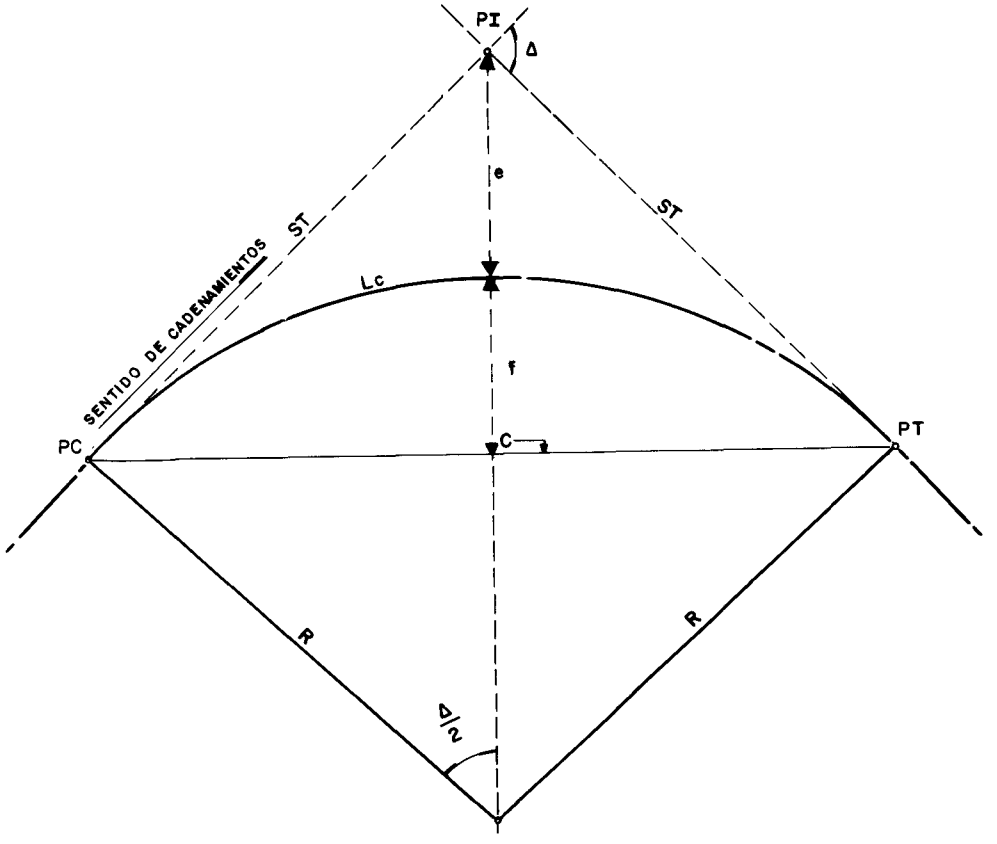
Cuerda larga (C) = $2R (\text{sen}\ \Delta/2)$

Flecha (f) = $\frac{C^2}{8R}$

Externa (e) = $R \frac{1}{\cos \Delta/2} - 1$

Deflexión por metro (D/m) = 1.5 Gc

Los elementos de las curvas se localizan según se muestra en la fig 03-2.



PI Punto de inflexión
Δ Angulo de deflexión
C Cuerda larga
Lc Longitud de curva circular
PC Principia curva
PT Principia tangente
R Radio
ST Subtangente
e Externa
f Flecha

Fig 03-2 Elementos de curva circular simple

003.C CURVAS CIRCULARES CON CLOTOIDES DE TRANSICION

Para pasar de un tramo tangente a una curva circular con radios menores de 2000 m es necesario usar curvas de transición, las cuales absorberán la sobreelevación requerida para contrarrestar la fuerza centrífuga y por tanto asegurar el confort y mantener la velocidad de los trenes (Ver especificaciones de vía 2.02.02.002).

Las curvas de transición que deben usarse se denominan curvas clotoides (fig 03-3).

En el proyecto de trazo deberá incluirse, además de los datos de los elementos de la curva circular y la clotoide, las coordenadas de esta última para su trazo en campo.

Las fórmulas a emplear para el cálculo de la curva circular con clotoide son las siguientes:

$\Delta c = \Delta - 2\ \tau$
$E = \lambda Rn$
$Rc = Rn - E$
$Lc = \Delta c.Rc\ \pi/180$
$ST = Rc.\tan(\Delta c/2)$
$Gc = (20/R)\ (180\ /\pi)$
$D/m = 1.5\ Gc$
$Tc = Rn.\ \tan \Delta/2 + Xm$
$Xc = x.A$
$Yc = y.A$
$A = Rc/r$
$Lc1 = P.a$
$H = Yc/\text{sen}\ \tau$
$U = Yc/\tan\ \tau$

La localización de cada uno de estos elementos se encuentra en la fig 03-4.

003.D RESTRICCIONES DE CURVATURA

Para los diferentes tipos de solución del Metro, existen restricciones a sus radios de curvatura, que son:

1. Para solución en cajón subterráneo y túnel convencional el radio mínimo será de 150 m; en el caso del túnel con escudo, el radio se determinará en función de las características propias del escudo a utilizar.

2. Para solución en viaducto elevado el radio mínimo será de 300 m y para solución superficial de 150 m.

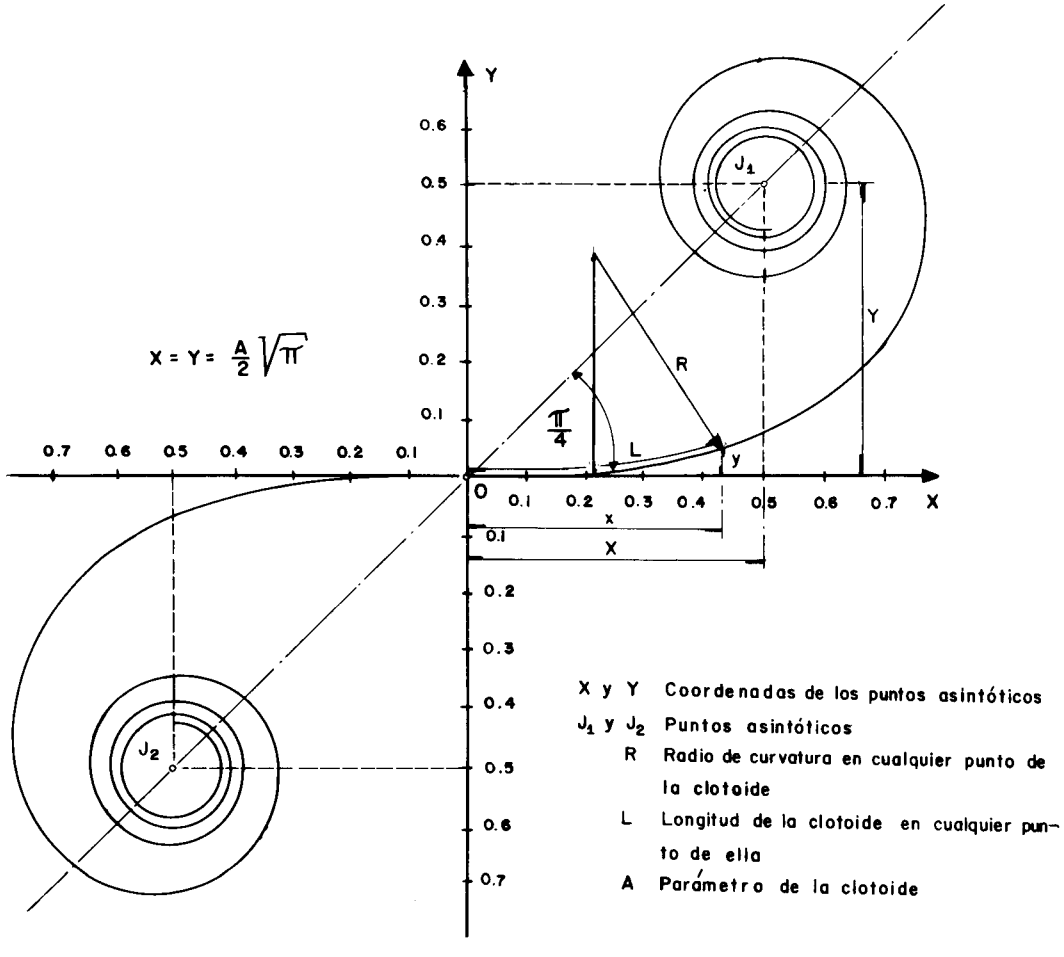


Fig 03 - 3 Curva clotoide

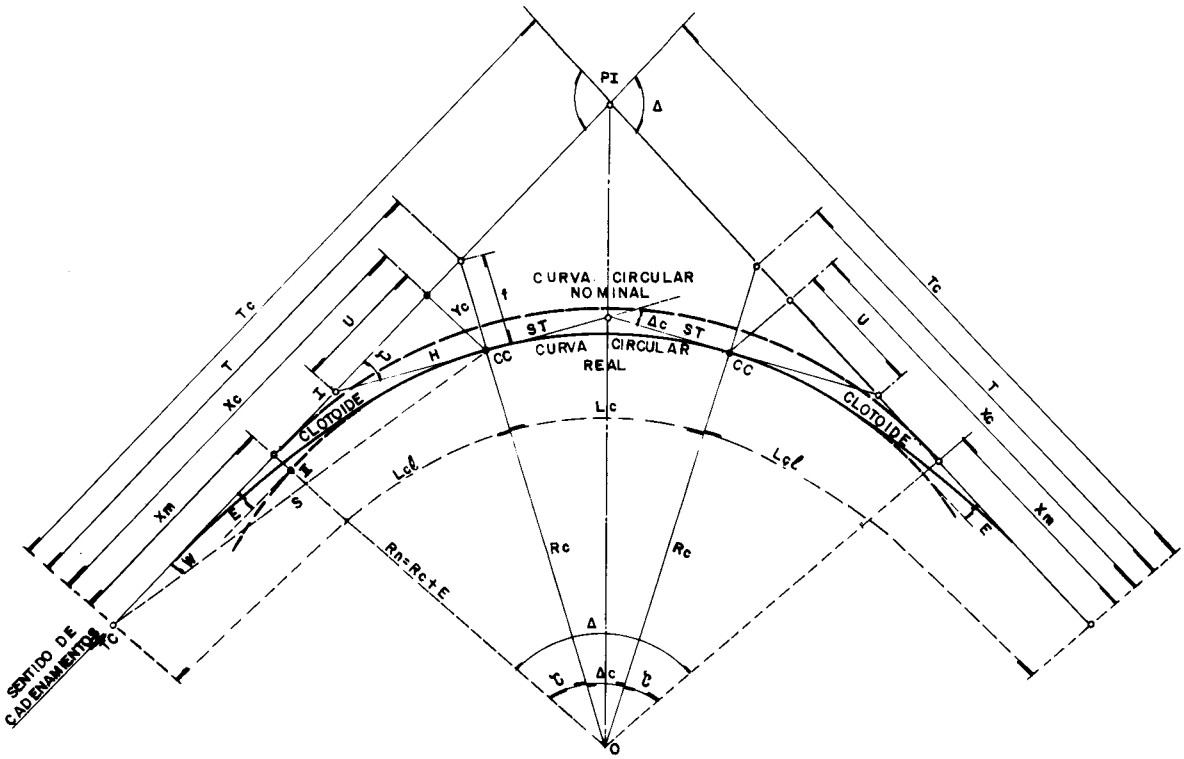


Fig 3-04 Curva circular con clotoides de transición

003.E RESTRICCIONES DE ALINEAMIENTO

En el proyecto de trazo de una línea del Metro se deberán tener en cuenta las siguientes restricciones:

1. En toda curva horizontal de radio menor de 2000 m deberá existir una sobreelevación.
2. Entre dos curvas consecutivas deberá existir una tangente mínima de 16.000 m; esta longitud puede variar dependiendo del radio y de la deflexión de cada curva, por lo cual será necesario realizar un análisis detallado para cada caso.
3. En todo tipo de curva horizontal deberá tenerse una longitud de curva circular mínima de 16.00 m y puede variar también con las mismas condiciones que en el caso anterior.
4. En el trazo de una línea se deberá utilizar el menor número de curvas posible.
5. Los aparatos de cambio de vía deberán ubicarse siempre en tangentes horizontales.
6. Las estaciones deberán localizarse siempre en tramo tangente.
7. El trazo de una línea deberá estar apoyado en poligonales cerradas con el fin de fijar su posición.
8. La precisión mínima aceptable para el análisis del trazo, y sus poligonales deberá ser de 1:10 000.
9. La tolerancia angular (ta) de una poligonal para la verificación del trazo nunca deberá ser mayor de $06''\sqrt{N}$, siendo N el número de vértices.
10. La distancia mínima entre la estructura del Metro y los paramentos de las edificaciones cercanas, será determinada por los estudios de mecánica de suelos.

003.F CADENAMIENTOS

Los cadenamientos deberán determinarse teniendo todas las curvas calculadas con deflexiones reales, así como las distancias entre puntos de inflexión, con los que se dará el kilometraje a todos los puntos principales del trazo.

El origen de cadenamientos deberá estar localizado sobre una tangente de un punto de fácil acceso.

En la localización del origen se deberán evitar cadenamientos negativos.

Los cadenamientos deberán ser calculados al milímetro.

003.G REFERENCIACION DE TRAZO

La referenciación de trazo tiene por objeto determinar la posición de los puntos principales del trazo, para una posterior reubicación del mismo y para estudios posteriores del comportamiento del proyecto.

La referenciación de trazo deberá realizarse por medio de triangulaciones; uno de sus vértices será el punto a referenciar sobre el eje de trazo, y los restantes serán ubicados sobre paramentos que no sean afectados por la obra (fig 03-5).

La precisión mínima aceptable deberá ser 1:5000 en el sentido lineal y de 18" angularmente.

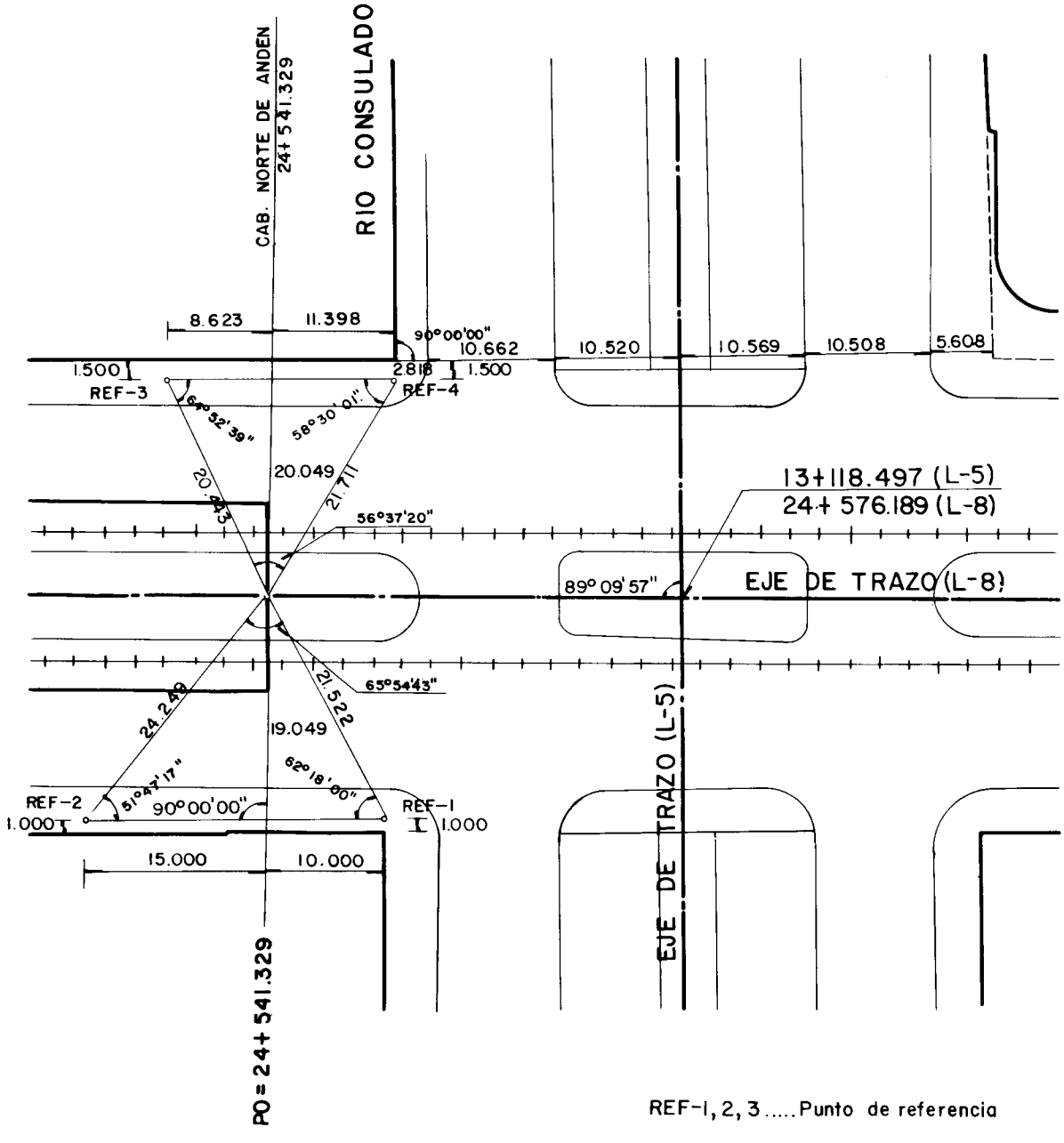
003.H VIAS DE ENLACE

Para la intercomunicación de las líneas, ya sea para abastecer de trenes una línea o para conducción de trenes averiados hacia los talleres de pequeña y gran revisión, se utilizan las vías de enlace. Estas vías, deberán proyectarse con un radio mínimo de 60.00 m y tendrá que considerarse también una longitud en la cual sea posible que quede un tren estacionado con sus respectivas distancias de seguridad para ubicación de señales; estas distancias son variables y dependen del trazo, perfil y zona de ubicación de las mismas.

003.I TRAZO EN DEPOSITOS Y TALLERES

a) El trazo en depósitos deberá proyectarse mediante un eje que facilite la derivación de todas las vías que conforman los peines de acceso a las naves de depósito.

El eje de trazo podrá ser utilizado como eje de vía en cuyo caso se le denominará vía madre.



REF-1, 2, 3 ..... Punto de referencia

Acotaciones, en metros

Fig 03-5 Referenciación de trazo

El trazo en talleres deberá proyectarse de tal manera que se tenga un acceso directo y funcional de la línea hacia las diferentes instalaciones como son: naves de pequeña revisión, naves de gran revisión, vías de prueba, andenes de descarga, naves de depósito, etcétera.

En la zona de peines para acceso a depósitos y talleres se utilizarán aparatos de vía con deflexiones de 11°17'35".

La unión de dos tangentes en cualquier zona de los talleres o depósitos, deberá ser por medio de curvas circulares simples de radio mínimo igual a 60.00 metros.

Para el proyecto geométrico de vialidad, deberá consultarse la especificación respectiva (sección 2.05.02).

CAPITULO 2.01.01.004

ESPECIFICACIONES DE PERFIL

El proyecto vertical, parte integrante del análisis geométrico en las líneas del Metro de la Ciudad de México, es el que define la posición que deberá tener el perfil para librar las diferentes interferencias existentes, y plantea las necesidades para las obras futuras. Deberá tomarse en cuenta que el proyecto proporcione confort al usuario, conservación del material rodante y facilidad en las etapas constructivas.

004.A TIPOS DE SOLUCION

Para estudiar y definir el tipo de solución óptima se requiere la siguiente información:

1. Trazo
2. Perfil estratigráfico sobre el trazo
3. Instalaciones municipales como son los colectores y tuberías de agua potable
4. Líneas eléctricas de alto voltaje de la Comisión Federal de Electricidad
5. Ductos de Petróleos Mexicanos
6. Cruce con líneas del Metro actuales y futuras
7. Vías de ferrocarril
8. Soluciones viales

En la decisión del tipo de solución, es necesaria la intervención de las diferentes especialidades, para que en conjunto se determine la más conveniente para cada tramo.

Existen cuatro tipos de solución:

a) Superficial (fig 04-1a)

b) Viaducto elevado (fig 04-1b)

c) Cajón subterráneo (fig 04-2a)

d) Túnel (fig 04-2b)

004.B PENDIENTES MINIMAS Y MAXIMAS

En el proyecto de perfil deberán tomarse en cuenta las pendientes mínimas y máximas existentes en las diferentes zonas de la línea como son:

1. Tramo interestación
2. Estación
3. Aparatos de vía
4. Enlace entre dos líneas del Metro

004.B.01 SOLUCION EN CAJON SUBTERRANEO Y EN TUNEL

004.B.01.a Tramo interestación

La pendiente mínima permisible para dar drenaje longitudinal en tramo interestación es del 0.2 por ciento y en algunos casos especiales 0.15 por ciento. La pendiente máxima deseable es del 3 por ciento; excepcionalmente se utilizará de 4 por ciento y en casos especiales, los cuales deberán apoyar su justificación con estudios detallados para cada caso, será del 7 por ciento.

004.B.01.b Estación

En estación la pendiente longitudinal deberá ser nula, para evitar que el convoy estacionado tenga necesidad de aplicar frenos.

004.B.01.c Zonas de aparatos de vía

En los aparatos de vía la pendiente máxima permisible es de 2 por ciento.

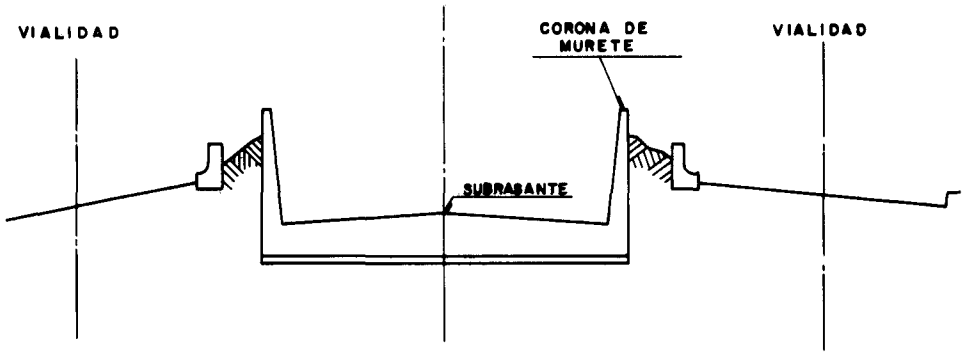
004.B.01.d Enlace entre dos líneas o acceso a talleres

Para el enlace o comunicación entre dos líneas del Metro la pendiente máxima deseable es de 3 por ciento; excepcionalmente se utilizará el 4 por ciento y en casos especiales, siguiendo el mismo criterio que en el inciso 01.a será de 7 por ciento para vías cubiertas y de 6.5 por ciento máximo para vías a la intemperie.

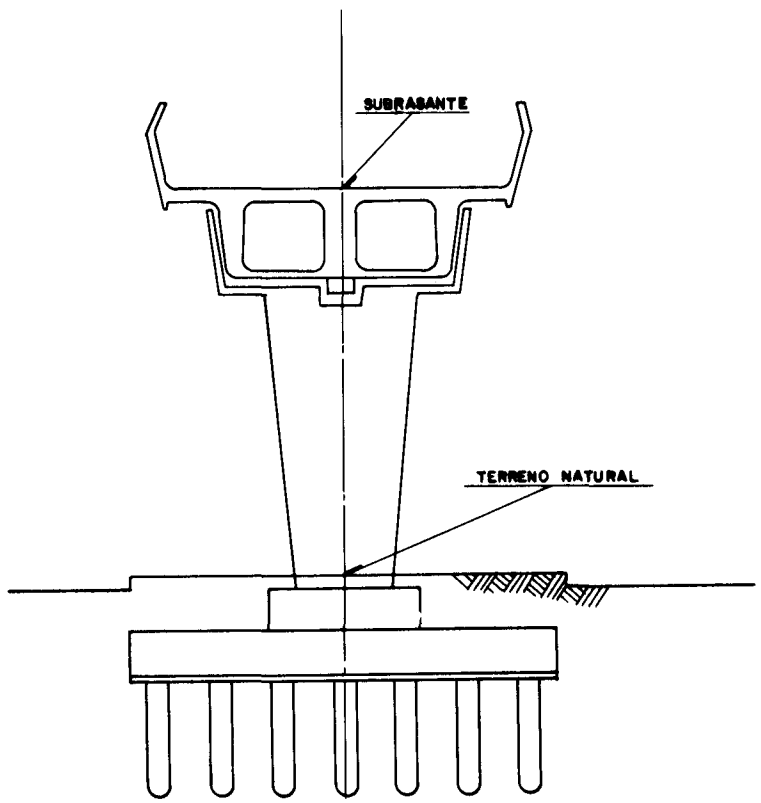
004.B.02 SOLUCIONES ELEVADA Y SUPERFICIAL

La pendiente mínima para un tramo en interestación será de 0.3 por ciento para tipo elevado y 0.2 por ciento para tipo superficial, garantizando así el drenaje longitudinal; para la pendiente máxima el valor aceptable será del 3 por ciento y en casos especiales se tomará el 6.5 por ciento.

Las pendientes mínimas y máximas en las zonas de estación, de aparatos de vía y enlace entre dos líneas del Metro deberán ser iguales a las consideradas en las soluciones en cajón subterráneo y en túnel.



(a) Sección tipo superficial



(b) Sección tipo elevada

Fig 04-1 Tipos de solución

004.C ENLACE ENTRE PENDIENTES

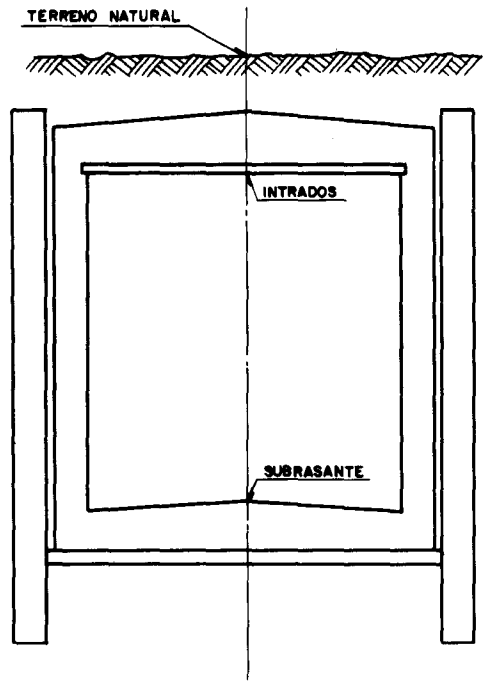
El enlace entre pendientes deberá realizarse por medio de una curva vertical parabólica de transición (fig 04-3) del tipo:

$$Y = X^2/2R$$

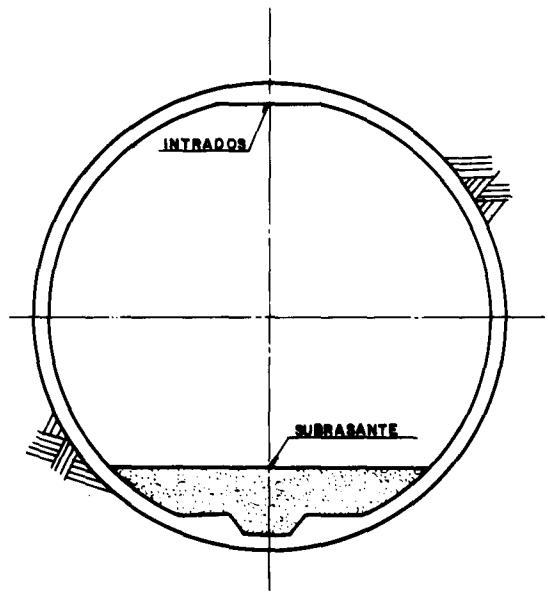
donde Y Elevación
X Distancia
R Radio

004.C.01 RADIOS MAXIMO Y MINIMO

La longitud para el radio de curvatura R en el vértice de la parábola deberá ser de 2500 m para una velocidad V=80 km/h en vía principal; sólo en casos especiales podrá utilizarse como radio mínimo 1250 m En vías secundarias el radio mínimo será de 1000 m considerando una velocidad máxima de 30 km/h.



(a) Sección tipo cajón subterráneo



(b) Sección tipo túnel con escudo

Fig 04-2 Tipos de solución

004.C.02 DISTANCIA MINIMA ENTRE CURVAS

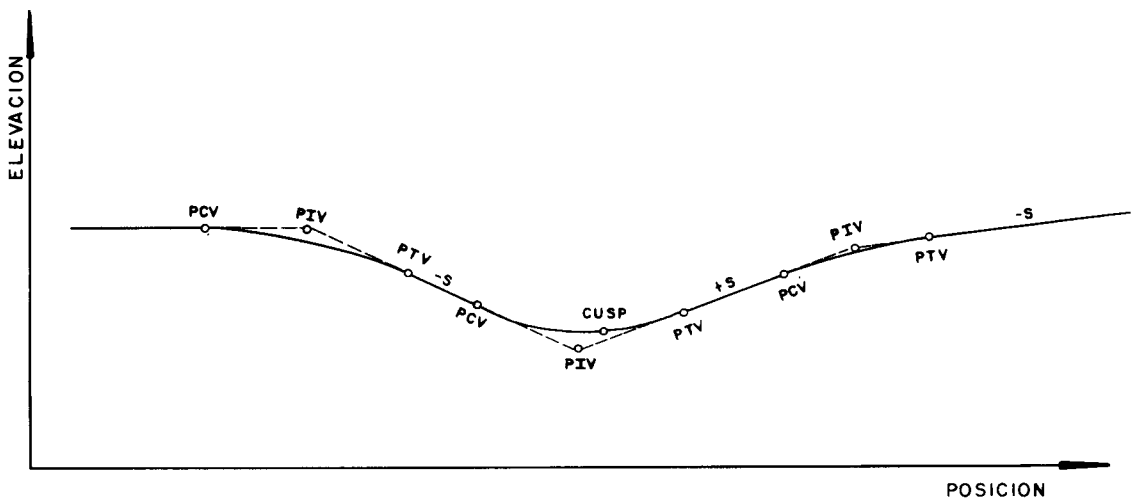
La longitud de la tangente entre dos curvas deberá ser tan grande como lo permita el proyecto y considerar 16 m como distancia mínima entre el final de la curva y el principio de la siguiente.

004.D ESPESORES DE RELLENO

Los espesores de relleno sólo serán considerados en la solución de Metro tipo cajón subterráneo. Se entenderá por espesor de relleno la capa de material existente entre el lecho superior de la losa de techo del cajón y el nivel de terreno natural. En coordinación con las especialidades de mecánica de suelos y estructuras se determinará el espesor de relleno óptimo a partir del análisis y tipo de terreno existente.

004.D.01 EN ESTACION

La definición del espesor de relleno recomendable en



S Pendiente
CUSP Cúspide

Fig 04 - 3 Enlace entre pendientes

zona de estación deberá basarse, en las condiciones establecidas en las especificaciones de mecánica de suelos (2.01.03.005 "Rellenos y terraplenes"), tomando en cuenta los peraltes de la estructura y las instalaciones municipales existentes.

004.D.02 EN TRAMO

El espesor de relleno en tramo interestación estará condicionado por: los análisis de mecánica de suelos (2.01.03.005), el peralte de la estructura, y la presencia de instalaciones municipales; este espesor no será menor de 0.80 metros.

004.D.03 EN REJILLA DE VENTILACION

De acuerdo al tipo de rejilla de ventilación por aplicar los espesores mínimos podrán ser los siguientes:

a) Rejilla lateral. El espesor de relleno será de 0.80 m mínimo.

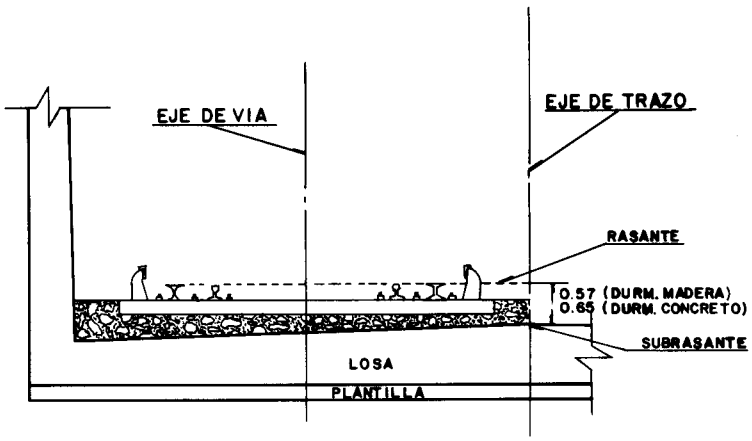
d) Rejilla cenital. El espesor de relleno será de 0.60 m mínimo.

004.E ESPESORES DE SUBRASANTE A RASANTE SEGUN EL TIPO DE SOLUCION

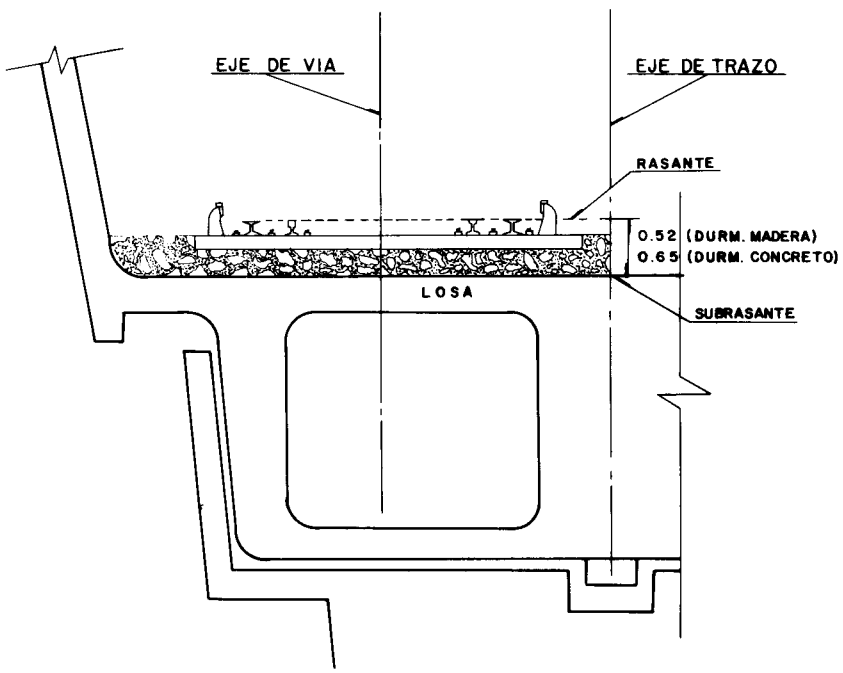
Los espesores de subrasante a rasante varían de acuerdo a la solución estructural y tipo de relleno recomendado para cada caso, como se indica a continuación:

Tipo de solución	Espesor de subrasante a rasante, en m		
	Fijación/balasto		Fijación/concreto
	Durm. madera	Durm. concreto	
Viaducto elevado (1)	0.52	0.65	
Superficial (2)	0.57	0.65	
Cajón subterráneo (3)	0.71	0.75	0.38
Túnel (4)	0.57	0.65	0.38

(1) fig 04-4b
(2) fig 04-4a
(3) fig 04-5a y b
(4) fig 04-6



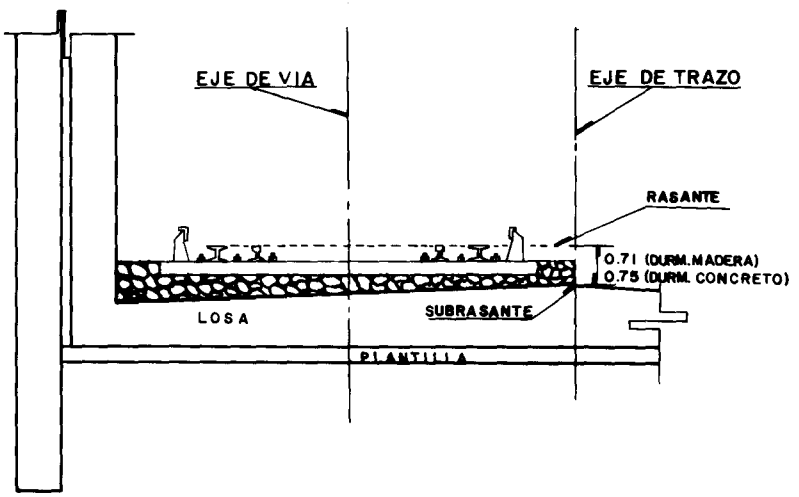
(a) Solución superficial



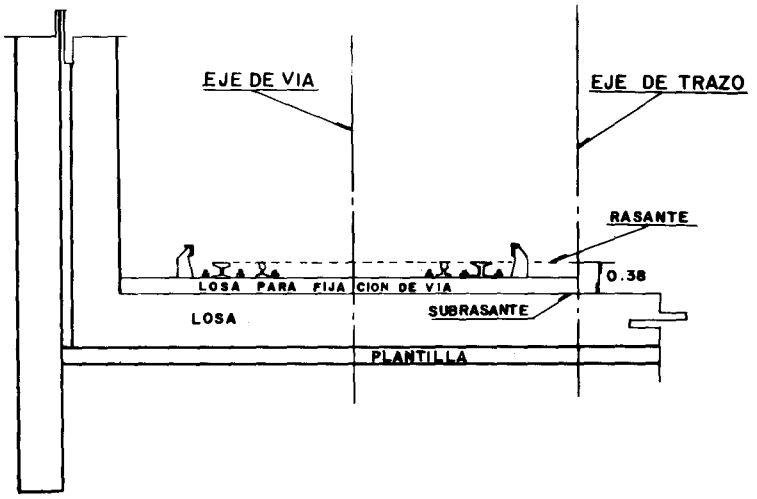
(b) Solución elevada

Acotaciones, en metros

Fig 04-4 Espesores de subrasante a rasante



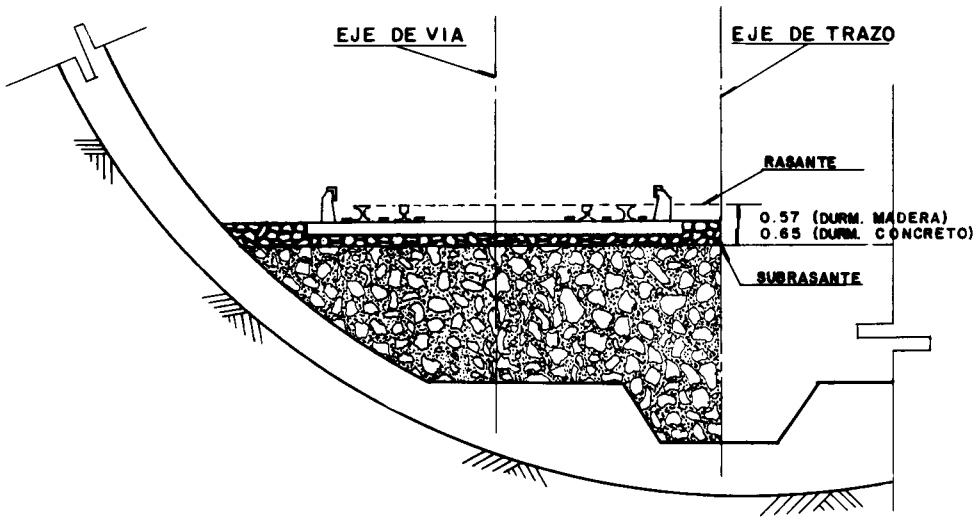
(a) Sección tipo cajón subterráneo



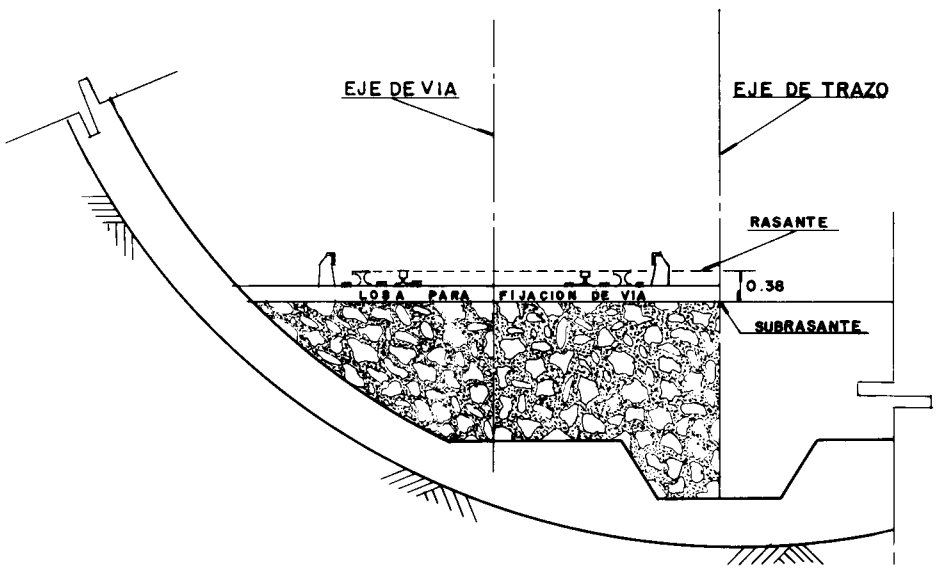
(b) Sección tipo cajón subterráneo

Acotaciones, en metros

Fig 04-5 Espesores de subrasante a rasante



(a) Solución tipo túnel



(b) Solución tipo túnel

Acotaciones, en metros

Fig 04-6 Espesores de subrasante a rasante

CAPITULO 2.01.01.005

ESPECIFICACIONES DE GALIBOS

Estas Especificaciones tienen como objetivo definir la geometría de la estructura que permitirá el paso del equipo rodante y del personal de mantenimiento y operación, así como de las instalaciones necesarias para el buen funcionamiento del sistema.

El gálibo es el espacio libre que se requiere para la circulación del material rodante, su sistema de vías e instalaciones electromecánicas.

El proyecto de gálibos debe ser el resultado del estudio y análisis de cada uno de los espacios requeridos por el tren para su operación; estos estudios son los siguientes:

a) Especificaciones de trazo-perfil y operación

b) Dimensionamiento estático y dinámico debido al tren

c) Sistema de vía

d) Elementos de instalaciones electromecánicas, hidráulicas y ventilación

e) Tipo de solución constructiva del tramo

005.A GALIBOS HORIZONTALES

005.A.01 GALIBOS EN SOLUCION CAJON SUBTERRANEO

005.A.01.a En tramo tangente

Para este caso se debe cumplir, dependiendo de la entrevía a utilizar, con una distancia mínima entre el paño interior del muro estructural y el eje de vías; esta distancia debe ser de 2.15 m; cuando la solución constructiva requiera de muro de acompañamiento, la distancia mínima será de 2.00 m. El gálibo mínimo será:

Gmín para muro estructural =2 (2.15 m) + Ent.

Gmín con muro de acompañamiento = 2 (2.00 m) + Ent.
donde:
Ent. Entrevía, en m
Gmín Gálibo libre mínimo (Ver fig 05-1)

Se considera la entrevía mínima con un valor de 2.90 m en el que se incluye el sistema de fijación de vía, la distancia necesaria para los efectos del gálibo dinámico, y además una lámina de aire para la libre circulación de los trenes.

005.A.01.b En zona de curva

Considerando las mismas condiciones respecto del tipo de solución constructiva que para el tramo tangente, queda por considerar el radio en zona de curva:

Para radios mayores de 500.00 m no habrá variación con respecto al tramo tangente.

En radios menores o iguales a 500.00 m será necesario incrementar el gálibo; el valor de este incremento dependerá del análisis dinámico y estático de los gálibos, realizado para cada caso. Este valor regirá solamente en la parte interior de la curva y deberá conservarse a todo lo largo de la misma (fig 05-2).

005.A.01.c Gálibos en estaciones

005.A.01.c.01 *Estación de Paso.* (Dos vías, andenes laterales, y entrevía mínima de 2.90 m , fig 05-3). Se debe tener una distancia libre entre paño de nariz de andén y el eje de vía más próximo, de 1.32 m y esta distancia deberá conservarse a lo largo de todo el andén. Para complementar con gálibo longitudinal, deberán consultarse las especificaciones de proyecto arquitectónico de estaciones (2.01.02.002).

005.A.01.c.02 *Estación a tres vías con dos andenes.* Se debe considerar el gálibo necesario para dos andenes centrales de 8.00 m de ancho por 150 m de largo cada uno; una distancia de 1.32 m de nariz de andén al eje de vías más próximo; y una distancia de 2.20 m del eje de la vía al paño del muro.

En la zona de cuartos técnicos, localizados generalmente en las cabeceras de estación, deberá respetarse una distancia mínima entre el eje de vía y el paño del muro del cuarto técnico, misma que será la que resulte del estudio de los gálibos dinámico y estático (fig 05-4). Para el estudio detallado de los gálibos, consúltese la especificación de implantación de vía 2.02.02.002.

005.A.01.d Vías de enlace

En vías de enlace independientemente del tipo de solución estructural aplicable, deberá respetarse la distancia de 2.40 m entre el paño interior del muro y el eje de vía de la espuela. El mismo criterio regirá ya sea tratándose de tramo tangente o curva.

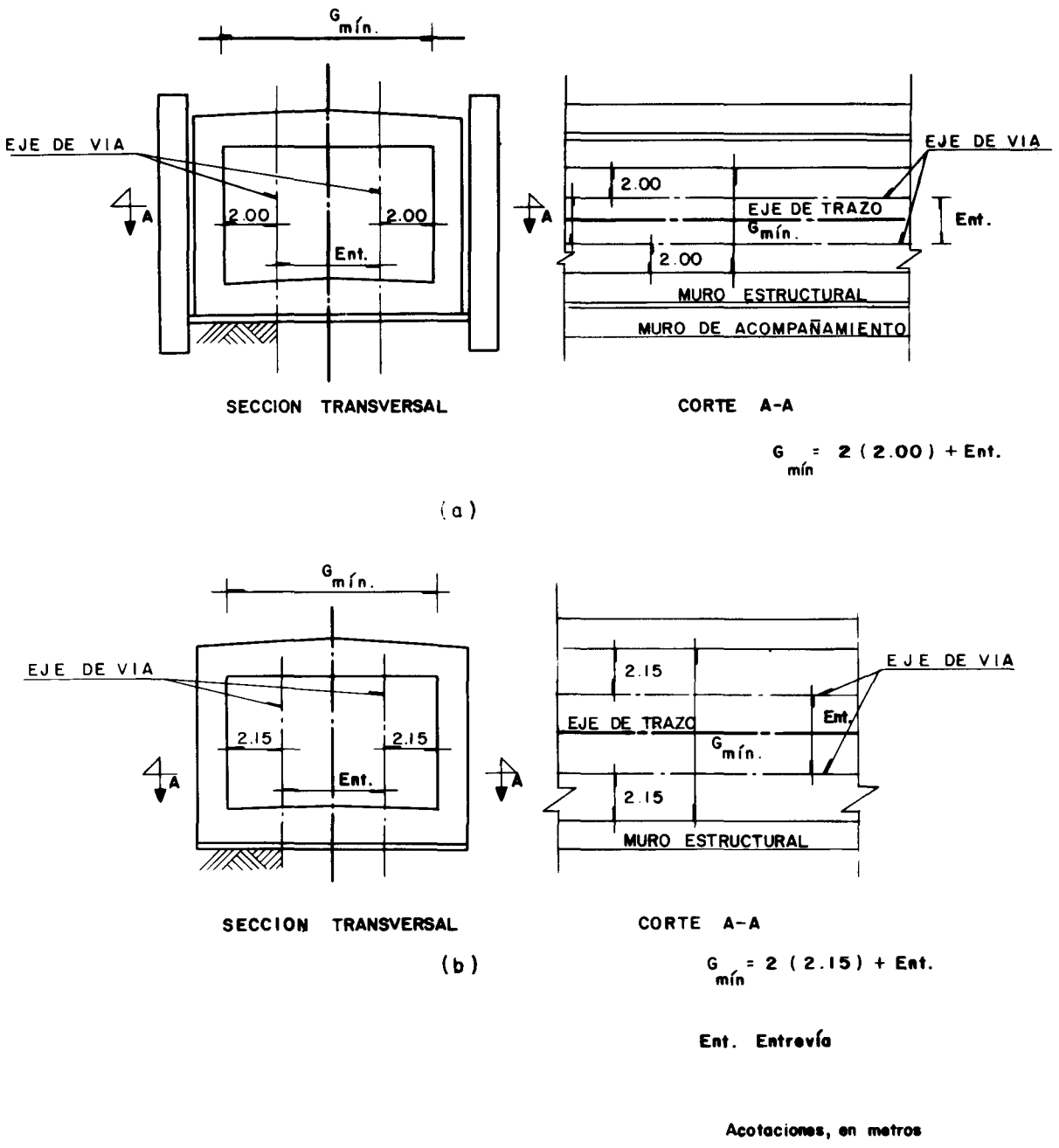


Fig 05-1. Gálibos en sección cajón

005.A.02 GALIBOS EN SOLUCION EN TUNEL

005.A.02.a En tramo interestación

El gálibo interestación será corregido en función de los requerimientos de cualquiera de las soluciones constructivas del túnel (convencional o con escudo) (fig. 05-5).

Se debe circunscribir el espacio generado por los siguientes requerimientos: el equipo rodante, el sistema de vía, las instalaciones de mantenimiento, electrónicas e hidráulicas, así como la estabilidad de la sección durante la construcción y el comportamiento de la estructura ante las cargas que le transmite el terreno (consultar planos tipo de sección en túnel, Nos. 83-VI.8-90700-III-36-8296-P, 81-VI.8-90700-III-2-6519-P, y 81-VI.8-90700-III-22-6920-P).

El criterio para la determinación del espacio necesario para el equipo rodante, deberá contemplar una sobreelevación máxima de 0.160 m (consultar especificación de implantación de vía 2.02.02.002.E), un radio nominal horizontal mínimo de 150.000 m., y además las características propias del movimiento del tren (gálibo dinámico y estático). (Consultar especificación de implantación de vía 2.02.02.002 así como planos tipo Nos. 80-VII.2-000-III-100-2685-P a 102).

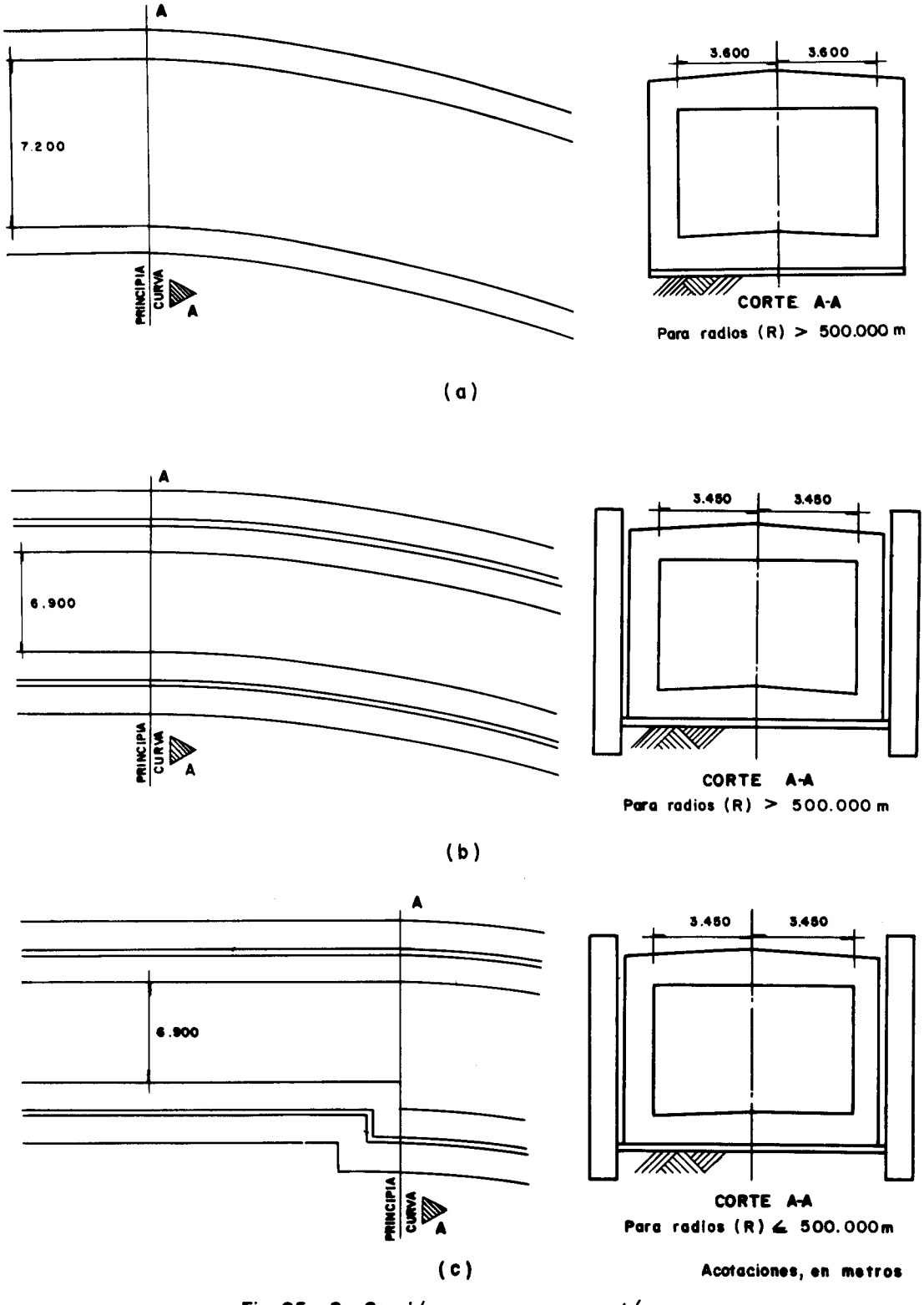


Fig 05 – 2 Sección en curva para cajón

Los sistemas de vía de acuerdo a su tipo, repercutirán en el gálibo en función de sus dimensiones y características de soporte. Los espacios necesarios para las instalaciones de mantenimiento comprenden un andador de 0.70 m y un espesor mínimo de balasto de 0.30 m o de 0.40 m en casos especiales. Se deberá contemplar la ubicación de charolas para soporte de cables en conjunto con los semáforos de señalización localizados a 2.80 m del nivel de rasante, hasta el eje de su primera señal y a 0.30 m mínimo distante en sentido transversal de la posición más crítica del tren.

Las instalaciones de drenaje se deberán ubicar sin afectar lo anteriormente descrito.

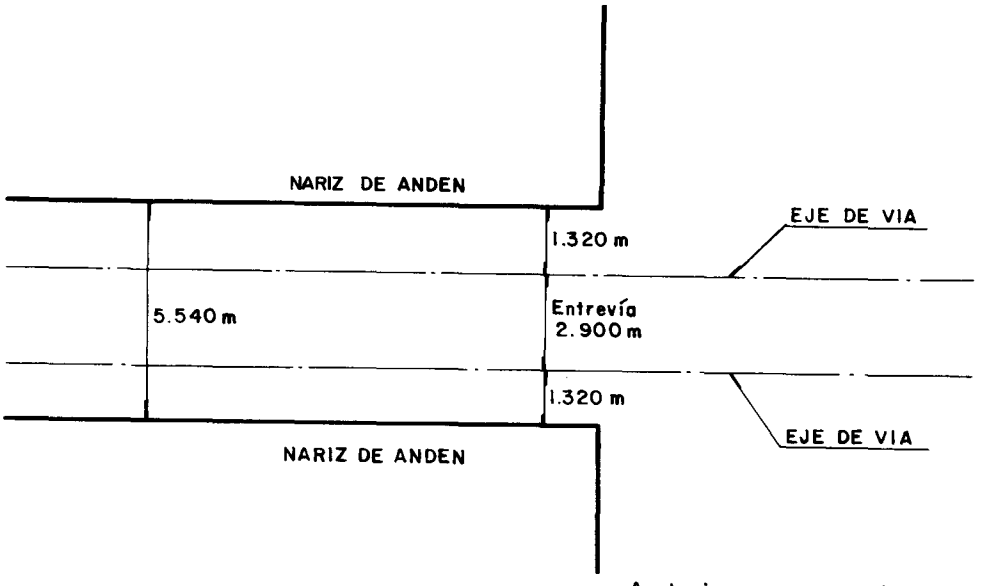
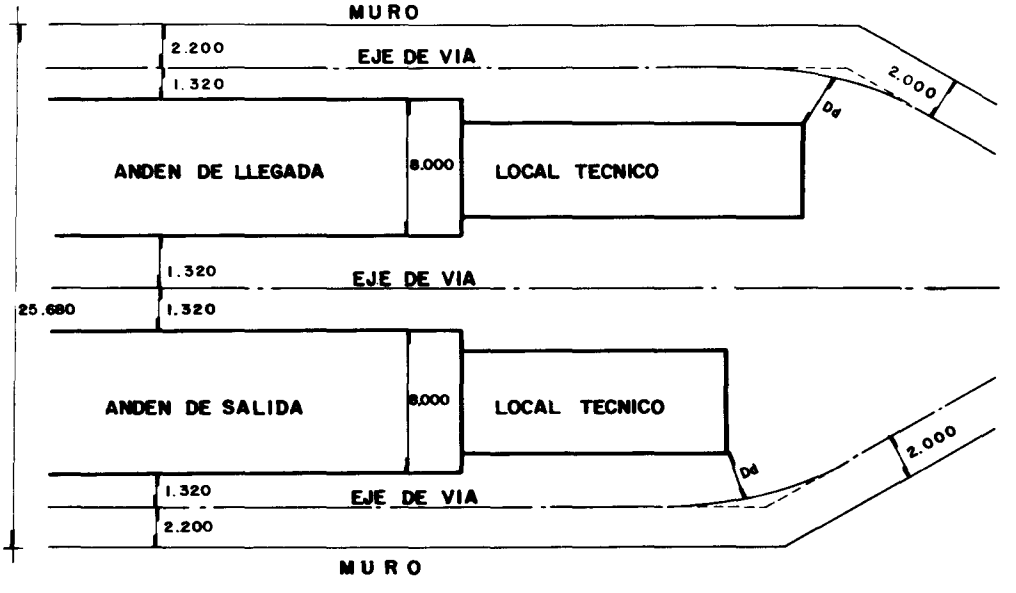


Fig 05 - 3 Estación de dos vías , andenes laterales

Dd Distancia definida por estudios de gálibo dinámico y estático (variable)



Acotaciones , en metros

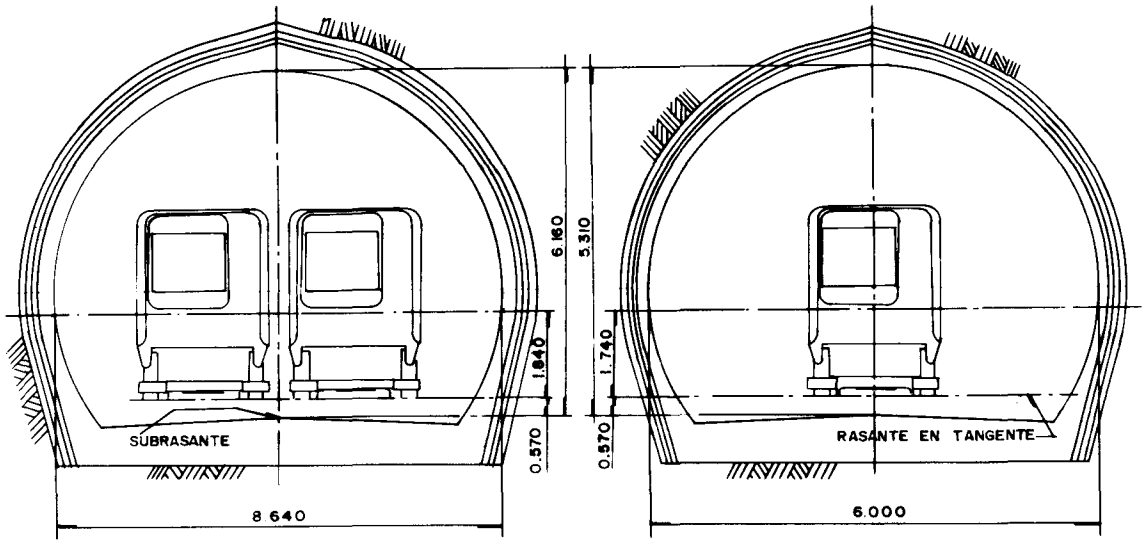
Fig 05 - 04 Estación a tres vías dos andenes

005.A.02.b En estaciones

El gálibo de estaciones en túnel se regirá también por los factores enunciados en el inciso anterior, agregando el espacio de la plataforma de andén.

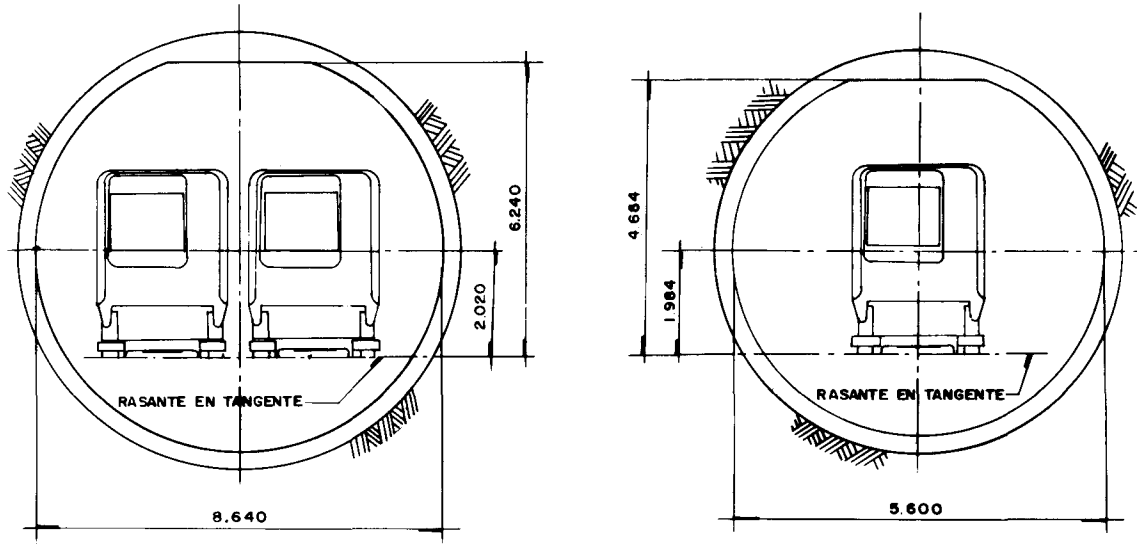
Dependiendo de la solución que se le dé a la estación, se pueden tener tres formas, que son las más comúnmente usadas:

1. Estación con sección túnel separada con muro intermedio
2. Estación con andenes en túneles independientes (fig 05-6a)
3. Estación con ambos andenes en el mismo túnel (fig 05-6b).



(a) (b)

Túnel convencional



(c) (d)

Túnel con escudo

Acotaciones, en metros

Fig 05-5 Sección túnel (secciones más usuales)

005.A.02.c Vías de enlace

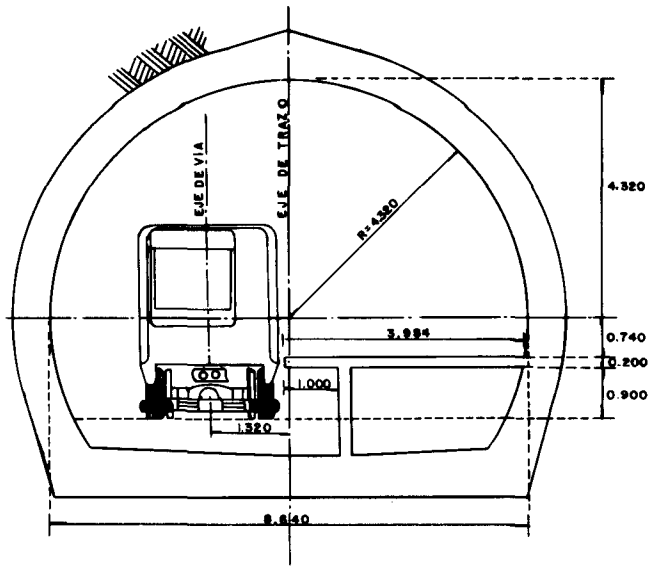
El gálibo en las vías de enlace se regirá por el espacio necesario para alojar las instalaciones, tanto hidráulicas como electromecánicas; se preverá también espacio para andadores laterales para la libre circulación del personal de mantenimiento y operación, así como los elementos que se describieron para los incisos anteriores (gálibo dinámico, estático, etc.). En la fig 05-7 se presenta una sección para ejemplificar lo anteriormente dicho.

005.A.03 GALIBOS EN SOLUCIONES SUPERFICIAL Y ELEVADA

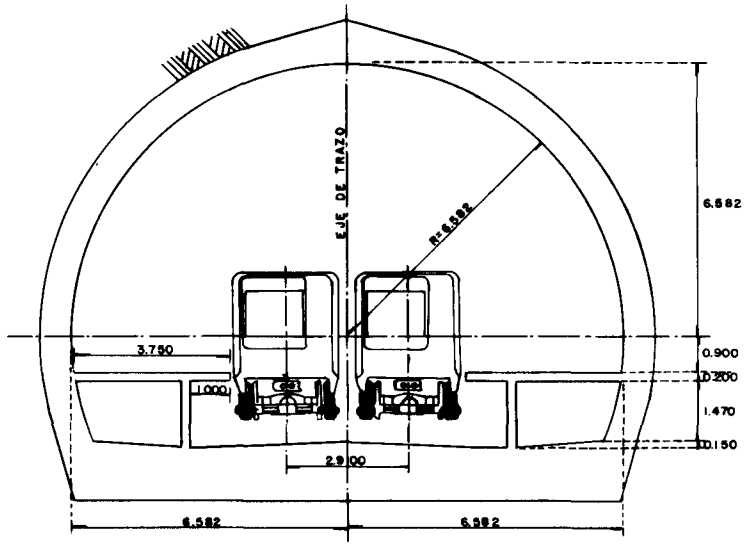
Debido a las características tan similares que guarda una solución con respecto de la otra, se engloba la descripción de restricciones para ambas soluciones (fig 05-8).

005.A.03.a En tramo

Se deberá considerar un gálibo que permita la libre



(a)



(b)

Acotaciones, en metros

Fig 05-6 Estaciones en sección túnel

circulación del equipo rodante, así como cada uno de los elementos propios de las instalaciones respectivas, llámense hidráulicas, electromecánicas, etc. además de considerar las dimensiones y características de soporte del sistema de vía.

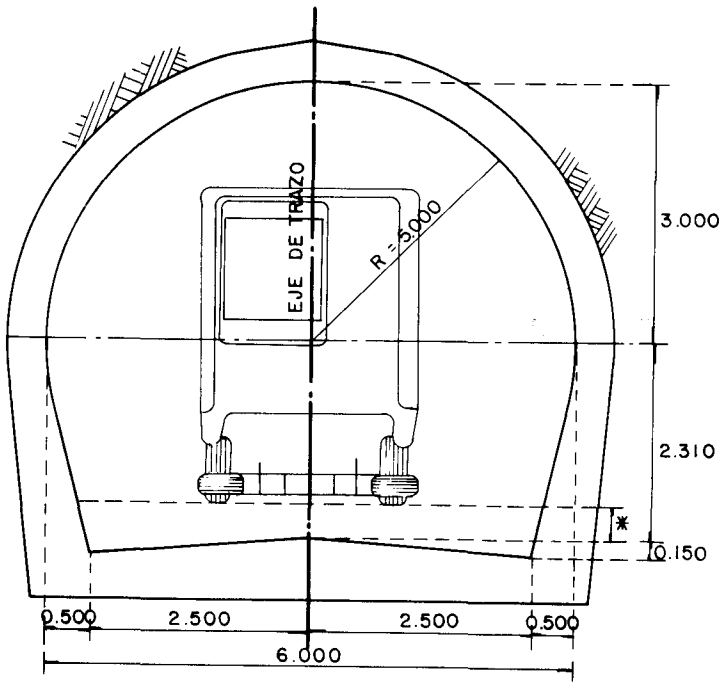
Factores que influyen también en el gálibo, son la sobreelevación aplicada a la vía, y las zonas para circulación de personal, para la cual deberán dejarse andadores de 0.60 m de ancho mínimo. Un factor muy importante a considerar, es la operación del tramo, debido a que de sus características dependerá la señalización y el tipo de entrevía a utilizar.

005.A.03.b En estaciones

Aquí, además de considerar lo descrito en el inciso anterior, se deberá considerar el tipo de solución, esto es, si la estación funcionará como estación de paso, de correspondencia, terminal, o una combinación de las últimas, ya que de éstas dependerá tanto el número, como el ancho de los andenes, y en consecuencia el gálibo total de la estación.

005.A.03.c Vías de enlace

Para la determinación del gálibo en vías de enlace se deberá considerar lo siguiente: andadores para



Acotaciones , en metros

* VER TABLA DEL CAPITULO 004.E

Fig 05 - 7 Sección transversal para vía de enlace

circulación de personal de mantenimiento; el espacio para las instalaciones hidráulicas y electromecánicas; y el análisis del gálibo dinámico y estático, así como las características del sistema de vía.

005.A.04 GALIBOS EN COLAS

Estos gálibos se dividirán en dos ramas:

— Gálibos en colas provisionales
— Gálibos en colas definitivas

Debido a que presentan las mismas características respecto de su operación en cualquiera de las soluciones constructivas, se generalizará en sus dimensiones.

005.A.04.a En colas provisionales

En este tipo de solución, si el análisis operativo dictamina que se requiere de una fosa de visita, se deberán respetar las siguientes dimensiones o distancias mínimas.

Entre el eje de la fosa y el paño interior del muro (en la solución subterránea) o murete (superficial y elevado), igual 2.50 metros.

Entre el eje de fosa y vía o vías contiguas, 4.20 m Esta distancia regirá cualquiera que sea la solución de la cola.

Para el caso de sección en túnel, la distancia mínima será aquélla que resulte del análisis de cada uno de los elementos necesarios para conservar los espacios de operación para la fosa de visita.

En el caso que no se requiera la fosa de visita, el tramo conservará las mismas características en lo que a gálibo se refiere que para tramo normal.

005.A.04.b En colas definitivas

El análisis de operativo en este caso, determinará si son necesarias dos o más vías y la presencia o no de la fosa de visita. En caso de haberla, se tomarán las consideraciones mencionadas para el mismo caso en el inciso anterior (figs 05-9 y 05-10).

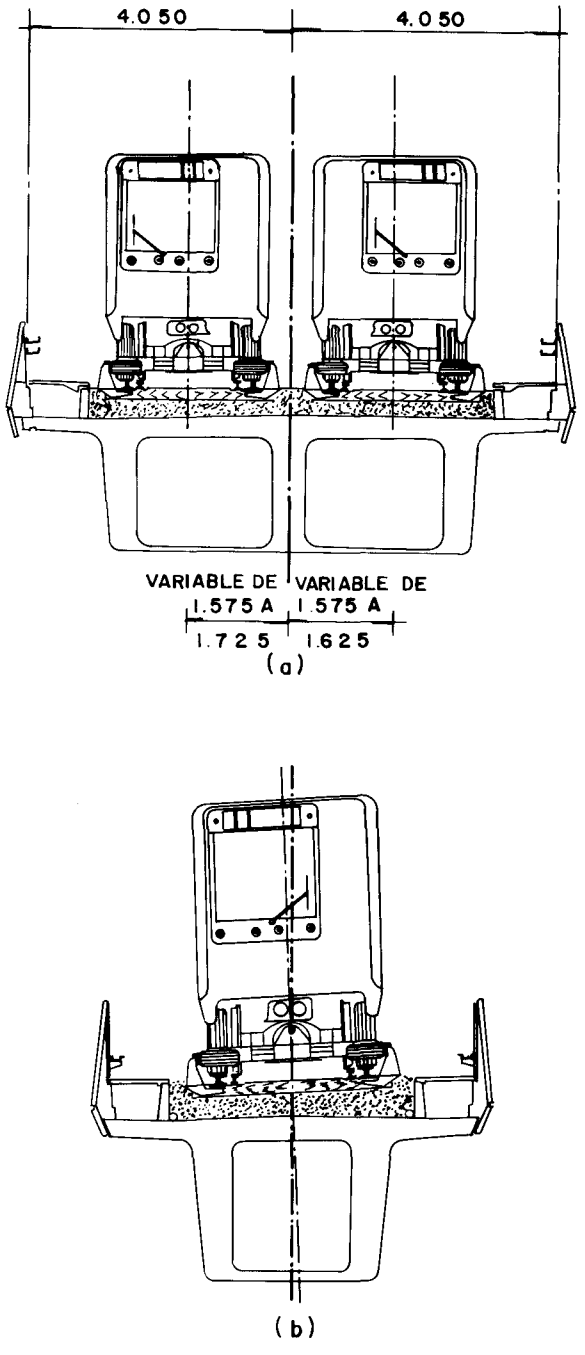
005.A.05 GALIBOS EN NAVES DE DEPOSITO Y TALLERES

Estos gálibos se regirán principalmente por el número de vías que requerirá la solución para cada caso. Las entrevías deberán tener una distancia en la que se contemplen andadores para el personal de operación y mantenimiento, así como espacio para todas las instalaciones inherentes a los talleres y naves de depósito.

En todas las vías que forman parte de los depósitos o talleres, pero que no se encuentren totalmente en espacios cerrados, como por ejemplo la vía de pruebas, la vía de lavado, etc., su gálibo será establecido por el equipamiento y la propia operación de la vía.

005.B GALIBOS VERTICALES

El gálibo comprende la libre circulación del equipo rodante dentro de un espacio físico sin obstáculos dentro de la estructura circunscrita para las diferentes soluciones del Metro.



Acotaciones, en metros

Fig 05—8 Secciones en elevado

Para la solución en túnel se deberá respetar un espacio para la circulación del tren, más el equipamiento para las diferentes instalaciones, tales como señales, charolas para cableado, etc. Además, la distancia entre el techo del tren y el paño interior del techo de la estructura, estará regida por el radio que circunscribe la sección estructural (fig 05-3).

En las soluciones superficial y elevada el gálibo necesario en cruce con puentes peatonales y/o vehiculares, debido a que estas dos soluciones adolecen de losa superior, sólo se deberán considerar 4.90 m libres. En el caso de la solución en cajón subterráneo se debe considerar lo siguiente.

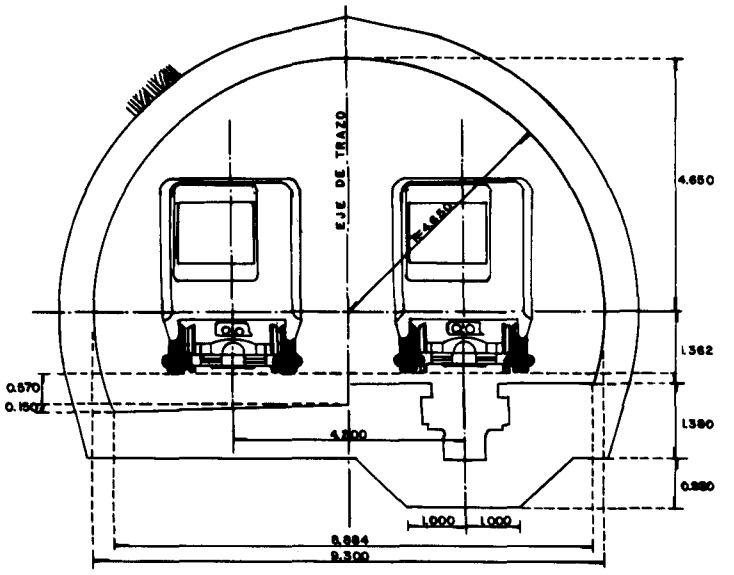
005.B.01 EN TRAMO TANGENTE

Se conservará un gálibo vertical igual a 4.90 m como mínimo, medido del nivel de subrasante al intradós.

005.B.02 EN TRAMO DE CURVA

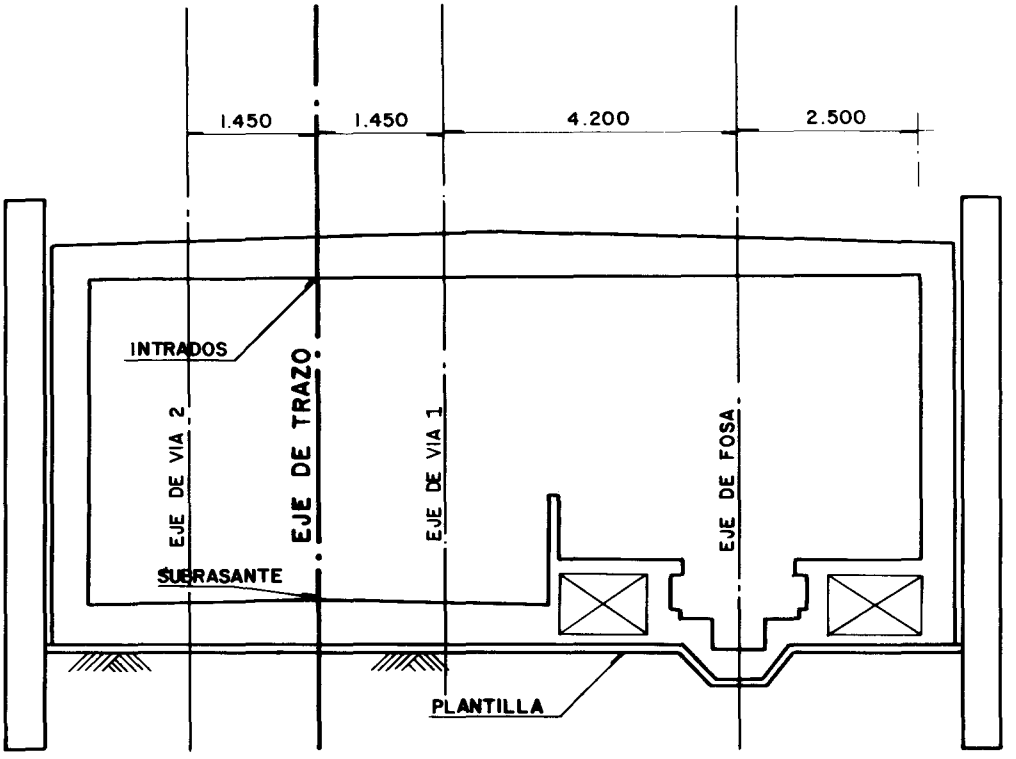
Para radios mayores de 500.000 m regirán las mismas condiciones que para tramo tangente.

Para radios menores o iguales a 500.000 m deberá incrementarse 0.250 m a todo lo largo de la curva, quedando su valor igual a 5.150 metros.



Acotaciones , en metros

Fig 05 - 9 Sección túnel ; cola definitiva



Acotaciones , en metros

Fig 05 - 10 Sección cajón : cola definitiva

005.B.03 EN TRAMO CON ZONA DE REJILLAS

Se divide en dos casos:

1. Rejillas cenitales. Con las dimensiones del gálibo vertical dadas para tramo tangente y curva como base, se incrementará a todo lo largo de la rejilla la distancia equivalente para igualar el área de ventilación de la rejilla (fig 05-11).

2. Rejillas laterales. Se deberá considerar el mismo gálibo vertical del tramo en el cual se ubique la rejilla, variando éste si se encuentra en tramo tangente o con curvas de radio menor de 500.000 m y proyectándose la geometría del cajón que alojará la rejilla, adyacente a la estructura principal, con las dimensiones necesarias para dejar paso al aire en la longitud total de la rejilla (fig 05-12)

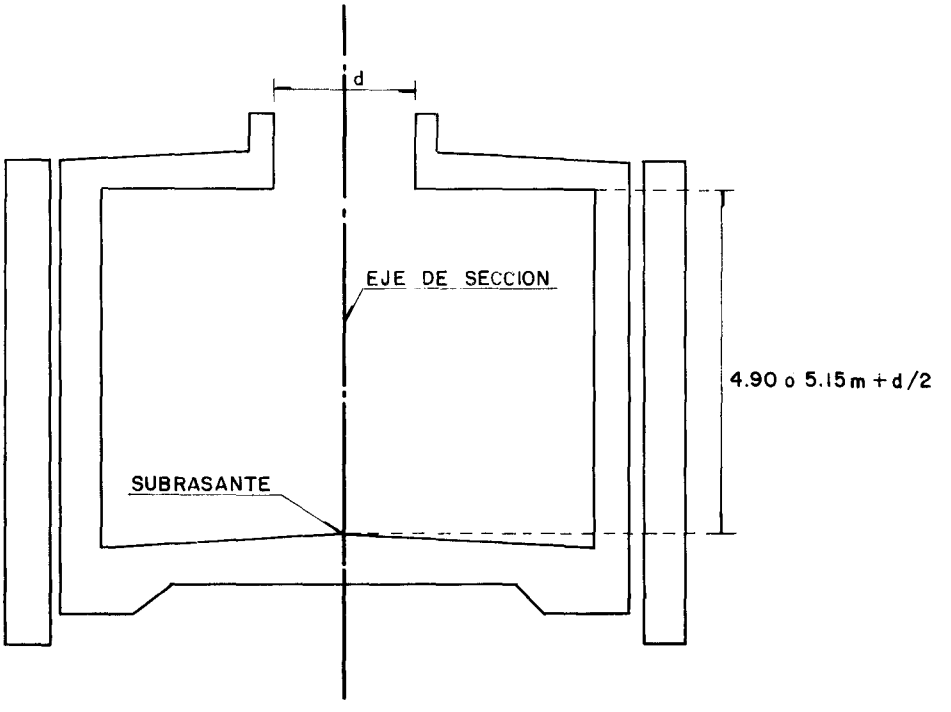


Fig 05 - 11 Rejilla cenital

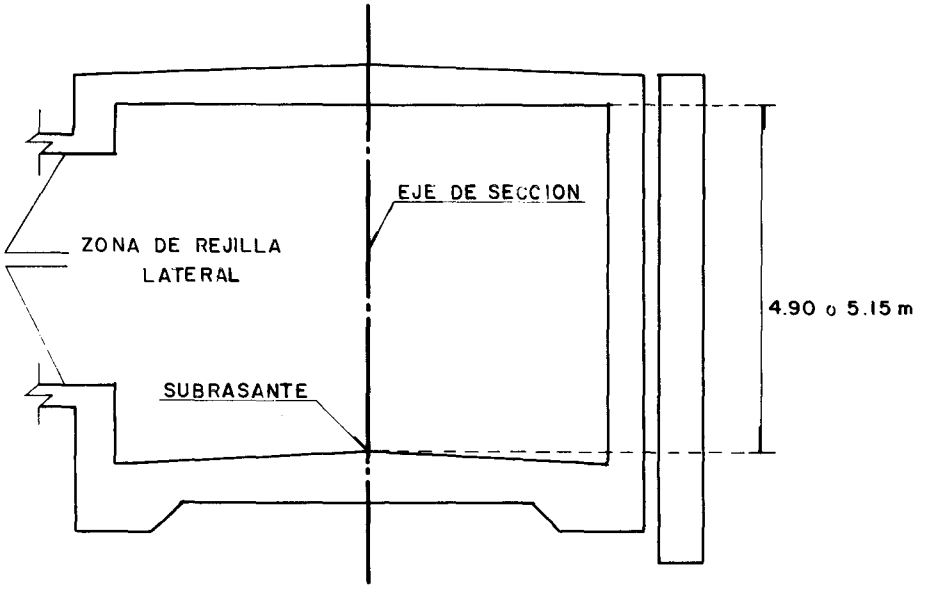


Fig 05 - 12 Rejilla lateral

005.C GALIBOS EN NICHOS

Dentro de la estructura que alojará el paso de los vehículos del Metro, debe incluirse equipos especiales, tanto de instalaciones electromecánicas (PR, equipos de tracción, etc.), como hidráulicas (cárcamos) y el sistema de vía (motores de los aparatos de vía) que ocupan un espacio considerable y que se deben tomar en cuenta. A estos espacios para alojar los equipos, se les denominará nichos. Otros espacios a tomar en cuenta, son los destinados a proporcionar seguridad al personal de mantenimiento, a los cuales se les llamará nichos de seguridad.

Se desglosa a continuación cada uno de los dos tipos de nichos y sus dimensiones requeridas.

005.C.01 NICHOS DE SEGURIDAD

Se usarán sólo en solución a base de cajón subterráneo y se colocarán a cada 50.000 m en tramo tangente, o, en tramo en curva con radio mayor a 500.000 m y a cada 25.000 m cuando el radio sea mayor o igual a 500.000 m; en ambos casos, los nichos serán colocados a ambos lados del cajón.

La altura a la que deberán quedar respecto al nivel de subrasante será de 0.60 metros. Sus dimensiones serán de 1.500 x 2.400 x 0.300 metros.

005.C.02 NICHOS PARA MOTOR DE APARATO DE VIA

Nichos sencillos (cuando alojan solamente un motor de aparato).

Deberán estar ubicados en zonas de aparatos para el cambio de vía; sus dimensiones deberán ser para túnel o cajón, de 4.000 m de largo, 0.700 m de profundidad, por una altura total igual a la de los muros.

Para solución superficial o viaducto elevado se deberá considerar de 5.000 m de largo y 0.700 m de profundidad, por la altura total de muretes o parapetos.

005.C.03 NICHOS ESPECIALES DE APARATOS

Se ubicarán cuando se tengan dos aparatos de cambio de vía en posición de contacto punta a punta; para secciones en cajón subterráneo o túnel deberán tener 7.520 m de largo y 0.700 m de profundidad, por la altura total de los muros.

Cuando se tenga solución superficial o viaducto elevado se deberá considerar un nicho de 9.000 m de largo, 0.700 m de profundidad y una altura total igual a la del murete o parapeto.

005.C.04 NICHOS PARA EQUIPOS CONTRA INCENDIO

Las dimensiones de los nichos deberán ser de 1.500 m de largo, 2.000 m de altura y 0.500 m de profundidad y deberán estar ubicados de acuerdo a las necesidades electromecánicas.

005.C.05 NICHOS DE PR Y SIT

Para cualquier solución el nicho deberá satisfacer las necesidades del equipo electromecánico, por lo cual sus dimensiones dependerán del material que se considere en el proyecto.

005.C.06 NICHOS EN LOCAL DEL VISITADOR

Deberán tener una longitud de 5.000 m por la profundidad y altura que tenga el local del visitador.

005.C.07 NICHOS DE ENLACE

Deberán tener una sección de 3.000 m de longitud por 3.000 m de profundidad y una altura que estará determinada por el equipo electromecánico cuando se utilice solución superficial o viaducto elevado.

Para solución en cajón subterráneo o túnel deberán tener 4.500 m de largo y 2.350 m de profundidad por la altura total de muros.

005.C.08 NICHOS DE SUBESTACION PARA EQUIPO DE VENTILACION

Se utilizarán sólo en soluciones en túnel y tendrán una sección de acuerdo al equipo por utilizar.

CAPITULO 2.01.01.006

ESPECIFICACIONES DE DIMENSIONAMIENTO Y LOCALIZACION DE REJILLAS DE VENTILACION NATURAL

La ventilación tiene como fin reemplazar el aire contaminado y sobrecalentado, con aire fresco del exterior y evitar el malestar debido a la humedad condensada, dando confort al usuario. Si la temperatura del aire interior es superior a la temperatura ambiente y si existe una comunicación con el exterior se produce espontáneamente la ventilación natural.

La renovación natural del aire en la solución de Metro tipo subterráneo, es consecuencia de la diferencia de densidades entre el aire del interior y el aire del exterior.

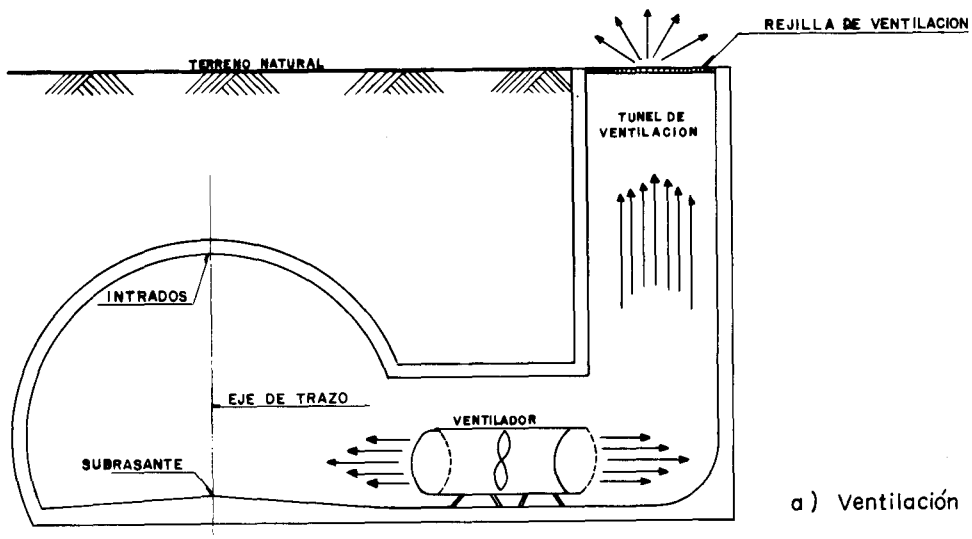
Cuando no hay regulación, la entrada del aire se efectúa al azar; para evitar esto, dentro de las etapas inherentes al proyecto geométrico está el análisis de la distribución de las áreas de ventilación.

006.A SISTEMA DE VENTILACION

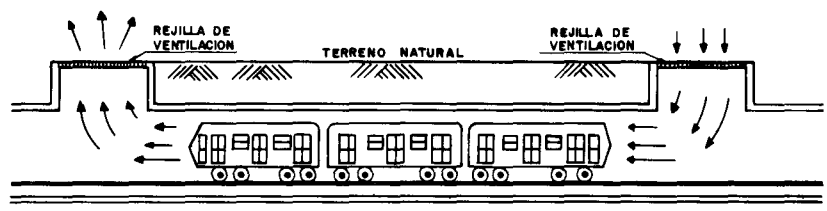
En la solución en cajón subterráneo del Metro se tienen dos sistemas de ventilación: mecánico y natural.

006.A.01 VENTILACION MECANICA

La ventilación mecánica consiste en la instalación de ventiladores que extraen el aire del interior o inyectan aire del exterior (fig 06-1a) (Ver parte 2.02 de las especificaciones de la obra Electromecánica).



a) Ventilación mecánica



b) Ventilación natural

Fig 06-1 Sistemas de ventilación

Las partes más importantes de este sistema son:

a) Local para instalación de equipo de ventiladores

b) Túnel de conexión

c) Túnel de ventilación

006.A.02 VENTILACION NATURAL

El sistema de ventilación natural consiste en aprovechar el efecto de émbolo que tiene el tren al circular por el túnel, producido principalmente por el aumento de presión que se genera en la parte delantera del convoy al momento de circular, permitiendo la expulsión del aire y a su vez, en la parte posterior del mismo convoy ocurre una disminución de presión, lo que provoca una succión de aire (fig 06-1b).

La ventilación natural puede ser de los dos siguientes tipos:

006.A.02.a Rejillas de ventilación lateral

La rejilla de ventilación lateral como su nombre lo indica se ubica a uno de los extremos del cajón del Metro (fig 06-2a).

006.A.02.b Rejillas de ventilación cenital

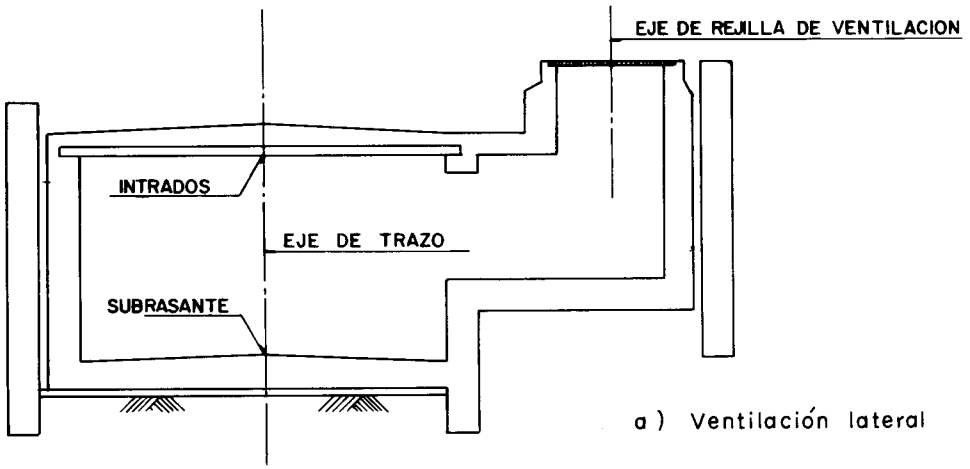
La rejilla de ventilación cenital es la que se localiza arriba de la estructura principal del cajón del Metro y estará provista de una charola de protección que evite el paso del agua pluvial y de objetos que puedan caer sobre las vías energizadas (fig. 06-2b).

006.B CARACTERISTICAS DE LAS REJILLAS

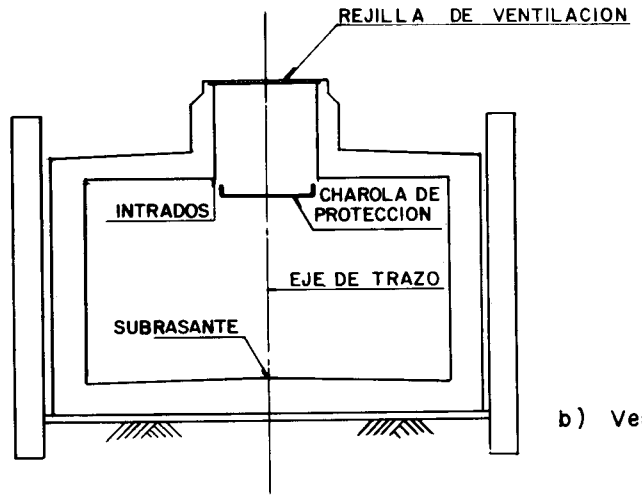
La función principal de las rejillas de ventilación es la de disminuir la cantidad de calor generado en el interior por la fricción de los neumáticos contra la pista de rodamiento y por las instalaciones eléctricas y alumbrado, y además el calor generado por los propios usuarios y por el material rodante.

Para el buen dimensionamiento de las rejillas deben tomarse en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Producir en el túnel una distribución apropiada de aire, humedad y temperatura
2. Evitar resistencias aerodinámicas innecesarias
3. Tamaño y forma conveniente
4. Facilidad de construcción
5. Tener una alta resistencia para el paso superficial de vehículos o de peatones, según su ubicación.



a) Ventilación lateral



b) Ventilación cenital

Fig 06-2 Tipos de ventilación

006.C AREAS POR VENTILAR

El área por ventilar está en función directa de la distancia de interestación del tramo en estudio.

Aplicando la siguiente fórmula se tiene:

$$A = DK$$

donde:

A Area por ventilar, en m^2
D Distancia interestación, en m
K Constante (0.38823)*

* Se considera que un kilómetro de tramo para dos vías es ventilada con un área de 338.23 m^2 de rejilla.

006.D LOCALIZACION DE REJILLAS

006.D.01 ZONAS FACTIBLES DE UBICACION

Deberán considerarse todas las características del tramo en estudio como son:

a) Tamaño de banquetas
b) Posición del eje de trazo
c) Solución vial
d) Perfil
e) Instalaciones municipales

Las rejillas cercanas a la cabecera de estación deberán localizarse a una distancia mínima de 75.000 m del paño de la rejilla al paño de la cabecera del andén.

El área de ventilación deberá quedar distribuida a lo largo del tramo interestación (no concentrada).

La distancia mínima entre ejes de dos rejillas de ventilación consecutivas será de 150 metros.

Una sola rejilla de ventilación no deberá tener más de 120 m^2 de área.

El área por ventilar que se le fije a cada rejilla, deberá mantenerse en toda la trayectoria del aire, eliminando cualquier obstáculo que pudiera disminuirla.

006.D.02 LONGITUD TEORICA DE VENTILACION

Para conocer la longitud teórica de ventilación por rejilla, se considerará la siguiente relación:

$$LTVR = \frac{A_R}{K}$$

donde:

LTVR Longitud teórica de ventilación por rejilla
A_R Area de rejilla
K Constante (0.38823)*

* Se considera que un kilómetro de tramo para dos vías es ventilado con un área de 338.23 m^2 de rejilla.

006.D.03 DIMENSIONAMIENTO Y TIPO DE REJILLA POR APLICAR

006.D.03.a Dimensionamiento

El dimensionamiento de las rejillas de ventilación se fijará en base al espacio, localización de interferencias municipales y a la ubicación de las mismas.

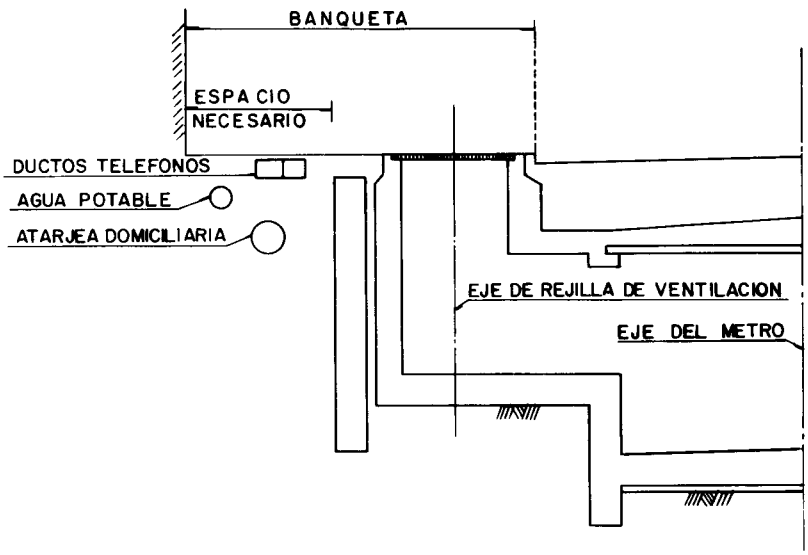
Dimensiones apropiadas para rejillas

Area (m^2)	Caso 1	Caso 2
100	50 x 2	25 x 4
80	40 x 2	20 x 4
60	30 x 2	15 x 4
40	20 x 2	10 x 4

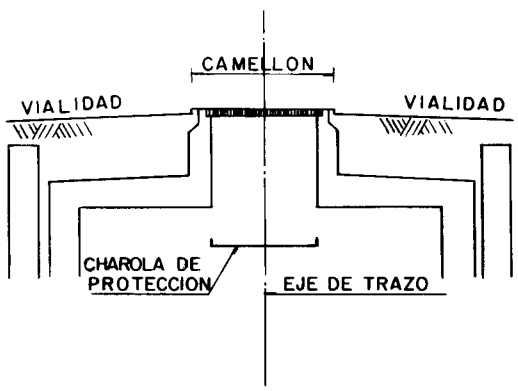
006.D.03.b Tipo de rejilla por aplicar

Para seleccionar el tipo de rejilla que debe colocarse, básicamente se deben considerar los siguientes aspectos (fig. 06-3):

1. Ancho de banqueta
2. Posición del eje de trazo
3. Solución vial
4. Perfil
5. Presencia de instalaciones municipales
6. Comparación económica
7. Localización de entradas peatonales o de vehículos
8. Presencia de árboles



(a)



(b)

Fig 06-3 Tipos de rejilla por aplicar

CAPITULO 2.01.02.001

INTRODUCCION

Dentro de la obra civil para el sistema de transporte del ferrocarril metropolitano existen aspectos que por su índole caen dentro del campo de la arquitectura.

Esta disciplina encuentra amplio campo de aplicación en el proyecto de las edificaciones anexas al sistema vial, como son las estaciones con sus múltiples edificios conexos y las zonas de mantenimiento que aquí se mencionan como talleres.

En esta sección también se han incluido algunos aspectos urbanos derivados de los problemas de esta índole que se generan al situar las estaciones en la ciudad. Estas áreas anexas a las estaciones, se denominan áreas de transferencia y están ya definidas y normadas en la Parte Primera, Libro Segundo, capítulo 2.10.8 de las Normas Generales de Construcción del Departamento del Distrito Federal. El proyecto de estaciones deberá también seguir los demás lineamientos que se señalan en la sección de Proyectos de Obras Viales de las normas antedichas, en lo que se refiere a los espacios externos.

Todo lo que en esta sección se trata se refiere al Proyecto Arquitectónico; por tanto, deberá cumplir con los requisitos mencionados en el Título Tercero del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (RCDF). En estas disposiciones se mencionan aspectos relativos a Circulaciones, Previsiones contra Incendio, Accesos y Salidas, Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias, Instalaciones Eléctricas, Mecánicas y Especiales que pueden ser de utilidad para los proyectos que aquí se mencionan.

CAPITULO 2.01.02.002

ESTACIONES

002.A GENERALIDADES

Como su nombre lo indica la estación se define como el lugar de parada del tren para el ascenso y descenso de los pasajeros. Los pasajeros entran y salen del sistema de Metro a través de las estaciones en calidad de usuarios.

Es usado también como transferencia a otros medios de transporte, comunicándose unos con otros a través de pasarelas, plazas, etc. El cadenamiento de los diferentes sistemas de transporte se da en un sentido y en otro, hasta que el usuario llega a su destino.

Un elemento importante en la estación es el tren en su aspecto espacial, dimensiones, longitud, altura, cupo de pasajeros, frecuencia de paso, el tiempo de permanencia en las estaciones, velocidad de llegada y salida, etcétera.

Otro es el personal de operación, que hace funcionar todo el sistema administrativo y mecánico proporcionando luz, ventilación, comodidad ambiental, información y seguridad.

Del usuario se derivarán los problemas de movimiento y encauzamiento de grandes masas, las cuales habrá que calcular, para ver si los espacios que se proponen son suficientes o no. También se generarán los problemas de la división de flujos de usuarios en una dirección y en la otra, considerándose no interferir con el funcionamiento del personal de servicios.

Del tren se definirán las dimensiones de los andenes, las pasarelas para cambio de vías, los vestíbulos de espera y el volumen general de la estación. Estas dimensiones también están en función de los requerimientos electromecánicos que representan las subestaciones, locales técnicos y cuartos de tableros, espacios para la ventilación mayor, escaleras mecánicas, torniquetes, taquillas, oficinas de empleados, abastecimiento de agua y servicios sanitarios, control e información.

002.B CLASIFICACION DE ESTACIONES

002.B.01 POR SU FUNCIONAMIENTO EN LA RED

Por la función que desempeñan dentro de la red general del sistema de líneas del Metro, las estaciones se pueden clasificar en tres grupos:

1. De paso
2. De correspondencia
3. Terminales

La interestación promedio será de 900 m de longitud (véase 2.04.01.003.B "Estaciones").

002.B.01.a Estaciones de paso

Son aquéllas que se encuentran en puntos intermedios de las líneas y se ubican de acuerdo con premisas de operación, posibilidades y disponibilidad de áreas adecuadas y de mejor opción de servicio a los usuarios.

002.B.01.b Estaciones de correspondencia

Son aquéllas que se encuentran en el cruce de dos o más líneas del Metro y tienen como característica primordial, permitir a los usuarios cambiar de línea en dos o más direcciones sin necesidad de pago de cuota adicional pudiendo así efectuar el recorrido indefinido de todo el sistema pasando de una a otra línea.

Este tipo de estaciones puede existir entre dos de paso y entre una estación de paso y una terminal.

002.B.01.c Estaciones terminales

Son aquéllas que como su nombre lo indica están al final del trayecto.

Las terminales pueden ser provisionales o definitivas de acuerdo a la forma en que se desarrollen las líneas, dado que en algunos casos se construyen por tramos únicamente; éstos necesitarán una terminal a cada extremo por corta que sea la longitud de la primera etapa.

Las terminales requerirán de instalaciones adecuadas y estacionamiento de convoyes para la operación del Metro. Para el caso de las terminales provisionales dichas instalaciones se reducirán al mínimo.

Estas estaciones podrán ser a la vez de correspondencia.

002.B.02 POR SU NIVEL DE VIA

002.B.02.a Solución en cajón subterráneo

Como su nombre indica son aquellas estaciones que se construyen bajo tierra y se dividen en tres grupos según su profundidad: en cajón, semiprofunda y en túnel.

002.B.02.a.01 *En cajón.* Se denominan así aquellas estaciones en que se hace una excavación a cielo abierto para ser cubierta después por una estructura, sobre la cual se asienta un relleno suficientemente grueso como para permitir el paso de instalaciones urbanas. Sobre el relleno y el pavimento correspondiente se establecerán los servicios urbanos (plazas, calles, camellones, etc.).

002.B.02.a.02 *Solución semiprofunda.* Se usa cuando la excavación a cielo abierto rebase un nivel de profundidad tal que se puedan alojar vestíbulos, comunicación con otras estaciones, etcétera.

Usualmente el vestíbulo se encuentra en el mezzanine sobre los andenes y las estaciones se pueden localizar debajo de arroyos de circulación vehicular, plazas, terrenos afectados, etcétera.

002.B.02.a.03 *Solución en túnel.* Cuando la calidad del terreno y el sistema constructivo lo permitan, las dimensiones del túnel pueden ser suficientemente amplias para alojar en él las vías y los andenes.

Las posibilidades de variación del nivel del túnel y la subrasante con respecto al nivel de calle y su propio diámetro deberán estar de acuerdo con los estudios de mecánica de suelos y con el diseño estructural.

Esta solución consistirá ya sea en dos túneles paralelos separados que alojen cada uno de ellos una sola vía y su andén correspondiente, en dos túneles adosados con apoyo central, o bien en un sólo túnel de mayor diámetro que abarque las dos vías juntas con los andenes laterales.

002.B.02.b Solución superficial

Cuando por características del contexto urbano y estudios de factibilidad de la línea, se permita una circulación de los convoyes del Metro a nivel superficial y con vías a la intemperie, surgirá la clase de estaciones denominada superficiales, pudiendo presentarse gran variedad de soluciones arquitectónicas para resolver el acceso a estos andenes superficiales.

Dentro de este concepto se distinguirán dos clases: a nivel superficial, y en tajo.

002.B.02.b.01 *A nivel superficial.* Cuando el nivel de vía se encuentre al mismo nivel que el de la calle o ligeramente arriba o debajo de ésta.

002.B.02.b.02 *Solución en tajo.* Cuando el nivel de la subrasante se encuentre a 1.50 m o más de profundidad con respecto al de la calle.

002.B.02.c Solución en viaducto elevado

Como su nombre lo indica estas estaciones se encuentran a un nivel o más sobre el nivel de la calle, o sea que la principal característica es que permiten la circulación de otros vehículos, o del propio Metro, peatones, etc., dejando entre ellas un gálibo vertical mínimo de 5.000 metros.

Como en el caso de las otras estaciones su designación obedece al nivel de la subrasante y a la relación directa que éste tiene con el nivel de andenes y la calle.

002.C ASPECTOS URBANOS

Las estaciones quedan íntimamente relacionadas con la urbe a través de sus accesos y salidas ya que crean enormes influencias viales en las áreas de transferencia que se generan.

Existen aspectos urbanos relacionados en su totalidad con la línea en lo referente a las estaciones, los cuales son estudiados en otras normas relacionadas con el plano rector, el plan de vialidad y transporte y el plan rector del Metro en lo particular y que ameritan un estudio de transporte dentro de la urbe.

Por otra parte, ya dentro de la ubicación de una estación se presentarán problemas: cruces viales, estaciones temporales de autobuses, taxis y otros vehículos de transporte, paraderos de automóviles particulares o estacionamientos permanentes de éstos y los movimientos peatonales que implica esta área de transferencia en donde existirán tres tipos de tráfico: el puramente vehicular, el vehicular-peatonal y el puramente peatonal.

Otro grupo de problemas que presenta la estación estará relacionado con el uso del suelo en las proximidades de una estación; el hecho de que una estación de Metro esté próxima a una estación de autobuses foráneos o a un aeropuerto puede acarrear grandes problemas. La cercanía con lugares de grandes aglomeraciones, mercados, centros comerciales, estadios, etc. también tendrá gran influencia en el proyecto de la obra urbana exterior.

002.C.01 UBICACION DE ESTACIONES

La ubicación de estaciones dentro de una línea es objeto de estudios de transporte junto con los de densidad de población y los estudios de origen y destino. En general, se ubicarán cerca de intersecciones de calles o por donde circulen líneas de transporte de autobuses o rutas de colectivos, con objeto de captar pasajeros.

Se considerará que el espaciamiento entre estaciones puede fluctuar entre 600 m y 1 400 m dependiendo de estudios de transporte y de las características del material rodante que se seleccione, el cual dará sus propias restricciones de operación.

Otro factor definitivo en la ubicación de estaciones es el estudio de las instalaciones urbanas que interfieran con la estación y los problemas de tráfico que pueda causar (véase 2.05 "Obras inducidas").

002.C.02 PARADERO DE AUTOBUSES

A fin de lograr la adecuada transferencia de pasajeros entre el sistema Metro y el sistema de transporte de superficie como son autobuses urbanos, suburbanos, trolebuses, taxis colectivos y vehículos parti-

culares, se hace necesaria la presencia de paraderos y estacionamientos en las estaciones del Metro. Atendiendo a la demanda y a la captación de la estación se determinará la reestructuración vial y su dimensionamiento.

Para lograr la máxima seguridad del usuario y optimar el funcionamiento, se deberán proyectar pasarelas subterráneas o elevadas a los paraderos, con distancias óptimas de recorrido entre 100 m y 150 m. Cuando estas distancias se excedan, se usarán bandas transportadoras mecánicas.

002.C.03 ESTACIONAMIENTOS

En las estaciones en las que la captación prevista de usuarios determine una elevada afluencia de transportes particulares, se deberán proporcionar estacionamientos públicos de dimensiones adecuadas a las necesidades planteadas por la afluencia de usuarios, tomando en cuenta la zona y de acuerdo también a la disponibilidad de los terrenos. El diseño de los estacionamientos se deberá adecuar a la geometría de los terrenos para este fin, así como al RCDF.

002.C.04 PLAZAS DE ACCESO

Dado el gran volumen de gente que se genera alrededor de una estación del Metro y con el fin de agilizar la circulación y mantener la seguridad tanto del peatón como del automovilista, será necesaria la creación de plazas, que se definirán como espacios abiertos para receso y/o dispersión de usuarios.

Se deberá buscar la regeneración urbana con buena calidad en su construcción y materiales y con áreas jardinadas.

002.C.05 ACCESOS

Siendo éstos la transición entre la vía pública y la estación propiamente dicha, los accesos desempeñan un papel muy importante, ya que de ellos depende en mucho la eficiencia en el funcionamiento de la estación.

Todas las estaciones deberán contar con puertas de seguridad a base de celosías metálicas.

De acuerdo a los diferentes tipos de estación y al contexto urbano, se determinarán los distintos tipos de acceso a las estaciones.

Para los vestíbulos subterráneos a poca profundidad (3.50 m a 6.50 m de altura), es conveniente utilizar escaleras convencionales y para los desniveles subsecuentes se colocarán escaleras mecánicas. Los vestíbulos de superficie deberán tener un pequeño desnivel de 2 a 3 escalones para estar a salvo de posibles inundaciones.

Los accesos a las estaciones se diseñarán procurando obtener siempre la seguridad y dimensiones necesarias para el rápido desalojo de la misma en un tiempo no mayor de 3 minutos. Estos accesos podrán ser cuatro, dos por cada lado del vestíbulo, destinándose dos para entrada y dos para salida, con anchos no menores de 2.50 m libres (véanse también los artículos correspondientes del RCDF).

002.C.06 PASARELAS DE ACCESO

En las estaciones terminales y en aquéllas donde el movimiento vehicular sea muy intenso, se diseñarán pasarelas de acceso, elevadas o subterráneas, con objeto de brindar a los usuarios la máxima seguridad y optimar el funcionamiento tanto de la estación como de la vialidad.

Para su dimensionamiento se deberán considerar los estudios realizados con base en la densidad demográfica de la zona y en los aforos de origen y destino, los cuales llevarán a conocer el número de autobuses urbanos, suburbanos, taxis y colectivos que operarán para satisfacer la captación prevista, ya sea para el acceso, receso, dispersión o desalojo de la estación.

002.C.07 PASOS PEATONALES

Se deberán proporcionar al peatón pasos para el cruce de vialidades importantes a través de la estación sin pago de boleto; éstos podrán ser subterráneos o elevados. En el caso de los elevados se deberán proteger tanto las escaleras, como sus columnas con deflectores con una altura adecuada, contra posibles impactos vehiculares.

002.D ESPACIOS INTERNOS

Se les denomina así a los espacios propios de la estación; estos espacios variarán en forma, iluminación y sensación sicológica de acuerdo al tipo de construcción elegido. Podrá haber incluso, estaciones a la intemperie en donde no exista clara delimitación entre espacio externo e interno; aquí nos referimos a los espacios pertenecientes al ámbito de la estación.

Dentro de los espacios internos conviene diferenciar dos zonas: una propiamente de los usuarios, como escaleras de acceso, vestíbulos, pasarelas y andenes y otra, la del personal de la estación como la de servicios administrativos y de operación.

Dentro de la primera zona, la del usuario, se tendrán dos subzonas divididas por la línea de torniquetes, una antes de cruzarlos denominada externa o libre y la otra después de cruzarlos, interna o controlada.

El movimiento interno de la estación está gobernado por la frecuencia de paso de los trenes (Véase 2.04 "Proyecto de operación").

En estos espacios también están considerados los estudios de tiempo que tarda una persona en la adquisición de su boleto, paso por los torniquetes y cruces de circulación, así como también los tiempos de abordaje y desalojo de los trenes (Véase 2.02.01.004.D).

002.D.01 VESTIBULOS Y AREAS DE ESPERA

Los vestíbulos representan una de las áreas más importantes de las estaciones y tendrán que satisfacer todas las funciones que ahí se desarrollen, contando con el espacio suficiente (tanto en superficie como en volumen).

Tendrán que ser compatibles con los diferentes servicios que allí se prestan.

Para el diseño de los vestíbulos se deberá tomar en cuenta un sinnúmero de factores como son: el tipo de

estación, la ubicación, el tipo de sistema constructivo, el concepto formal y los servicios que se brinden al usuario.

Atendiendo a las necesidades de funcionamiento se pueden considerar tres tipos de vestíbulos: exteriores, interiores y los de retención de usuarios.

002.D.01.a Exteriores

Son aquéllos que se encuentran en la subzona externa de usuarios, cuya función es la de recibir, encauzar y controlar a los usuarios antes de su ingreso al sistema.

En estos vestíbulos se ofrecerán al usuario servicios de venta de boletos, casetas de teléfonos, información de itinerarios, etc., en resumen, una serie de servicios propios adecuados a la iniciación de un viaje.

Se diseñarán estos vestíbulos para evitar conflictos entre los servicios y las circulaciones; por ejemplo en horas de máxima demanda se pueden presentar grandes colas en la venta de boletos.

Si el vestíbulo funciona tanto para ingreso como para salida, se estudiarán los flujos contrarios para lograr máxima fluidez, diferenciando los de entrada de los de salida, dividiéndose, si así se quiere, las funciones.

002.D.01.b Interiores

Son vestíbulos destinados básicamente a encauzar y distribuir a los usuarios en la zona interior.

Su diseño responderá al logro de un movimiento cómodo, ágil, rápido y sin conflictos entre los diferentes flujos.

Estos vestíbulos pueden ser una prolongación del vestíbulo exterior separado por las barreras de torniquetes o bien un descanso ampliado de alguna circulación vertical o algún espacio anexo a los andenes, antes de tomar las escaleras.

002.D.01.c Retención de usuarios

A este tipo de vestíbulos se le puede llamar también de retención de usuarios y es una solución que podrá ser necesaria en aquellas estaciones que presenten una elevada captación de usuarios, particularmente en las terminales, a las horas de máxima demanda, en entradas.

En caso de que la frecuencia de trenes aumente, puede ocurrir que éste arroje hasta 72 000 pasajeros por hora y sentido.

En estos casos se recomienda estimar una capacidad para intervalos de 90 s por convoy y una captación por convoy de 1 800 pasajeros como máximo, una dosificación del 60 por ciento de pasajeros y considerar que en un metro cuadrado cabrán cuatro usuarios mientras esperan el turno para abordar al tren. En caso necesario, se diseñarán barandillas de uso rudo para encauzar ordenadamente a los usuarios e inclusive se podrá pensar en la posibilidad de separar hombres de mujeres y niños.

La experiencia que se ha tenido en las estaciones del Metro ante el comportamiento de aglomeraciones de usuarios, hace esperar reacciones violentas y alarmantes, ante las cuales el diseñador deberá estar preparado para resolverlas.

002.D.02 CIRCULACIONES VERTICALES

Se deberán resolver en dos formas: escaleras convencionales y mecánicas. Para determinar el tipo conveniente, se parte del principio de servicio (comodidad y seguridad) al usuario. Por ejemplo, la utilización de escaleras mecánicas para desniveles mayores de 6.50 metros.

Asimismo, en las estaciones donde se requiera agilizar el movimiento de usuarios (correspondencia y terminales), se deberán utilizar también escaleras mecánicas, en combinación con las convencionales.

Se deberán prever las preparaciones para las escaleras mecánicas a futuro, de acuerdo a las características de la seleccionada, y deberán contar de antemano con todas las preparaciones en obra civil para su montaje (ganchos de izaje, alimentación eléctrica, etc.).

Para el dimensionamiento de las escaleras convencionales se deberán considerar los siguientes conceptos: huellas y peraltes según la fórmula del paso, sección transversal acorde con el número de usuarios, y velocidad que se requiera en cada caso.

Nunca se tendrá menos de 2.50 m para el gálibo vertical y la disposición de descansos será tal que resulte cómoda para el usuario.

002.D.03 PASAJES O CIRCULACIONES DE INTERCOMUNICACION INTERIOR

El movimiento correcto de usuarios es esencial para el buen funcionamiento de cualquier estación. Para resolver las circulaciones entre andenes, de los vestíbulos hacia los accesos o a las salidas, de una estación a su correspondencia, etc., se deberán diseñar pasarelas de intercomunicación en combinación con circulaciones verticales (excluyendo rampas, se contará con escaleras convencionales y eléctricas). Esto se resolverá en la mayoría de los casos para atacar la diferencia de niveles que existe entre los diversos espacios.

Para determinar sus dimensiones se tomarán en cuenta diversos factores: sección transversal acorde con la cantidad de usuarios prevista y la velocidad buscada; gálibo vertical, según los requerimientos de ventilación; proporción óptima congruente con el sistema constructivo; ducterías para instalaciones diversas (agua, drenaje, cables de fuerza, cables de control, sistemas de tierra, ductos para ventilación, etc.); condiciones propias del terreno; y otras particularidades.

En pasarelas, vestíbulos y andenes de estaciones profundas, se solucionará la ventilación e iluminación con un sistema de inyección de aire la primera y con un sistema artificial la segunda.

La ventilación se pensará en darla a través de galerías de ventilación o a base de lumbreras.

Dependiendo del diseño propio de la estación, se verá la posibilidad de iluminar con el sistema más apropiado y conveniente para dar el nivel lumínico requerido.

Para la intercomunicación entre las estaciones de correspondencia, se utilizarán pasarelas con distancias máximas de recorrido de 100 a 150 m de longitud y bandas transportadoras si se rebasaran los 150 m, resolviendo así en forma eficaz los problemas de retención y dosificación de usuarios entre las dos estaciones.

En las pasarelas de correspondencias, se deberán disponer galerías de ventilación estratégicamente localizadas y dimensionadas en forma tal, que permitan máxima comodidad y comunicación con el exterior (Véase 2.02.01.006.A "Sistema de aire en estaciones").

002.D.04 PRIMEROS AUXILIOS

Con el fin de prestar al usuario una rápida atención de primeros auxilios en cualquier emergencia, se localizará un local propio y con las características necesarias para su funcionamiento.

Su localización, junto al local que ocupa el Jefe de Estación, responde a que éste tiene preparación para impartir los primeros auxilios y vigilar estas actividades. Por lo tanto, la ubicación ideal es la zona del vestíbulo externo o libre.

Los locales de primeros auxilios de cada estación, estarán provistos de una mesa de concreto de 2.00 m x 0.70 m y una altura de 0.80 m y tendrá un acabado a base de resinas vinil acrílicas. Sobre la mesa se colocará una colchoneta de hule espuma de 10 cm de espesor, con forro de vinil removible en color blanco.

También contarán con una tarja de acero inoxidable Mod. EB-200 del catálogo de E.B. Técnica Mexicana o similar. Dicha tarja estará provista de llave con cuello de ganso, y tapón de cadena.

Contará con una puerta de 1.20 m de ancho para facilitar el acceso a la camilla.

002.D.05 ANDENES

En este espacio es donde se lleva a cabo el ascenso y descenso de pasajeros y se generan las diferentes circulaciones para irse distribuyendo a lo largo del andén, o bien, para que tomen dirección y se dirijan a las salidas.

Con el fin de lograr una distribución uniforme de pasajeros a lo largo del convoy del Metro, se ha optado por localizar los accesos y las salidas del andén en un sólo tercio del mismo.

Esto da la posibilidad de ir seleccionando uno diferente en cada estación.

Según las condiciones del terreno disponible para la ubicación de la estación, y la posición que guarde en la línea, se determinará si es de un andén central o de andenes laterales, así como también su sección transversal.

En todas las estaciones se le dará al andén 150.000 m. de longitud, con excepción de las estaciones terminales provisionales, en las que la presencia del Tablero de Control Optico (TCO) provisional queda dentro de los 150.000 m de longitud.

Para las estaciones de paso y correspondencia, se usarán dos andenes laterales de 4.00 m cada uno con las vías al centro; sin embargo, en las estaciones de paso con poca afluencia y cuyas condiciones antes mencionadas así lo exigieran, se recomienda un solo andén central de 8.00 m de ancho.

En las terminales definitivas para lograr el intervalo previsto entre las salidas de los trenes y alcanzar la máxima eficiencia y rapidez en las operaciones de ascenso de pasajeros, se deberán utilizar dos andenes y tres vías, siendo éstos de 8.00 m de ancho para abordar y 8.00 m para salida. En este caso, no hay duplicidad de funciones, pues mientras que en un andén se distribuye la gente a lo largo del mismo, espera el tren y lo aborda, en el otro, se desciende del tren y se circula hacia las salidas sin interferencia alguna con el otro flujo.

Parte de las medidas de seguridad que se ofrecen en estaciones de dos andenes laterales son como norma, la ubicación de dos gabinetes del Puesto Central de Intercomunicación (PCI) a mitad del andén con ruptor y teléfono directo, dos gabinetes de cabecera de andén, los que deberán ubicarse a 15.000 m de la cabecera de salida del tren, contando estos dos últimos sólo con manguera y extinguidores. Además todos los gabinetes deberán dar al frente del andén y deberán verse a distancia.

También se cuenta con teléfonos en las cabeceras de andén (Véase capítulo 2.02.01.004.F de Electromecánica).

Para facilitar la limpieza de los pisos de andenes, se deberá prever que todos los andenes tengan una pendiente, desde el borde de andén hacia los muros, para evitar la contaminación del balasto.

En los andenes cuyos muros tengan mamparas se proporcionará un dren lateral (zoclo dren) y en los otros se solucionará a base de coladeras y canal dren (Véase 2.02.01.005.A de "Sistemas hidráulicos y sanitarios para estaciones").

002.D.06 ESCALERAS PARA CAMBIO DE ANDEN

También llamadas pasarelas de intercomunicación de andén a andén, éstas se encuentran siempre localizadas en la zona de vestíbulo interior, zona controlada.

En las estaciones a base de cajón subterráneo la solución más frecuente es la de ubicar las escaleras y pasarela debajo de las vías, siempre y cuando los estudios de mecánica de suelos lo permitan. El gálibo que hay que salvar con estas escaleras, será por necesidades estructurales y antropométricas de aproximadamente 5.50 metros.

Por necesidades de captación de usuarios, según sea el caso, irán una o dos escaleras mecánicas acompañadas por sus escaleras convencionales.

En otro tipo de estaciones subterráneas (semiprofundas) se podrán resolver estas escaleras a nivel mezzanine o vestíbulo, naturalmente cuando éstos queden encima de los andenes.

002.E INSTALACIONES PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LAS ESTACIONES

Existen grupos de instalaciones dentro de cada estación como son eléctricas en alta y baja tensión, de aire, hidráulicas, sanitarias y electrónicas (Véanse los capítulos correspondientes a instalaciones electromecánicas en la Parte 02 de este Libro).

002.E.01 SISTEMAS ELECTRICOS

La alimentación para el sistema de energía eléctrica de las estaciones, se hace a base de un tendido de cables de alta tensión de 23 kV, que viene por los túneles de la propia vía y alimenta un par de subestaciones denominadas: subestación de alumbrado y fuerza Vía-1 y Vía-2, en donde este voltaje se transforma a baja tensión (127 V y 220 V) para su aprovechamiento en las estaciones y se distribuye además el alumbrado así como la fuerza para los motores de las escaleras mecánicas, bombas de cárcamos, cisternas y ventiladores.

002.E.01.a Subestaciones (Eléctrica Vía-1 y Vía-2)

Para la fuerza y alumbrado se requerirán dos locales con dimensiones mínimas de 6.000 m de ancho y 12.000 m de largo la de Vía-1 y 6.000 m de ancho y 10.000 m de largo la de Vía-2.

En cuanto al gálibo vertical será libre de 3.100 m y tendrán dos puertas que abatirán hacia afuera de 3.000 m de ancho por 3.000 m de alto.

002.E.01.b Cuarto de tableros

Estos cuartos alojan los tableros de distribución que tienen la función de dar protección a los alimentadores principales en baja tensión; también se encuentran los elementos de protección de los circuitos derivados y los tableros de carga o alumbrado.

La ubicación de estos cuartos dentro de la estación es variable y deberán contar con una superficie aproximada de 20 m², y con una puerta de ancho variable según los requerimientos electromecánicos.

Generalmente cuando las subestaciones están localizadas en los extremos del andén, se deberán ubicar estos últimos al centro de la estación.

002.E.02 SISTEMAS DE AIRE Y VENTILACION

Para garantizar y mantener un ambiente de aire en condiciones de pureza y movimiento, así como el control de humedad y temperatura, se harán los estudios de climatización en cada tipo y caso de los espacios de las estaciones que lo ameriten. (Véase también el capítulo 006 de Sistemas de Aire de la Parte 02 de este Libro y el capítulo 005 de la Sección 01 "Proyecto geométrico", relativo a ventilación natural a través de rejillas, de este mismo Libro 2).

002.E.02.a Galerías de ventilación

Para conseguir una mejor comodidad en cuanto a ventilación, es necesario pensar en galerías, que a través de rejillas permitan tanto en vestíbulos como en andenes una ventilación natural.

Estas rejillas se podrán ubicar, tanto en los extremos como al centro de los vestíbulos y andenes según el diseño mismo de la estación. Deberán cumplir con un área mínima de 250.00 m² adicional a la que pudieran presentar los accesos propios de la estación. Se ubicarán en cualquier tipo de estación siempre y cuando el terreno y la ubicación de la estación lo permitan.

Si las circunstancias no permitiesen localizarlas en ningún lado, se optará por la ventilación mecánica.

Otro aspecto muy importante, es el de que estas galerías generan espacios frescos y con luz natural, haciendo que los usuarios se sientan sicológicamente en nivel de superficie y no enclaustrados, ya que la luz y el aire cambian constantemente.

002.E.02.b Cuartos de extracción de aire

002.E.02.b.01 *Extracción de aire (menor)*. Para lograr en la zona de servicios, o sea en la operativa una mejor comodidad en cuanto a ventilación, se localizarán junto a esta zona cuartos de extracción mecánica de aire con un área de aproximadamente 12m². Estos cuartos se localizarán en cualquier tipo de estaciones (subterráneas en cajón, semiprofundas, en túnel, superficiales, en tajo y elevadas). Desde luego se ubicarán siempre y cuando no hubiera la posibilidad de tener galerías de ventilación (natural).

002.E.02.b.02 *Extracción de aire (mayor)*. Para conseguir una mejor comodidad en ventilación tanto en vestíbulos como en andenes, es necesario considerar locales con equipo de extracción mecánica para desalojar el aire viciado de la estación. En cuanto a su ubicación, estarán en los andenes y sus dimensiones serán variables, pues las condiciones de cada estación en cuanto a volúmenes de metros cúbicos son diferentes. Estos locales se ubicarán siempre y cuando no exista la posibilidad de tener las galerías de ventilación e irán en todos los tipos de estaciones excepto en las estaciones superficiales y elevadas.

002.E.03 SISTEMAS HIDRAULICOS Y SANITARIOS

El sistema hidráulico de agua potable surte de este líquido a los locales de Primeros Auxilios, Cuartos de Aseo, Baños y Sanitarios; el sistema de drenaje o sanitario recolecta las aguas jabonosas, negras, pluviales y producto de filtraciones, conduciéndolas al drenaje municipal, ya sea por gravedad o con ayuda de equipo electromecánico.

La definición de los locales y equipo a utilizar, así como su número, se hará atendiendo a las condiciones específicas de cada proyecto y a su relación con los servicios municipales de la zona en que se encuentra (Véase el capítulo correspondiente en la Parte 2.02 "Obra electromecánica").

002.E.03.a Cisterna o tinacos

Su función es la de almacenar el agua potable con la que se alimentarán los muebles de los locales antes mencionados. Su uso es indispensable para todo tipo de estación. La cantidad de tinacos o la capacidad de la cisterna variará en función directa del número de locales y muebles a los que dará servicio, ubicán-

dolos cerca de su núcleo. El empleo ya sea de tinacos y/o cisternas sólo podrá determinarse de acuerdo a las condiciones propias de cada proyecto.

002.E.03.b Cárcamos

La función de los cárcamos en una estación subterránea es la de recolectar el agua de desecho para luego bombearla a la red de drenaje municipal. Este tipo de agua puede ser producida en la misma estación (aguas negras y aguas jabonosas) o bien, pueden ser aportaciones externas (aguas pluviales y filtraciones).

Mediante la creación de núcleos de locales que requieran servicios sanitarios o drenaje se podrá reducir el número de cárcamos a emplear. Las dimensiones y equipo requerido variarán de acuerdo a las aportaciones de agua que se tengan en cada caso.

Cuando el nivel de subrasante de la estación se encuentre más abajo que el de los tramos contiguos, será conveniente colocar un cárcamo en cada cabecera para recolectar el agua tanto del tramo correspondiente como de la estación.

En el caso de estaciones no subterráneas, con vestíbulos o pasarelas por debajo del nivel de la red de drenaje municipal, también se requerirá el empleo de cárcamos variando su número, capacidad y ubicación que serán determinados por el Departamento de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias de acuerdo con las necesidades específicas de cada caso.

002.E.04 SISTEMAS ELECTRONICOS DE CONTROL

Dentro del sistema general de la red del Metro se encuentra un gran número de sistemas de automatización como son los de señalización, pilotaje automático, mando centralizado, telecomunicaciones, sonido, alarmas y peaje. En esta sección se mencionarán aquellos sistemas que requieren un espacio dentro del proyecto arquitectónico de estaciones como son el Local Técnico y el local para Jefe de Estación, el Tablero de Control Optico y los Equipos Periféricos de Telefonía (Véase el capítulo correspondiente en la Parte 2.02 "Obra electromecánica").

002.E.04.a Local técnico

En todas las estaciones se requerirá un local para alojar los armarios de los sistemas de control (señalización, pilotaje automático, mando centralizado, telefonía, alarmas, sonido, etc.) y en el caso de las terminales definitivas se podrá proporcionar un local anexo en donde se alojen por separado los gabinetes para telefonía y mando centralizado.

En las estaciones de paso y de correspondencia preferentemente se ubicará hacia el eje de estación, próximo a los andenes y del lado de la vía 2, aunque dependiendo del caso, podrá ubicarse hasta una distancia no mayor de 100 m del centro de los andenes y a nivel andén o calle únicamente.

De acuerdo a la función que desempeña cada estación en una línea y a la asignación de armarios vigente, las dimensiones mínimas en planta requeridas para estos locales son las siguientes:

Clasificación	Dimensión, en m
De paso	6.00 x 10.00
De paso con servicio provisional sencillo	6.00 x 12.00
De paso con servicio provisional doble	6.00 x 15.00
De paso con servicio provisional y enlace	6.00 x 15.00
Terminal 2 vías, 2 andenes	6.00 x 18.00
Terminal 3 vías, 2 andenes	6.00 x 20.00
Terminal 3 vías, 2 andenes y nave de depósito	6.00 x 40.00*

* Este local podrá ser dividido en dos: uno de 6.00 x 30.00 m para Señalización y Pilotaje Automático y otro de 6.00 x 8.00 m para Telefonía y Mando Centralizado.

Su altura libre interior será de 3.00 m, más el espacio que requieran otras instalaciones o elementos estructurales.

Las puertas deberán unificarse en tamaño con las de las subestaciones (3.00 x 3.00 m, dos hojas) aunque en los casos que así lo requieran podrán reducirse hasta 2.00 x 2.50 m de altura.

La ventilación será de tipo mecánica, presión positiva; con este propósito se dejarán rejillas de ventilación sin filtro en las puertas. El área de ventilación requerida será establecida por el Departamento de Instalaciones Electromecánicas en cada caso.

Los muros y techos de estos locales deberán ser de concreto teniendo un recubrimiento de pintura fabricada a base de resinas vinílicas y el piso deberá ser de cemento pulido con un sellador que evite el desprendimiento de polvo, sin pendientes ni desniveles, a fin de evitar problemas en la instalación de los equipos.

002.E.04.b Local para Jefe de Estación

Este local cumplirá dos funciones primordiales: la primera, proporcionar un lugar de trabajo estratégicamente ubicado para el Jefe de Estación y, en segundo lugar, para alojar el equipo de mando y control de los equipos básicos de operación de la estación.

Para cumplir estos fines se ha diseñado un mobiliario especial que requerirá de un local que satisfaga los siguientes requisitos:

Alojar en su parte frontal, un cancel de aluminio de 2.85 x 2.10 m de alto, que servirá de respaldo al pupitre del Jefe de Estación, accesible desde el exterior.

Las dimensiones mínimas de este local serán de 2.85 x 2.50 x 2.25 m de alto, alojando el siguiente mobiliario: pupitre del Jefe de Estación (con las platinas de control y mando, terminal de operaciones, el módulo de telecomunicaciones y sistema de protección contra incendio), mímico con ducto de alimentación, mesa de trabajo con silla, archivero con cajón, casilleros y basurero.

Se ubicará en el vestíbulo principal, permitiendo una visibilidad directa hacia la batería de torniquetes. Será una buena medida localizar este local en el nú-

cleo de servicios, permitiendo siempre que el local para primeros auxilios quede contiguo.

El acabado de muros y techos será con pintura hecha a base de resinas vinílicas, el piso será duro y liso sin desniveles.

En los casos que sea posible se proporcionará iluminación y ventilación natural.

Para mayor información consultar los planos arquitectónicos de detalle correspondientes.

002.E.04.c Local para el puesto de maniobras locales

En este local, ubicado en todas las estaciones terminales, se lleva a cabo el mando y control de las maniobras de cambio de vías en los trenes a través del Tablero de Control Optico (TCO), así como el despacho de trenes y el control de cambios de sus conductores.

Se localiza en la cabecera del andén de salida a la línea, y 72 cm por encima de éste. Se buscará la máxima visibilidad en todas direcciones, proporcionando al menos una ventana hacia los andenes y otra de 1.00 x 1.00 m hacia el local de descanso de conductores.

El acceso al local será directamente desde el andén, con una pequeña escalera interior de 1.10 m de ancho y con cuatro peraltes. La puerta será de 1.10 x 2.50 m con abatimiento hacia el interior. Las dimensiones de este local se determinarán individualmente en cada caso (siendo aproximadamente 12 m^2), en función de la cantidad y tipo de equipo a utilizar, del personal que permanecerá en el local, y de las características de la línea y su función como terminal.

En estaciones superficiales, el local del TCO tendrá aislamiento acústico suficiente para evitar que el fuerte ruido proveniente del exterior interfiera con las comunicaciones en este local.

En estaciones terminales provisionales, este local podrá colocarse dentro de los 150.00 m de longitud del andén, pero no así en las terminales definitivas.

002.E.04.d Local para equipos periféricos

De acuerdo al Plan Maestro de Comunicaciones del Metro, en las estaciones de correspondencia que ahí se señalan, se proporcionará un local para alojar los armarios del equipo repetidor de señal de telefonía.

Preferentemente se ubicará en la zona de andenes de la estación. Las dimensiones requeridas son 4.00 x 4.00 m en planta y 3.00 m de altura libre con una puerta de 1.20 x 2.50 metros.

Por las características del equipo, se requiere instalación de aire acondicionado que podrá resolverse con un local anexo de unos 3.00 x 4.00 m o de alguna otra forma de acuerdo a las condiciones particulares de cada proyecto previo dictamen del Departamento de Electromecánica.

Los acabados deberán ser los siguientes: pisos de cemento pulido con sellador para evitar el desprendimiento de polvo; muros y plafones, con pintura a base de resinas vinílicas.

002.F SERVICIOS

Son aquellos locales destinados a prestar algún servicio ya sea al público, al personal de la estación o a los conductores de los trenes. De acuerdo al tipo de servicio que presten se clasifican de la siguiente manera: Sistema de Peaje, Sanitarios, Aseo y Zona de Conductores (Véase el capítulo correspondiente en la Parte 2.02 "Obra electromecánica").

002.F.01 SISTEMA DE PEAJE

Es el conjunto de elementos que controlan el acceso de usuarios a la estación. Dentro de los que requieren un espacio en el interior de ella están las taquillas y la batería de torniquetes.

002.F.01.a Taquillas

En este local se efectúa principalmente la venta de boletos y se ejerce un control visual de los vestíbulos o pasarelas en donde ellas se encuentran. Adicionalmente, la taquilla principal da apoyo al Jefe de Estación, ya que cuenta con un Módulo de Telecomunicaciones equipado con telefonía, alarmas (ruptores, teléfonos de andén y una repetidora del tablero de alarmas de su mismo local) y voceo general en toda la estación.

Se ubicarán preferentemente en los vestíbulos (exteriores) de manera tal que las líneas de personas formadas para comprar boletos, no obstaculicen el libre tránsito de los demás usuarios; por otra parte, se buscará la máxima visibilidad hacia la línea de torniquetes. En las estaciones terminales se tendrán taquillas auxiliares fuera de los vestíbulos para evitar que la compra de boletos impida el funcionamiento de dichos vestíbulos.

El número de taquillas requerido dependerá de cada proyecto en particular, debiéndose considerar al menos una por cada vestíbulo de acceso. La más cercana al local del Jefe de Estación será la taquilla principal. El número de taquillas por acceso se determinará en función de la demanda que tenga cada acceso.

Para satisfacer las necesidades de funcionamiento de estos locales se han tipificado sus dimensiones, cancelería, arreglo, mobiliario y equipo, con diseño para trabajar con una o dos taquilleras indistintamente. Sus requerimientos particulares son los siguientes:

Clasificación	Frente-fondo-altura plafón*
Con puerta central al frente	4.50 x 2.50 x 2.30 m
Con puerta lateral al frente	3.50 x 2.50 x 2.30 m
Con puerta por un costado	3.50 x 2.50 x 2.30 m (claros libres)

* Considerar espacio para extracción de aire, alumbrado y otras instalaciones o estructuras.

La altura del cancel frontal para cualquier tipo de taquilla es de 2.10 m, el cual se apoya directamente sobre el piso del vestíbulo, ya que el piso de la taquilla deberá estar 10 cm por encima de éste.

El mobiliario necesario (previendo dos taquilleras) es: mesa de servicio con módulo de telecomunicaciones y dos cajoneras; mesa posterior con cajón para monedas, caja de valores y casillero; caja fuerte con depósito rotatorio de seguridad; dos sillas giratorias y dos descansa-pies. Las taquillas de las estaciones terminales tendrán adicionalmente en la mesa posterior, otro cajón para monedas y una caja adicional de valores.

Como complemento a las taquillas, se proporcionarán áreas suficientes para las personas que deseen comprar boletos. En éstas se colocarán barandillas para el mejor ordenamiento de los usuarios, permitiendo mayor fluidez, máximo aprovechamiento del espacio y el libre acceso a las taquillas tanto a las taquilleras como al personal de mantenimiento.

Para mayor información, consultar los planos arquitectónicos de detalle correspondientes.

002.F.01.b Línea de torniquetes

Es el límite entre los vestíbulos interior y exterior, siendo el lugar donde se controlan las entradas y salidas de usuarios al sistema del Metro. Está integrada por torniquetes, diapasones y puerta de cortesía, requiriendo un ancho mínimo de vestíbulo para su colocación de 10.00 m, pero si la estación tuviera dos o más vestíbulos para acceso, éstos podrían reducirse a 7.00 metros.

De acuerdo a la función que desempeñan los torniquetes se clasifican en tres tipos: de entrada, de salida y neutros. Los torniquetes de entrada son los elementos mecánicos que controlan el acceso al sistema. Dotados con una lectora electrónica, al ser insertado el boleto, permiten el acceso del usuario y registran su entrada.

Los torniquetes de salida son aquéllos que permiten la salida de usuarios del sistema. Cuentan con preparaciones suficientes para poder controlar los aforos en este sentido.

Los torniquetes neutros son los gabinetes que tienen la misma forma que los descritos anteriormente; su función es la de complementar el funcionamiento de éstos al cerrar las baterías de torniquetes de cada sentido.

La puerta de cortesía es la pequeña puerta que se coloca en la línea de torniquetes con objeto de permitir el acceso a la estación sin pagar boleto al personal autorizado. Preferentemente se deberá ubicar a la derecha de los torniquetes de entrada.

Los diapasones son los elementos metálicos verticales que complementan la línea de torniquetes y que evitan el paso de los usuarios fuera de estos controles.

Para la distribución de los torniquetes en su línea, se conservará una modulación de 78 cm, colocándolos por grupos de acuerdo a su función y en la ubicación requerida por el diagrama de funcionamiento de cada estación.

Cálculo del número de torniquetes

El número de torniquetes de entrada y de salida depende directamente de la afluencia de cada estación.

Para iniciar el cálculo de torniquetes será necesario contar con las afluencias máximas de pasajeros por estación, considerándose el 10 por ciento como hora-punta en estaciones de paso y correspondencia, y el 15 por ciento en terminales. Para determinar los minutos más cargados se dividirá la captación de la hora-punta entre cuarenta y no sesenta, obteniéndose así un margen de seguridad del 33 por ciento; siendo cuarenta, el número de trenes que pasaría por la estación en una hora al intervalo mínimo de trabajo del Metro de 90 segundos.

Para calcular la cantidad de torniquetes, se dividirá el número de usuarios del minuto más cargado entre 25, para obtener los torniquetes de entrada, y entre 35 para obtener los de salida.

El número mínimo de torniquetes que deberá tener por vestíbulo la estación será: dos de entrada y dos de salida.

Para la dosificación de torniquetes en cada vestíbulo, será necesario que el proyectista analice y determine cuáles serán los vestíbulos con mayor demanda — tanto de entrada como de salida — de acuerdo con la ubicación de su estación y proponga el desbalanceo que deba tener, si se requiere, en el número de torniquetes entre los diferentes vestíbulos de dicha estación.

Para mayores detalles de los elementos descritos en este inciso, consultar planos arquitectónicos y de electromecánica correspondientes.

002.F.02 SANITARIOS PARA EMPLEADOS

Se prestará este servicio en todas las estaciones y será para el personal que labore tanto en la propia estación, como en la línea.

Por tal motivo será conveniente agrupar en un núcleo de servicios los sanitarios, sus locales complementarios (cárcamos, cisternas, extracción de aire, etc.) y los locales donde labore personal.

Los sanitarios para hombres serán independientes a los de mujeres; inclusive, las puertas de acceso a estos locales estarán separadas, buscando que el acceso al de mujeres sea directamente por el vestíbulo de la estación.

En las estaciones subterráneas, cuando la solución lo permita, se localizarán los sanitarios a nivel de calle para reducir el costo de la obra, pero siempre con una comunicación directa desde los vestíbulos.

El número de muebles sanitarios dependerá del número de personas a las que se dé servicio de acuerdo con el Reglamento de Construcciones del DDF y el de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias de la SS Otras consideraciones como son distribución, iluminación, ventilación, etc., no mencionadas en estas Normas se apegarán a los reglamentos correspondientes.

Los acabados interiores serán: en plafón, pintura de esmalte; pisos y muros, baldosa vitrificada (baldosín), hasta una altura de 2.10 m en muros, como mínimo.

002.F.03 CUARTOS DE ASEO

Para el aseo general de las estaciones, se contará con locales que faciliten esta labor, en los que se tenga una tarja y un vertedero, y donde se puedan guardar los artículos y utensilios de limpieza necesarios.

Se requerirán tres locales como mínimo por estación, de unos 9 m^2 cada uno. Dos se ubicarán en los andenes (preferentemente en las cabeceras y en los extremos opuestos) y el tercero se localizará en el núcleo de servicios. Cuando la solución planteada para una estación requiera de una separación muy grande entre los vestíbulos, se incluirán uno o más locales adicionales para facilitar la limpieza en todas las zonas de dicha estación.

Sus acabados interiores serán similares a los de los sanitarios: plafón, con pintura de esmalte; pisos y muros, baldosa vitrificada (baldosín), hasta una altura de 2.10 m en muros, como mínimo.

002.F.04 ZONA PARA CONDUCTORES Y CONDUCTORAS

Por funcionamiento operativo, los conductores(as) sólo pueden abandonar el tren al llegar a las estaciones terminales. En estas se deberán prever espacios destinados para actividades de este personal.

002.F.04.a Descanso de conductores y conductoras

Las funciones que deberán satisfacer estos locales, serán las de dar comodidad en el descanso, así como la oportunidad de asearse mientras llega el turno de su recorrido por la línea.

El tamaño en superficie de estos locales variará, al igual que el número de personal de conductores(as) de acuerdo a la importancia de la terminal. Es decir, si la línea es más larga necesitará más corridas y por tanto más operadores(as).

Los servicios que darán estos locales deberán localizarse en estaciones terminales a cualquier tipo de nivel de vía, e irán en el nivel andén.

002.F.04.b Vestidores para conductores y conductoras

La función que deberán cumplir será la de dar servicio de aseo y cambio de ropa, antes y después de la jornada diaria. El personal permanente y eventual (masculino o femenino) variará en número de acuerdo a la importancia de la terminal; la ubicación de este local deberá estar en el mismo núcleo del descanso de conductores y junto al TCO.

El área deberá proyectarse en función del número de personas conductores(as) que ahí se designen, al igual que el número de muebles.

002.F.04.c Sanitarios para conductores y conductoras

Estos sanitarios darán servicio exclusivamente a conductores(as), mientras esperan su turno del recorrido.

La superficie de estos servicios variará según el número de conductores(as) asignado a la terminal propiamente dicha.

El número de muebles sanitarios irá en función del número de personas, de acuerdo a lo propuesto por el Reglamento Sanitario.

La ubicación de estos servicios será únicamente en las estaciones terminales en el nivel andén, junto al núcleo de descanso de conductores y al TCO; en estos sanitarios se deberá prever que el acceso al de hombres y al de mujeres sea independiente.

CAPITULO 2.01.02.003

ESPACIOS ANEXOS

003.A GENERALIDADES

Existen una serie de locales y espacios derivados de la administración y el mantenimiento del Metro los cuales se podrán o no incluir en las estaciones, pudiendo ir en cualquier otro punto de la red o incluso fuera de ella, motivo por el cual se les denomina espacios anexos.

003.B LOCALES DE PERMANENCIAS

Será necesario que todos los datos enseguida mencionados sean actualizados por las necesidades actuales del STC y aprobados por COVITUR.

Son los locales o recintos donde se deberán encontrar las áreas administrativas locales, de las siguientes gerencias:

Estaciones y Transportes
Financiera
Jurídica y de Vigilancia
Recursos Humanos
Obras

Estas áreas deberán tener una relación directa con la administración, el mantenimiento y la seguridad pública de las estaciones, y estarán ubicadas según las necesidades de operación, en puntos geográficos determinados y equidistantes dentro de la red según la función de cada permanencia.

Enseguida se desglosarán las necesidades de cada gerencia, en su formación operativa y con sus necesidades de superficie y de personal.

003.B.01 GERENCIA DE ESTACIONES Y TRANSPORTE. LINEAS (4, 5, 6) y (7, 8, 9)

003.B.01.a Estaciones

Jefatura de Departamento (oficina)

1 para cada tres líneas, de preferencia en estación de correspondencia

Superficies:

Jefe de Departamento	9.00 m²
Subjefatura	7.00 m²
Areas Administrativas y objetos extraviados	20.00 m²
2 personas para registro y control del personal	
1 persona para manejo de informes de averías	
1 persona para manejo de informes de limpieza de la estación	
1 persona para manejo de control de asistencia de la Policía Bancaria e Industrial	
1 persona para procesar incidentes en las estaciones	
1 persona para reportar asuntos varios	
2 personas dibujantes	
3 personas secretarias (1 Jefatura, 1 Subjefatura)	
1 personal administrativo	
2 personas para mensajeros	37.75 m²
Area de juntas	20.00 m²
Area de archivos	10.00 m²
Area de recepción (personal de tres líneas)	9.00 m²
Baños	10.00 m²
TOTAL	122.75 m²

122.75 + 15% * circulación = 141.16 m²

Jefatura de Sección (oficina)

Actividad: Control de las estaciones de la línea por medio de supervisores y jefes de estación.

Se requerirá una oficina para cada línea de preferencia al centro de la línea.

Ubicación: cualquier nivel.

Superficies:

Jefatura	9.00 m²
Consultores	

* para tomar en cuenta futuras necesidades del STC

Secretaria	
Recepción	
Archivo	20.00 m²
TOTAL	29.00 m²

29.00 + 15% circulación = 33.35 m²

Número de personas que eventualmente llegue a la oficina: 20 a 30

Supervisores de Estación (oficina permanente)

Actividad: Deberá coordinar las actividades de los Jefes de Estación.

Se requerirá una oficina por cada línea, de preferencia junto al local del Jefe de Estación, al centro de la línea a cualquier nivel.

Superficies:

Existen dos personas permanentes y al comienzo del turno nueve reservas, quienes requieren espacios para sillas y archiveros	16.00 m²

Local de control de personal de limpieza (permanencia)

Actividad: Esta permanencia es para personal del contratista de limpieza.

Se requerirá uno por línea, en cualquier estación, de preferencia al centro de la línea, a cualquier nivel.

Superficies:

Pequeña bodega de escobas, detergente, papel, etc. Un escritorio para la administración.	
Espacio para que lleguen 50 personas a registrar asistencia.	
Personal permanente: 1; personas eventuales: 50	13.50 m²

Local de limpieza diurna y nocturna de trenes (permanencia)

Actividad: Esta permanencia deberá ser para personal del contratista de limpieza.

Se requiere uno por terminal a nivel andén.

Deberá contar con instalación hidráulica y sanitaria para cinco llaves de agua y pileta para limpieza de trapeadores.

Una bodega diurna y nocturna para utensilios.

Lugar para guardar la ropa de trabajo de 30 personas.

Area recomendable	20.00 m²

Local de limpieza profunda de estaciones (permanencia)

Actividad: Esta permanencia deberá ser para personal del contratista de limpieza.

Se requiere uno por línea, a cualquier nivel.

Se requerirá en este local una bodega para guardar pulidoras, vestuarios y materiales, así como lugar para registrar asistencia de 27 personas en turno nocturno.

Area solicitada	16.00 m²

003.B.01.b Transportes

Jefatura y Subjefatura de Departamento (Líneas 7, 8 y 9)

Actividad: En esta oficina se administrará a conductores y todo lo relacionado a la circulación de trenes en tres líneas.

Será necesaria una oficina para tres líneas, de preferencia en estación de correspondencia.

Superficies:

Jefe de Departamento	9.00 m²
Subjefe de Departamento	5.20 m²
1 secretaria del Jefe	
1 secretaria del Subjefe	
2 dibujantes	
2 archivistas	
2 mensajeros	
2 asistencias administrativas	
10 escritorios x 2.75 m² por escritorio	27.50 m²
Area almacén, papelería, instructivos, etc.	9.00 m²
Area para terminal de computadoras	6.00 m²
Area de juntas	20.00 m²
Sanitarios para hombres y para mujeres	8.30 m²
TOTAL	85.00 m²

85.00 + 15% circulacion = 97.75 m²

Jefatura de Línea

Será necesaria una oficina en la terminal de origen. En ella se coordinará a conductores, inspectores y todo lo relacionado a la circulación de trenes en la línea.

Superficies:

Jefe de Sección	9.00 m²
Consultores técnicos	60.00 m²
2 escritorios y 6 sillas	9.00 m²
Area de juntas o capacitación	20.00 m²
2 personas para lectura de cintas	

1 persona para permisos varios y lista de asistencia	
1 persona para tiempo extra, llenar formas y seguimientos de fines	
1 mensajero	
1 auxiliar administrativo y archivo	
1 secretaria	
7 escritorios x 2.75 m² por escritorio	19.25 m²
Archiveros	9.00 m²
Almacén de papelería	4.00 m²
Almacén de uniformes, batas e impermeables	9.00 m²
Areas de estacionamiento: dependerá de la longitud de la línea y del número de trenes	
TOTAL	147.55 m²

147.55 + 15% circulación = 167.38 m²

Subjefatura de Línea

Actividad: En ella se auxilia a la Jefatura para el manejo del personal de transportes de línea. Se deberá ubicar en la terminal de destino.

Superficies:

Subjefe de sección	9.00 m²
Una recepcionista	9.00 m²
Consultores técnicos (4 personas)	9.00 m²
Area de juntas o capacitación	20.00 m²
1 persona para control de limpieza de trenes	
1 persona para lista de asistencia	
1 supervisor de instalaciones o trenes	4.00 m²
1 bodega para uniformes del personal de transportes	15.00 m²
1 bodega papelería	4.00 m²
Servicio sanitario	8.30 m²
Area de estacionamiento para vehículos, que dependerá del número de trenes	
TOTAL	78.30 m²

78.30 + 15% circulación = 90.04 m²

003.B.02 GERENCIA DE RECURSOS FINANCIEROS

Ingresos

Será necesario uno de estos locales en zonas estratégicas para en caso de ausencia o enfermedad se pueda rápidamente atender la taquilla; se sugiere una permanencia cada dos líneas.

Superficies:

Jefatura de supervisores	9.00 m²
8 supervisores	11.00 m²
2 secretarias	5.50 m²
Sillas para 30 personas	30.00 m²
Sanitarios	9.00 m²
TOTAL	64.50 m²

64.50 + 15% circulación = 74.14 m²

003.B.03 GERENCIA JURIDICA Y VIGILANCIA

003.B.03.a Policía Bancaria e Industrial (PBI)

Este servicio deberá ser el de proporcionar y mantener vigilancia en toda la estación.

La vigilancia del orden se da en accesos, pasillos de correspondencia, andenes y dentro de los trenes.

Se requiere un local de 16.00 m² donde se pueda escribir reportes y guardar ropa y accesorios de trabajo.

Eventualmente habrá 20 personas y permanentemente una; estos locales se ubicarán a nivel andén y su localización en la línea será próxima a correspondencia cada cinco estaciones.

Comandancia PBI. Esta área es la supervisora de la anterior cumpliendo con las mismas funciones.

Se requerirá un local de 16.00 m² para alojar un escritorio y 10 lockers dobles, el cual se ubicará en cualquier nivel y habrá eventualmente 40 personas permanentes.

Su localización en la línea deberá ser en las terminales y en las estaciones de transbordo; en el caso de la terminal se ubicará junto a talleres.

003.B.03.b Vigilancia

Esta área deberá estar formada por un civil que se encarga de mantener el orden en todas las estaciones; consta de 40 personas eventuales y cinco permanentes.

Se requerirá de un local de 30.00 m² donde haya dos escritorios y una zona de lockers, así como una oficina para el comandante de 2.35 m x 2.70 m; este local se ubicará en el nivel vestíbulo.

Su ubicación en la línea deberá ser una por cada terminal.

003.B.04 GERENCIA DE RECURSOS HUMANOS

003.B.04.a Departamento de Personal

Se requerirá de un local para registro y control de asistencia del personal del Metro que cuente con un lugar para marcar tarjeta (reloj checador) y colocar tarjetas, así como con escritorios para elaborar concentrado e informes.

Número indispensable: 16 tarjeteros

2 relojes checadores y 2 preparaciones: uno para entrada y otro para salida.

003.B.04.b Seguridad Industrial e Higiene

En este local se deberá tener control administrativo, se atenderán libranzas y contará con equipos de seguridad, extinguidores, etcétera.

Se requiere esta permanencia una por cada línea.

Su ubicación será en cualquier nivel, de preferencia vestíbulo, en correspondencia y en terminal de talleres.

El personal que está normalmente es el siguiente:

1 supervisor por turno (eventualmenmente dos)	10.00 m²
5 auxiliares por turno	18.00 m²
Bodega de utensilios-equipo de seguridad	6.00 m²
Area de lockers para 12 personas	6.00 m²
TOTAL	40.00 m²

40.00 + 15% circulación = 46.00 m²

003.B.05 GERENCIA DE OBRAS

003.B.05.a Mantenimiento de Estaciones

Su actividad se concentrará en dar mantenimiento a las estaciones del sistema.

Es necesario una permanencia cada dos líneas con ubicación en cualquier nivel.

003.B.05.b Sección de Estructuras

Oficinas:

Jefe de Sección (privado)	9.00 m²
Subjefe de Sección (privado)	5.00 m²
Consultores técnicos (5) (cubículo abierto) (3 escritorios y archiveros)	12.00 m²
TOTAL	26.00 m²

26.00 + 15% de circulación = 29.90 m²

Areas generales:

1 secretaria y recepción de personal	3.50 m²
1 bodega para herramienta nueva	9.00 m²
2 auxiliares administrativos (1 escritorio)	2.50 m²
1 recepción de fallas y control de personal (1 escritorio)	3.50 m²
5 técnicos supervisores de personal por turno	
TOTAL	21.50 m²

21.50 + 15% de circulación = 24.70 m²

Jefatura: 9.00 m²

Cubículo cerrado con puerta individual. Preparaciones para equipo de telecomunicaciones (TEL-MEX), un teléfono de la red interna del STC y un interfón. Un contacto monofásico. Interruptor (individual) para alumbrado.

Subjefatura: 6.00 m²

Cancelería. Preparaciones para equipos de telecomunicaciones (un teléfono de la red interna del STC paralela al área de consultores y un interfón). Interruptor (individual) para el alumbrado.

Secretaria: 3.15 m²

En área abierta junto a la Jefatura. Escritorio con credenza. Preparaciones para teléfonos secretariales (TEL-MEX) y un teléfono de la red interna del STC. Dos contactos.

Consultores: 18.00 m²

Preparaciones para teléfonos de la red interna del STC (paralelo del subjefe) e interfón. Dos contactos monofásicos. Interruptor (individual) para el alumbrado. Interfón a voz abierta en la recepción.

Supervisores (recepción de fallas y control de personal): 15.00 m²

15 supervisores con concentración máxima de cinco por turno

Escritorio para dos supervisores. Cinco escritorios control. Area para 15 lockers. Interfón para voz abierta en la recepción. Area y preparaciones para una mesa de aparatos de telecomunicaciones. Dos teléfonos de la red interna, un TEL-MEX, un teléfono directo al PCC (Puesto Central de Control) y un interfón. Cuatro contactos monofásicos. Interruptor (individual) para el alumbrado.

Auxiliares administrativos: 5.00 m²

Dos auxiliares administrativos con escritorio (pequeño), junto a la Jefatura. Dos archiveros.

Talleres:

a) Cancelería 14.60 m²

Puerta de acceso individual. Dos contactos monofásicos (para taladro y esmeril). Cancelería piso a techo con ventilas. Interfón voz abierta en la recepción. Banco de trabajo para soldadura, cancelería y herrería. Cinco personas por turno, tres turnos.

b) Albañilería 14.60 m²

Mismas necesidades que el de cancelería

c) Plomería 14.60 m²

Mismas necesidades que el de cancelería

d) Pintura 14.60 m²

Ventilación hacia el exterior del edificio. Cancele-

ría mixta con tabletas de cristal con elevadores para dar una ventilación cuando se requiera. Dos contactos monofásicos para compresores. Interruptor (individual) para el alumbrado. Puerta individual. Interfón a voz abierta en la recepción. Lugar para guardar equipos, herramientas y botes de pintura. Ocho personas en tres turnos.

e) Cerrajería 14.00 m²

Puerta de acceso individual. Muros de tabique para mayor seguridad contra robo. Ventana despachadora con herrería de seguridad contra robo. Dos contactos monofásicos. Interfón a voz abierta en la recepción. Interruptor (individual) para alumbrado. Banco de trabajo, estantes para formas, gavetas para llaves. Catorce personas en dos turnos.

Area de trabajos de emergencia:

En un vestíbulo abierto para las áreas antes mencionadas se deberá contemplar un área de 3.75 m² (para ubicar un banco de trabajo).

Area de circulación perimetral:

Dos contactos monofásicos. Interruptor (individual) para alumbrado del banco de trabajo independiente del alumbrado para la circulación. Interfón a voz abierta en la recepción.

Vestidores: 68.00 m²

Area de lockers (45)

Vestidores para 54 personas

Bancas: 10 m lineales

Area para regaderas (Reglamento Sanitario: 4 regaderas)

Area para sanitarios (Reglamento Sanitario: 4 retretes), 3 lavabos, 1 mingitorio común (acero inoxidable), 1 tarja limpieza.

003.C CENTROS DE MANTENIMIENTO

Será necesario que todos los datos enseguida mencionados sean actualizados por las necesidades actuales del STC y aprobados por COVITUR.

003.C.01 DEFINICION DE FUNCIONES

Los centros de mantenimiento serán las instalaciones técnicas ubicadas en lugares estratégicos de la red del Metro, debidamente acondicionadas y apropiadas para concentrar al personal responsable del mantenimiento de las instalaciones fijas del STC.

En estos centros el personal deberá realizar las siguientes funciones:

- Registrar su asistencia, asearse y prepararse con su ropa de trabajo.
- Recibir los reportes de averías y coordinarse para salir a atender de inmediato las mismas.
- Recibirá instrucciones superiores y se coordinará para salir a atender al mantenimiento preventivo y trabajos especiales.
- Elaborará informes y reportes de las distintas actividades del mantenimiento.
- Ejecutará, supervisará y controlará la reparación de los módulos y/o equipos en el taller de reparaciones.
- Almacenará, consultará, actualizará y controlará la documentación técnica del mantenimiento.
- Almacenará y controlará la entrada y salida de material, refacciones, herramientas y equipo que se utilizará en el mantenimiento.
- Controlará el uso, entrada y salida de los vehículos para el mantenimiento.

Estos centros deberán estar ubicados en el sistema para que contemplen las necesidades para cada 40 kilómetros de línea o cada tres líneas y donde geográficamente se tenga rápido acceso. Deberá ubicarse en estaciones de correspondencia a nivel de calle o edificio donde se pueda tener luz natural y buena ventilación.

El STC recomienda localizarlos en las estaciones La Raza (L-5) y Chabacano (L-8).

Enseguida se desglosará cada una de las secciones que integran el Centro de Mantenimiento.

003.C.02 GERENCIA DE INSTALACIONES FIJAS

a) Sección de Señalización	128.97 m²	23 pers./ turno
b) Sección de Pilotaje Automático	128.97	23
c) Sección de Mando Centralizado	128.97	23
d) Sección de Vías	159.62	53
e) Sección de Baja Tensión	91.20	17
f) Sección de Alta Tensión	24.85	6
g) Sección de Instalaciones Hidráulicas	54.35	20
h) Sección de Ventilación	49.34	19
i) Sección Torniquetes	126.00	25
j) Sección de Telecomunicaciones	110.45	24
k) Almacén General	40.00	
l) Baños y vestidores (están comprendidos en cada concepto)		
m) Comedor	339.00	497
n) Registro y Control de Asistencia	21.00	1
ñ) Vigilancia	2.03	2
o) Seguridad	5.00	2
Area construida	1409.75 m²	735 pers./turno

Area para vehículos (Según el RCDF)

003.C.02.a Programa de necesidades y áreas de las secciones

003.C.02.a.01 *Secciones de Señalización, de Pilotaje Automático y de Mando Centralizado*

Por ser las necesidades iguales se analizará sólo una sección y ésta será idéntica para las tres.

Oficina:

Jefe de Sección	9.00 m²
Subjefe de Sección	5.00 m²
7 consultores 2.03 x 7 = 14.21 + 15% circulación	16.34 m²
	30.34 m²

Areas comunes

1 secretaria y recepción de personal

2.03 m² + 2.00 m² + 15% circulación	4.63 m²

1 auxiliar administrativo

2.03 m² + 15% circulación	2.23 m²
Subtotal	6.86 m²

Local independiente para resguardo de equipos de medición:

4 armarios de 0.92 x 0.64 x 1.90 m c/u	2.35 m²
1 mesa de trabajo 1.8 x 0.9 m	1.62 m²
2 sillas 0.45 x 0.50 m	0.45 m²
10 osciloscopios de 0.70 x 0.50 m	3.50 m²
1 puesta universal 0.30 x 0.50 m	0.15 m²
4 fuentes alimentación 1.00 x 0.60 m	2.40 m²
1 trazador de curvas 1.00 x 0.80 m	0.80 m²
2 analizadores digitales 0.50 x 0.50 m	0.50 m²
1 analizador de espectros	
1 archivero 0.75 x 0.40 m	0.30 m²
1 probador de circuitos integrados 1.00 x 1.00 m	1.00 m²
1 cesto de basura	0.40 m²
Subtotal 13.47 + 15% circulación =	15.49 m²

Local independiente para área de refacciones y herramientas:

6 armarios de 0.92 x 0.64 m para refacciones	3.53 m²
4 armarios gaveteros 0.92 x 0.30 m	1.10 m²
1 mesa de trabajo de 1.80 x 0.90 m	1.62 m²
2 sillas 0.45 x 0.50 m	0.45 m²
6 aspiradoras 0.50 x 0.50 m	1.50 m²
1 cesto de basura	0.40 m²
Subtotal 8.96 + 15% circulación =	10.30 m²

Area para mesa de trabajo (Taller de reparación):

6 mesas de trabajo 1.00 x 1.50 m c/u	9.00 m²
3 libreros de 0.33 x 1.50 m c/u (1500 planos por línea)	5.00 m²
3 repisas 3.00 x 0.30 m para información técnica	1.48 m²
6 sillones tipo cajero con respaldo, de 0.35 x 0.35 m	4.20 m²
4 cestos de basura	0.73 m²
2 percheros	
2 armarios de pruebas de 0.75 x 0.48 m	0.72 m²
2 carros para osciloscopios	
1 carro para analizador digital	
Subtotal 21.1 + 15% circulación =	24.46 m²
AREA TOTAL	128.97 m²

003.C.02.a.02 *Sección de Vías*

Oficina:

Jefe de Sección	9.00 m²
Subjefe de Sección	4.00 m²
8 consultores técnicos	16.24 m²
Subtotal 24.24 + 15% circulación =	33.62 m²

Areas generales:

1 secretaria y recepción de personal	3.50 m²
1 auxiliar administrativo	2.03 m²
15 personas de guardia para emergencia 5:00 a 24:00 horas	9.00 m²
56 técnicos máximo en un turno y 79 técnicos en tres turnos	40.00 m²
Area de vestidores y lockers para 79 personas	25.55 m²
Area de regaderas	11.20 m²
Area de sanitarios	8.30 m²
Subtotal 99.58 + 15% circulación =	114.51 m²
AREA TOTAL	148.13 m²

003.C.02.a.03 *Sección de Baja Tensión*

Oficina:

Jefe de Sección	9.00 m²
Subjefe de Sección	5.00 m²
3 consultores técnicos	6.03 m²
Subtotal 20.03 + 15% circulación =	23.00 m²

003.C.02.a.04 *Sección de Alta Tensión*

Oficina:

Jefe de Sección	9.00 m²
Subjefe de Sección	5.00 m²
Consultores técnicos	2.03 m²
Subtotal 16.03 + 15% circulación =	18.50 m²

Areas generales:

1 secretaria recepción de personal	3.50 m²
1 auxiliar administrativo	2.03 m²
Subtotal 5.53 + 15% circulación =	6.35 m²
AREA TOTAL	24.85 m²

003.C.02.a.05 *Sección de Instalaciones Hidráulicas*

Oficinas:

Jefe de Sección	9.00 m²
Subjefe de Sección	5.00 m²
3 consultores técnicos	6.09 m²
Subtotal 20.09 + 15% circulación =	23.10 m²

Areas generales:

1 secretaria y recepción de personal	3.50 m²
1 auxiliar administrativo	2.03 m²
Subtotal 5.53 + 15% circulación =	6.35 m²

Local:

1 banco para trabajos de soldadura	2.40 m²
1 banco para desarmado de equipos	2.40 m²
Locker general de herramientas	0.18 m²
Locker general de refacciones	0.18 m²
Area de lockers para 35 personas en tres turnos	5.50 m²
Area para regaderas	2.70 m²
Area para sanitarios	8.30 m²
Subtotal 21.66 + 15% circulación =	24.90 m²
AREA TOTAL	54.35 m²

003.C.02.a.06 *Sección de Ventilación*

Oficinas:

Jefe de Sección	9.00 m²
Subjefe de Sección	5.20 m²
3 consultores técnicos	6.00 m²

Areas generales

1 secretaria recepción de personal	2.43 m²
1 auxiliar administrativo	2.03 m²

Locales:

1 banco para trabajos de soldadura	2.40 m²
1 banco para desarmado de equipo	2.40 m²
Locker general de herramienta	0.18 m²
Locker general de refacciones	0.18 m²
Area de lockers para 35 personas en tres turnos	2.00 m²
Area para regaderas	2.70 m²
Area para sanitarios	8.30 m²
AREA TOTAL 42.91 + 15% circulación =	49.34 m²

003.C.02.a.07 *Sección Torniquetes*

En esta sección se requerirá una superficie mínima de 126.00 m² para ser ocupada en diferentes actividades del personal incluyendo al personal en turno.

003.C.02.a.08 *Sección de Telecomunicaciones*

NOTA: Este local de mantenimiento es por sección.

Oficinas:

Jefe de Sección	9.00 m²
Subjefe de Sección	5.00 m²
8 consultores técnicos	16.24 m²
Subtotal 30.24 + 15% circulación =	34.77 m²

Areas generales:

1 secretaria con recepción para personal	3.50 m²
1 auxiliar administrativo	2.03 m²
Subtotal 5.53 + 15% circulación =	6.35 m²

Locales:

Laboratorio electrónico con 4 bancos de trabajo	9.60 m²
Taller mecánico con 9 bancos de trabajo	21.60 m²
2 gabinetes para refacciones	
3 gabinetes para herramientas	
Area recepción de equipo con 2 bancos de trabajo	

Area recepción de fallas, 1 escritorio con silla	
Area de lockekrs para 36 personas en tres turnos	17.20 m²
Area regaderas	3.70 m²
Area de sanitarios	8.30 m²
Subtotal 60.50 + 15% circulación =	69.40 m²
AREA TOTAL	110.45 m²

003.C.02.a.09 *Almacén General*

Se requiere un almacén para materiales, equipos y herramientas de este centro de mantenimiento 40.00 m²

003.C.02.a.10 *Comedor*

Por compromisos de la empresa con sus trabajadores es necesario que se incluyan comedores en estos Centros de Mantenimiento.

497 pers. en 3 turnos: 273 m² c/4 personas

497 pers. en 3 turnos área

170 pers. por turno

Area por cada 4 pers., 2.316 m²

003.C.02.a.11 *Registro y Control de Asistencia*

Para que el personal registre sus asistencias es necesario se contemple un espacio para este fin con lugar para tarjeteros, 1 reloj checador, 1 escritorio y acceso fluido 21.00 m²

003.C.02.a.12 *Vigilancia*

Es necesario que se contemple un área de control en el acceso al Centro de Mantenimiento para dos personas por turno 2.03 m²

003.C.02.a.13 *Seguridad*

En este aspecto es necesario que se tenga una oficina que contemple área para primeros auxilios, botiquines, 1 escritorio y locker de equipo. Es necesario prever espacio para dos personas por turno.

003.C.02.a.14 *Vehículos*

Para vehículos de mantenimiento es necesario se contemplen espacios oficiales y del personal. El número de cajones será de acuerdo al RCDF.

003.C.03 CRITERIOS FUNCIONALES DE ACABADOS

A lo largo del desarrollo del proyecto arquitectónico debe siempre tenerse en mente tres requerimientos básicos para este sistema de transporte: seguridad, rapidez y comodidad. Lo anterior lleva a considerar en forma importante, antes de determinar el tipo de equipo y materiales a utilizar en una instalación de Metro, la tendencia a la destrucción a que están expuestas estas instalaciones, no sólo por el alto número de usuarios sino también por el vandalismo que generalmente surge en los sitios de reunión pública de alta densidad. Por lo tanto, los equipos de control tales como torniquetes de acceso, escaleras mecánicas, máquinas expendedoras, etc., deberán especificarse para uso rudo.

En lo que se refiere a los materiales y en especial a los que deben emplearse en los acabados, es recomendable hacer análisis cualitativos y cuantitativos que ayuden a la selección de dichos materiales. Para ello, se deben estudiar: sus características físicas y estéticas; las condiciones del mercado regional, nacional e internacional; sus requerimientos de conservación y de mantenimiento; y ligado con todo ello, el costo correspondiente.

Atendiendo a la utilización final del material, los estudios anteriores permitirán conocer dentro de sus características físicas, los siguientes aspectos:

Resistencia a la abrasión, al impacto, a la combustibilidad, al intemperismo, a la absorción, al rayado y a las grasas, así como sus propiedades acústicas y su manejabilidad.

Por medio del estudio de las características estéticas, se podrán conocer su calidad de manufactura, forma, color y textura.

El estudio de la capacidad de los mercados de suministro, servirá para conocer las condiciones de los mismos durante la época de construcción, y las condiciones futuras que requerirá el sistema durante las etapas de mantenimiento, el cual es deseable se haga sin necesidad de recurrir a fabricantes especiales al especificar materiales fuera de las líneas usuales de producción.

Conviene señalar la importancia de una elección que redunde en un bajo mantenimiento, lo cual reduce los problemas ocasionados por estos trabajos, que únicamente pueden llevarse a cabo durante las pocas horas en que el sistema no presta servicios al público.

En lo que corresponde al costo de los materiales a utilizar éste será determinado no sólo por los análisis propuestos por la política de inversiones y recuperaciones a que se sujete el sistema.

Aquí conviene recomendar no sacrificar la calidad en aras de inversiones mínimas iniciales, dado que los mantenimientos resultan excesivamente caros cuando la selección no ha sido debidamente formulada.

De acuerdo a su destino son recomendables las especificaciones siguientes:

003.C.03.a Pisos

Tendrán fundamentalmente características de resistencia a la abrasión, absorción, intemperismo y de fácil limpieza. Particularmente en la nariz del andén y en las huellas de las esculeras, se recomienda el uso de materiales antiderrapantes que garanticen seguridad.

De la elección del piso dependerá básicamente la pulcritud de la estación.

003.C.03.b Muros

Los recubrimientos de muros serán resistentes al impacto, a la penetración, al rayado y además incombustibles.

En los casos particulares de las líneas subterráneas los recubrimientos de muros deben protegerse contra las filtraciones normales y frecuentes a que están expuestas las estructuras de este tipo. Se recomienda la utilización de dobles muros o mamparas desmontables que permitan un bajo mantenimiento a través de un fácil manejo.

Las texturas y el color permitirán establecer efectos adecuados y lograr símbolos distintivos de la estación, que trabajen en forma complementaria con la señalización.

003.C.03.c Techos

Para el revestimiento de techos podrán emplearse materiales acústicos que deberán ser incombustibles. Cuando se trate de falsos plafones, estos deberán ser rígidos y registrables, especialmente en los casos de instalaciones subterráneas.

003.C.04 CRITERIOS DE SEÑALAMIENTO

Se entiende por señalamiento dentro del proyecto arquitectónico del Metro, aquél que visualmente ayuda y tiende a que el usuario se conduzca en forma óptima dentro y fuera del sistema del Metro.

Este señalamiento difiere por su función al de operación (señalización) correspondiente al campo de la electrónica.

Un sistema de Metro, como todos los sitios urbanos destinados a la concentración y circulación de grandes conglomerados humanos, requiere de un señalamiento adecuado.

En las estaciones, el señalamiento debe quedar integrado al ambiente de las mismas, ser visible desde cualquier lugar y asimilable en forma clara e instantánea. Para lograr este propósito, se puede recurrir a una combinación de letreros, diseños gráficos y colores, que permita una fácil identificación de todas las partes del sistema.

Partiendo del logotipo o emblema que identifique al "Metro" se pueden obtener resultados positivos para la conducción y seguridad del usuario, aumentando el número de indicadores de entradas y salidas a la estación y a los andenes, así como los que señalan la dirección de los trenes, las transferencias, etcétera.

Planos del barrio, listas de estaciones y de sitios importantes cercanos a la estación, salidas a calles, etc., permitirán al usuario conocer su ubicación dentro del sistema y de la ciudad, evitándole falsos movimientos y pérdidas de tiempo.

Es recomendable multiplicar en la estación el nombre de ella, principalmente a lo largo y en ambos lados del andén, para que el pasajero, desde el convoy pueda observar en qué estación se encuentra.

Se recomienda se consulte el Manual de Señalamiento que complementa al detalle los aspectos generales antes mencionados.

003.D PUESTO CENTRAL DE CONTROL (PCC)

003.D.01 OPERACION

El Puesto Central de Control (PCC), es el edificio desde el cual se controlará y regulará la operación del material rodante, así como las condiciones de energización de las vías del sistema.

Su localización se deberá prever en una posición desde donde las distancias hacia las líneas que controlará sean casi equidistantes. De esta manera, se evitarán grandes longitudes de cables, trincheras y ductos, a través de los cuales se logrará el control de dicha operación.

Las principales zonas que forman el PCC son las siguientes:

1. Sala de Baterías
2. Sala de Cables
3. Sala de Relevadores
4. Sala de Tableros de Control Optico

Para que estas salas puedan operar, deberán ser complementadas por diferentes locales técnicos y administrativos siendo en estos últimos en donde se controlarán las salidas y entradas del personal del Sitema de Transporte Colectivo y de los visitantes.

Las diferentes áreas que integran el PCC estarán ligadas por medio de circulaciones que podrán ser horizontales o verticales; esto dependerá del proyecto de operación y de las condiciones del predio en donde se construirá el edificio.

El dimensionamiento de las circulaciones estará en función de las dimensiones del embalaje en el que se transportará el equipo y del volumen máximo de personas que hará uso de éstas.

Si el proyecto del PCC estuviera integrado por varios niveles, éstos no sólo se deberán ligar por medio de escaleras de servicio y de emergencia, sino que habrá la necesidad de considerar un montacargas y un elevador para los cuales se deberá indicar en el proyecto las preparaciones que estos requieren de acuerdo a las especificaciones del proveedor.

La selección de los acabados se debe hacer tomando en cuenta las actividades que se desarrollarán en las diferentes zonas de este edificio, a saber:

003.D.01.a Sala de baterías

La sala de baterías es el área en la planta baja, en donde se agrupará el centro de recepción de energía, así como la o las subestaciones que deberán garantizar, tanto el alumbrado y fuerza en todo el edificio, como el suministro de energía a todo el equipo electrónico de control y mando de cada una de las líneas del Metro.

El área que deberá ser considerada en dicha sala dependerá de las características físicas del equipo seleccionado y aprobado, así como las diferentes áreas que estos requieren, con respecto a su posición.

a) Areas de uso

b) Areas de seguridad para inspección y mantenimiento

c) Areas de circulación

Estas áreas y la disposición que deben tener serán determinadas por el proyectista, para lo cual el proveedor por conducto de COVITUR le deberá proporcionar las características y dimensiones de los equipos, así como las preparaciones que estos requieran.

Para efectuar la selección de acabados en la zona de baterías se deben tomar las siguientes consideraciones:

a) Verificar las condiciones externas en las cuales deberá operar el equipo de acuerdo a sus especificaciones funcionales.

b) Resistencia del material al impacto de objetos pesados.

c) Protección al deterioro y al desgaste producido por elementos corrosivos derramados por el equipo.

d) Los materiales deberán ser de fácil y rápida limpieza.

003.D.01.b Sala de cables

Esta sala es una gran galería de cables, en donde se interconectarán todos los equipos instalados en el Puesto Central de Control con cada una de las líneas controladas, para la cual habrá necesidad de dejar estratégicamente localizados huecos para el paso de los cables.

La distribución de los huecos y sus dimensiones estarán en función de los arreglos de los equipos y de la llegada de cables desde las líneas controladas.

El dimensionamiento de esta sala deberá ser analizado en función de la cantidad y el calibre de los cables que ahí se alojarán, así como de las trayectorias que estos requieran seguir.

Con objeto de poder revisar y efectuar reposiciones parciales y totales se deberán prever circulaciones longitudinales entre las charolas que soportarán dichos cables.

Los acabados en esta zona deberán ser resistentes al impacto de objetos pesados; el piso en especial deberá tener un recubrimiento de aditivo endurecedor no metálico.

003.D.01.c Sala de relevadores

Es la zona en donde se reunirán todos los armarios de relevadores para el control de los sistemas de mando centralizado, telecomunicaciones y distribución de energía.

Para poder efectuar la instalación de los equipos se deberá prever la colocación de un piso falso el cual deberá ser modulado y se distribuirá en base a la localización de los equipos previamente aprobada por COVITUR y el STC.

Este piso falso tendrá la finalidad de facilitar la interconexión, el mantenimiento y tener a futuro la posibilidad de efectuar las modificaciones requeridas por los sistemas ya sea sustituyendo o instalando los equipos.

Las dimensiones así como las condiciones ambientales requeridas en esta sala dependerán básicamente de las características del equipo indicadas en las especificaciones técnicas de operación proporcionadas por el proveedor.

003.D.01.d Sala de tableros de control óptico

En esta zona se instalarán los Tableros de Control Optico (TCO), el Puesto de Despacho de Carga (PDC), el Jefe de Reguladores (JR), el Centro de Comunicaciones (CC) y las salas para las computadoras de tráfico, cálculo y gestión.

Se deberá considerar un Tablero de Control Optico por cada una de las líneas controladas desde este centro y su localización será radial con respecto al mueble del Jefe de Reguladores, a una distancia máxima de 8.20 m de centro a centro de ambos muebles.

El mueble del Jefe de Reguladores será circular y tendrá 0.50 cm mínimo arriba del nivel de piso terminado de la zona en donde se encuentran los TCO, esto con el fin de tener mejor visibilidad sobre ellos.

El Puesto de Despacho de Carga deberá estar dispuesto de tal forma que se pueda tener un buen punto de vista de la zona de los TCO y a su vez que el Jefe de Reguladores pueda observar perfectamente el tablero y el pupitre de dicho puesto de despacho.

El nivel de piso terminado en el Puesto de Despacho de Carga se deberá considerar a 1.14 m mínimo arriba del nivel de piso terminado de la zona del TCD, excepto en la zona en donde se encuentra el pupitre del PDC ya que en este mueble el nivel se incrementará 34 cm como mínimo, conservando así el mismo nivel de piso terminado que el de la zona del Centro de Comunicaciones.

La zona del Centro de Comunicaciones estará integrada por cubículos desde donde se podrán controlar las líneas asignadas al Puesto Central de Control.

Por cada una de estas líneas se considerará un cubículo, cuyas dimensiones se determinarán en función del equipo y de la operación del mismo, para lo cual se requerirán las especificaciones y características de dicho equipo.

Estos cubículos del Centro de Comunicaciones se ubicarán cerca de las zonas de los TCO y del Jefe de Reguladores.

El nivel de piso terminado en los cubículos del Centro de Comunicaciones será de 1.48 m, misma que se tomará a partir del piso terminado de la zona de Tableros de Control Optico.

La altura libre de piso a techo en las zonas de Tableros de Control Optico, Puesto de Despacho de Carga y Centro de Comunicaciones estará en función de la altura de los equipos.

En las salas donde se instalarán las computadoras de cálculo, gestión, tráfico y otras que se requieran instalar a futuro, se deberá considerar la colocación de un piso falso modulado de fácil registro, con la finalidad de poder revisar las instalaciones del equipo.

El área requerida en estas salas, las preparaciones para los equipos y las condiciones ambientales se deberán analizar en función de las características y dimensiones de dichos equipos, que deberán ser pro-

porcionadas por el proveedor a través de COVITUR.

En general todos los locales que integran el Puesto Central de Control deberán contar con ventilación artificial por las condiciones especiales en las que se efectúa su operación; por lo tanto, es necesario que en el proyecto arquitectónico se prevean preparaciones en muros, losas, plafones, pisos falsos y galerías en donde se localizarán las manejadoras, rejillas y el ramaleo de ductos.

003.D.02 PERSONAL

003.D.02.a Oficinas administrativas

Son los locales en donde trabajará el personal administrativo, quien controlará el mantenimiento de limpieza y el acceso de personal técnico que operará los equipos que en este edificio se instalarán, así como la vigilancia del mismo, para lo cual se requerirán los siguientes locales:

1. Oficina de Control
2. Intendencia
3. Vigilancia

Oficina de Control. Es el lugar en donde se registrará el acceso y la salida del personal que trabajará en el edificio; el área que deberá tener será de 15.00 m^2 El control se efectuará mediante la utilización de un reloj marcador, el cual será colocado cerca del local de control de tal forma que el personal pueda vigilar su correcta utilización.

Intendencia. Es el lugar donde se controlará el mantenimiento y la limpieza del edificio y deberá tener un área de 6.5 m^2 para apoyo.

En esta zona deberán preverse cuartos de aseo en cada uno de los niveles, los cuales tendrán un área de 3.00 m^2 (1.75 x 1.75 m).

Vigilancia. Es el lugar en donde se encontrará el personal de la Policía Bancaria e Industrial (PBI), que tendrá a su cargo vigilar y controlar el acceso de personal autorizado, así como de las personas que visitan el edificio. Esta zona deberá contar con un área de 4.00 metros cuadrados.

Las tres zonas antes mencionadas deberán localizarse en el área de acceso al edificio.

003.D.02.b Oficinas técnicas

Estas oficinas servirán de apoyo a las diferentes áreas que integran el Puesto Central de Control, mismas que a continuación se indican:

1. Permanencia para el mantenimiento del equipo del aire acondicionado
2. Almacén para refacciones y papelería del Puesto de Despacho de Carga
3. Oficina electromecánica del mando centralizado (MC)
4. Permanencia de telecomunicaciones

Las áreas de estas oficinas y permanencias técnicas se deberán determinar mediante el análisis del mobiliario, equipo y número de personas que ahí trabajarán, para lo cual el Sistema de Transporte Colectivo deberá proporcionar a través de COVITUR el programa de necesidades.

CAPITULO 2.01.02.004

TALLERES

Es el conjunto de naves y edificios localizados en los predios previamente seleccionados y aprobados por COVITUR, en donde se controlará técnica, operativa y administrativamente el servicio de mantenimiento que se les proporcionará a los trenes, vehículos auxiliares de vía y en gran parte al equipo fijo que en estas instalaciones se utiliza.

El programa arquitectónico general que integra este conjunto estará formado por dos grupos.

El grupo "A" se integrará por naves y edificios, los cuales son indispensables para que el taller opere:

1. Nave de depósito
2. Nave de pequeña revisión
3. Fosa de revisión vía de pruebas
4. Caseta de tracción
5. Puesto de maniobras
6. Nave de gran revisión
7. Caseta de pilotaje automático
8. Caseta de vigilancia
9. Nave de vehículos auxiliares

El grupo "B" estará integrado por naves y edificios que de acuerdo al tipo de servicios que prestan podrán o no considerarse dentro del programa del grupo "A"; para ello, el Sistema de Transporte Colectivo deberá proporcionar su Programa General de Necesidades, que indicará si alguno de los elementos que integran el grupo "B" deberá ser considerado en el grupo "A".

El grupo "B" estará integrado por los siguientes edificios:

1. Subestación de rectificación
2. Taller eléctrico
3. Taller de zapatas y frenos
4. Taller de maquinado de durmientes
5. Oficina para el almacén
6. Almacén general
7. Almacén de productos inflamables
8. Caseta para la acometida de la C L F C
9. Policlínica
10. Edificio de servicios generales

Para la elaboración de estos proyectos se deberá contar con el tipo de equipos que se instalarán en cada uno de ellos, así como las preparaciones y las condiciones de operación en las que dicho equipo se utilizará; esta información será proporcionada por los proveedores a través de COVITUR.

Cabe mencionar que la complementación del grupo "A" por alguno de los elementos que integran el grupo "B" deberá ser aprobada por COVITUR.

004.A NAVE DE DEPOSITO

004.A.01 DEFINICION

Es la construcción en donde se estacionarán los trenes cuando se encuentren fuera de servicio y en espera de ser enviados nuevamente a la línea; esto puede ser al iniciar el servicio por las mañanas o en las horas de máxima demanda cuando se requiere de un mayor número de trenes.

004.A.02 UBICACION

Estas naves se localizarán en los extremos de las líneas, ya sea formando parte de los conjuntos de talleres o aisladas.

004.A.03 CAPACIDAD

El área principal de las naves de depósito está condicionada por el número de trenes que tenga en servicio la línea; este número se puede determinar con la relación.

$$\text{Trenes en operación} = \frac{\dfrac{2 \times \text{Long. comercial}}{\text{Velocidad comercial} + 360}}{\text{Frecuencia}}$$

donde:

La longitud comercial se entiende como la distancia en metros entre las terminales de una línea.

Velocidad comercial. Es la velocidad misma de recorrido entre dos terminales (incluye los tiempos de parada en las estaciones), en m/s.

La constante 360 está dada en segundos y representa la pérdida de tiempo en maniobras del tren en las terminales.

Frecuencia. Es el intervalo de tiempo transcurrido entre los trenes que pasan por una estación, en s/ tren.

Una vez conocido el número de trenes podrán influir otros factores como los trenes en reserva, la longitud de la línea y sus derivaciones (Véase también el inciso 004.A.04 siguiente).

004.A.04 OPERACION

El acceso y la salida de los trenes se efectuará mediante una extensión de vías que penetrarán en la nave; estas vías deberán ser capaces de alojar uno o dos trenes en cada una de ellas, por lo cual las longitudes mínimas serán ue 175 m y 336 m respectivamente.

Además de las zonas de trenes, deben existir circulaciones para empleados y para vehículos de emergencia (bomberos), ya que otra de las funciones de estas naves es la de verificar diariamente el estado general de los trenes antes de partir.

Así mismo, en estas naves se dará el servicio de aseo profundo mismo que proporcionará el personal de limpieza diariamente durante las horas de reposo del tren.

004.A.05 GALIBOS

El gálibo vertical libre requerido por los trenes en esta nave, deberá ser de 4 m, mismo que será medido a partir del nivel de la rasante.

El gálibo horizontal mínimo requerido por los trenes en la parte superior del mismo, será de 1.55 m de distancia a partir del eje de la vía y para ambos lados.

004.A.06 CARACTERISTICAS DE LA CONSTRUCCION

Deberá ser una nave de tipo industrial, en la cual sus fachadas laterales estarán construidas con material que sea desmontable y que tenga un alto porcentaje de recuperación de tal forma que pueda reutilizarse tantas veces como etapas de expansión requiera la nave.

Dentro del proyecto de la nave, el proyectista deberá tomar en cuenta el aspecto de la iluminación natural.

La ventilación será a base de persianas metálicas de tipo fijo y estarán en proporción con el volumen de la nave, ya que el aire debe ser renovado constantemente.

004.A.07 CRECIMIENTO

Las fachadas frontal y posterior de la nave, deberán modularse y tener preparaciones previniendo su crecimiento.

En la fachada frontal deberá preverse sólo el crecimiento lateral.

En cualquier tipo de expansión de la nave de depósito, deberá preverse que al efectuarse la obra, no interfiera ésta con el funcionamiento de las vías de servicio que en ese momento estén en operación.

004.A.08 ANDADORES

Son circulaciones mediante las cuales diariamente serán verificados visualmente las llantas y equipos de los trenes antes de ser puestos en servicio.

Estos andadores serán utilizados también por el personal de limpieza, que es el encargado de efectuar el aseo profundo de los trenes estacionados en la nave.

Estarán dispuestos en sentido longitudinal a la nave y a ambos lados de los trenes.

Los andadores tendrán un ancho mínimo de 1 m excepto en las zonas donde atraviesen pasos de emergencia transversal, en donde, debido a la interrupción de la barra guía y a la curvatura que toma ésta, se reducirán estas circulaciones a 85 centímetros.

Existirán andadores límite en el perímetro, para circulación del personal en el sentido transversal.

El nivel de los andadores será de 15 cm abajo del nivel de la rasante de la vía.

El acabado será de cemento escobillado o rayado transversalmente.

004.A.09 PASOS DE EMERGENCIA

Los pasos de emergencia son circulaciones vehiculares transversales a las vías para poder acceder con vehículos de bomberos o similares a través de las vías.

Deberán estar ligados a las vialidades circundantes de la nave en la zona central, a través de dos puertas de 3.50 x 4.00 m (ancho x alto) y en la parte exterior donde se inicie esa vialidad.

La anchura de los pasos será de 5.00 m. Su nivel será el mismo que la rasante y estarán provistos de rampas con una pendiente máxima de 10%. El acabado de las rampas será estriado. El acabado de las zonas a nivel será de concreto pulido con aditivo endurecedor no metálico.

004.A.10 CUARTOS DE ASEO

Se proporcionarán cuartos de aseo para guardar los productos y utensilios de limpieza en proporción de un cuarto de 3 m^2 por cada 20 posiciones de estacionamiento de trenes.

La localización de estos cuartos deberá ser centralizada con objeto de acortar al máximo los recorridos del personal de limpieza.

En su interior los cuartos estarán provistos de una tarja de 40 x 40 cm y entrepaños para guardar los

productos y utensilios de limpieza.

004.A.11 CAJAS DE ARENA

Son elementos que servirán para contener cualquier impacto del tren en caso de que éste no pudiera frenar a tiempo dentro de la distancia de seguridad de paro.

Estas cajas deberán estar localizadas en los extremos de las vías y se alinearán con el pasillo que se encuentra al fondo de la nave.

Las cajas de arena serán unos elementos de concreto cuadrados, abiertos por donde acometa el tren, formados por muros de concreto armado y rellenos de arena de mar contenida por sacos en el extremo abierto por donde estará la vía.

004.B NAVE DE PEQUEÑA REVISION

004.B.01 DEFINICION

La nave de pequeña revisión es la construcción en donde se les proporcionará periodicamente mantenimiento menor a los trenes, de acuerdo a un programa previamete establecido por el Sistema de Transporte Colectivo.

Esta nave deberá ser de tipo industrial y sus fachadas laterales tendrán que ser construidas con materiales que sean desmontables y que tengan un alto porcentaje de recuperación, de tal forma que puedan reutilizarse tantas veces como etapas de expansión requiera la misma.

Las fachadas frontal y posterior de la nave deberán modularse y tener preparaciones adecuadas para prevenir su crecimiento.

El crecimiento de la fachada posterior deberá preverse, tomando en cuenta el área de iluminación y ventilación que se requiera en las oficinas y locales técnicos (Ver 2.02.01.009.D y 2.02.01.006.B).

Con respecto a la fachada frontal, deberá preverse únicamente su crecimiento lateral.

En cuanto a la expansión de la misma, se deberá tomar en cuenta que al efectuarse cualquier tipo de obra civil, no interfiera en el funcionamiento de las fosas de revisión o las vías de servicio, que en ese momento se encuentren en funcionamiento.

004.B.02 OPERACION

La operación de esta nave dependerá básicamente de cuatro elementos componentes de los talleres que son:

1. Puesto de maniobras
2. Caseta de tracción
3. Grupo compresor
4. Subestación eléctrica

De estos elementos dependerá el control de tránsito en la zona de peines, la tracción en la misma zona, el control de aire comprimido y la energía eléctrica dentro de la nave.

El acceso y salida de los trenes se efectuará mediante una extensión de vías que penetrarán en la nave, rematando éstas con topes de madera.

Dichas vías tendrán que guardar sus posiciones, ya sea como fosas de revisión, fosa de lavado, fosa de sopleteado o vías de servicio y deberán tener una longitud que sea capaz de dar cabida a un tren (147.62 m).

El gálibo vertical libre requerido, deberá ser de 4.90 m y se tomará a partir del nivel de rasante (± 0.00).

El gálibo horizontal libre requerido por los trenes en su parte superior será de 1.55 m y deberá tomarse del eje de vía hacia ambos extremos.

El acceso a la nave en la zona de peines, se controlará por medio de cortinas metálicas, que se accionarán manual y eléctricamente.

El dimensionamiento de estas cortinas no deberá entorpecer el funcionamiento de los trenes, o sea, los apoyos o guías para las cortinas metálicas se colocarán a una distancia mínima de 1.36 metros.

El accionamiento manual se efectuará mediante la utilización de cadenas, las cuales moverán el mecanismo de las cortinas. Estos mecanismos también estarán conectados a los motores eléctricos localizados en la parte superior de las cortinas. El accionamiento eléctrico se controlará por medio de botoneras.

Las características de estas cortinas deberán ser proporcionadas por el proveedor, con base en una especificación funcional previamente revisada y aprobada por COVITUR.

004.B.02.a Andadores

Son circulaciones mediante las cuales el personal de mantenimiento revisará el equipo y componentes exteriores de los trenes, a los que se les proporcionará mantenimiento desde los andadores, una vez desconectada la tracción de las escobillas positivas.

Estos andadores también son circulaciones dispuestas en sentido longitudinal a la nave; el acabado que deberán tener será un escobillado en sentido perpendicular a la circulación y el nivel de este piso terminado, será 0.23 m abajo del nivel de rasante. Esto es con el fin de mantener todo el material neumático en el aire, facilitando así el cambio de éste.

La ubicación de cada uno de estos andadores deberá alternarse con las fosas de revisión, o bien con las vías de servicio con las que cuente la nave de pequeña revisión; es decir cada una de estas fosas o vías deberá tener un andador en ambos lados.

Los andadores tendrán un ancho mínimo de 2.00 m y en el caso de los andadores donde se colocarán los accesos a las fosas de intercomunicación, el ancho que deberán tener será de 3.50 m. Estos anchos se mantendrán a todo lo largo de los andadores.

Dichos andadores se delimitarán en sus extremos por el paso de emergencia en el acceso de los trenes a la

nave, y en el fondo de ésta, por la circulación de montacargas. El nivel de piso terminado de estas dos zonas delimitadoras será igual al nivel de rasante, razón por la cual su liga con los andadores se efectuará mediante rampas de concreto estriado con pendiente de 5.75%, a partir de los pasos de emergencia.

004.B.02.b Vía de lavado

La vía de lavado es la zona de la nave de pequeña revisión donde se lavarán periódicamente las carrocerías de los trenes.

Este servicio se efectuará por medio de una máquina lavadora que deberá localizarse en el acceso de trenes a la nave, a los costados de la vía de lavado (Ver 2.02.01.005.C).

Las zonas que componen esta vía son:

1. Zona de premojado
2. Zona de enjabonado y cepillado
3. Zona de enjuagado
4. Zona de secado

Las tres primeras zonas deberán ser analizadas con base en el tipo de máquina y equipo con el que se proporcionará el servicio de limpieza exterior a los trenes del sistema.

Para lo anterior, se deberán prever las preparaciones para los soportes de los cepillos verticales y horizontales, así como para las regaderas.

La localización del equipo y sus preparaciones deberá ser tal que deje libre la circulación del paso de emergencia en el acceso a la nave.

Una vez localizada la máquina lavadora, de acuerdo a los requerimientos del fabricante designado por COVITUR y delimitadas las circulaciones laterales, deberá analizarse la longitud de la zona de secado dentro de la nave.

La zona de secado es en donde, una vez lavada la carrocería de los trenes, se procederá a efectuar el secado de la misma y esta operación, a diferencia de la anterior, se llevará a cabo manualmente.

El secado de trenes se efectuará desde dos andenes laterales a la vía de lavado, mismos que deberán tener como mínimo, una longitud equivalente a la del convoy, o sea, 147.62 metros.

Estos andenes laterales estarán sobreelevados 1.04 m con respecto al nivel de rasante.

El acceso a dichos andenes se efectuará por medio de escaleras que se colocarán en los extremos de los mismos y estarán formadas por cinco huellas de 0.29 m y peraltes de 0.174 m de altura.

El acabado de los andenes, así como el de las huellas y los pasillos, deberá ser escobillado en sentido perpendicular al de la circulación.

La distancia que habrá de nariz a nariz del andén será de 2.74 m en el que, por medio de canalones de lámina galvanizada, se recolectará el agua que escurra de los trenes sobre los andenes.

El agua que escurriese sobre la zona de la vía, a lo largo de los andenes, se canalizará al drenaje interior de la fosa por medio de charolas forjadas con el mismo concreto, igual al que se utilice para los soportes de los rieles.

004.B.02.c Fosa de sopleteado

Es la zona de la nave de pequeña revisión en donde se limpiarán los motores de los trenes, aspirando periódicamente el polvo de ellos. Para efectuar dicha operación y por las características de ésta, no habrá necesidad de desmontar los motores (Ver 2.02.01. 006.B).

La longitud de esta fosa será de 23.90 m y el inicio de la misma estará a 2.50 m del último eje de la nave y a 1.60 m del primer eje de esta zona, en donde la vía se prolongará hasta alcanzar la misma longitud que las vías en las fosas de revisión.

La distancia de la boca de la fosa de paño a paño interior, será de 1.19 m y la profundidad de la misma, será de 1.60 m, medida del nivel de rasante al nivel de piso terminado. Esta condición se mantendrá a todo lo largo de la fosa de sopleteado.

En el interior de la misma, la distancia que habrá de paño a paño interior será de 1.87 m y deberá contar con una plataforma a lo largo de la misma y a un nivel de tope de colado de 0.81 metros.

Esta plataforma tendrá interrupciones en donde se encuentren las boquillas extractoras de polvo y las tomas de inyección de aire. La posición y ancho de éstas, dependerá del tipo de material rodante al cual se le proporcionará servicio y del equipo con el que se dará.

El acceso del personal a la fosa de sopleteado se efectuará por medio de escaleras, una de ellas localizada al centro de un extremo de la misma, formada por ocho huellas de 0.30 m y nueve peraltes de 0.177 m de altura.

También se podrá acceder a dicha fosa mediante dos escaleras ubicadas en los andadores laterales de la misma, que se comunicarán entre sí por medio de un pasillo de 1.15 m de ancho y una altura mínima de 2.00 m. Estas escaleras tendrán un ancho de 0.80 m y estarán formadas por 10 huellas de 0.30 m y 11 peraltes de 0.172 m de altura.

El pasillo antes mencionado permitirá hacer un cambio rápido de andador o acceso a la zona interior de la fosa, utilizando una cuarta escalera, formada por cinco huellas de 0.30 m y seis peraltes de 0.157 m de altura.

El acabado de las huellas de las escaleras deberá ser escobillado en el sentido transversal a la circulación.

El recubrimiento final de la fosa deberá ser a base de aditivo endurecedor no metálico, recubierto con pintura epóxica color verde óptico, la cual se aplicará de nariz a nariz, teniendo como límite específico el paño interior de la base del riel.

Los andenes laterales de esta fosa de sopleteado de-

berán tener un ancho mínimo de 2.00 m y un nivel de piso terminado de 0.65 m, arriba del nivel de rasante.

Con respecto al acabado, éste deberá ser escobillado en sentido transversal o la circulación.

Los andenes estarán delimitados por el paso de emergencia en el acceso de trenes, y las dos escaleras que ligan los andenes se transformarán en banquetas las cuales estarán dispuestas paralelamente a la vía y terminarán en el tope.

El paso de emergencia se ligará a los dos andenes laterales de la fosa de sopleteado, con dos rampas de concreto estriado teniendo una pendiente del 16.3 por ciento.

004.B.02.d Fosas de revisión o mantenimiento

Las fosas de revisión son las zonas, dentro de la nave, donde se efectuará el mantenimiento y la revisión periódica de cada uno de los trenes que dan servicio en las diferentes líneas del sistema.

La longitud de estas fosas deberá ser de 159.60 m incluyendo las escaleras de acceso en ambos extremos de las vías de pequeña revisión; dichas fosas se iniciarán a 12.40 m del primer eje de las vías de la nave y terminarán a 3.00 m del último eje, que es el punto donde arranca el paso de emergencia.

La distancia que habrá en la boca de las fosas de paño a paño interior será de 1.36 m y la profundidad de las mismas será de 1.60 m y deberá tomarse del nivel de rasante al nivel de piso terminado. Esta condición se mantendrá a todo lo largo de las fosas.

El acabado interior de las mismas será de concreto pulido, tanto en el piso como en los muros.

El recubrimiento final de estas fosas se efectuará con pintura epóxica color verde óptico, la cual se aplicará de nariz a nariz de las mismas, teniendo como límite específico el paño interior de la base del riel.

El acceso del personal de inspección y mantenimiento se efectuará, principalmente, por medio de dos escaleras localizadas al inicio y al final de las fosas.

Las escaleras del inicio tendrán su acceso por debajo de los topes de madera con un desarrollo de 1.61 m y estarán formadas por siete huellas de 0.23 m y ocho peraltes de 0.20 m de altura.

Las escaleras localizadas al final de las fosas deberán tener un desarrollo de 2.32 m y estarán formadas por ocho huellas de 0.29 m y nueve peraltes de 0.117 m de altura.

En ambos tipos de escaleras, el acabado de las huellas será escobillado y éste se efectuará en sentido transversal a la circulación en las fosas de revisión.

Cada fosa deberá contar en su interior con un cajillo de 0.493 x 0.14 m a cada lado de la misma y a todo lo largo.

En estos cajillos se alojarán las unidades de iluminación así como las tomas del aire comprimido y las de energía (Ver 2.02.01.009.D).

Dentro de la fosa, se deberá también considerar una ménsula de concreto a cada lado de la misma y ambas estarán a una altura de 0.60 m sobre el nivel de piso terminado.

Dichas ménsulas servirán para apoyar los carros con mecanismos hidráulicos, con los cuales se montarán y desmontarán las partes y conjuntos de los trenes.

Estas ménsulas de concreto se sustituirán por ménsulas abatibles de acero en las zonas en donde las fosas de revisión se unen con las fosas de intercomunicación. Estas ménsulas metálicas tendrán una longitud de 0.90 metros.

La zona de seguridad de las fosas se delimitará con una franja de 10.10 m de ancho, la cual se trazará con pintura de esmalte alquidálico hule clorado color amarillo, con una textura ligeramente rugosa.

Dicha franja se trazará a lo largo de la fosa y paralelamente a los extremos de la misma, a una distancia de 0.10 m del tope y de 1.55 m del eje de trazo.

004.B.02.e Locales técnicos

Comprende la zona donde se proporcionará el mantenimiento y servicio a los componentes y conjuntos de los diferentes tipos de trenes que dan servicio en las líneas.

El número de trenes, el tipo de éstos y la frecuencia con las que el Sistema de Transporte Colectivo les proporcionará servicio y mantenimiento, determinará la dimensión, el tipo de locales y las áreas de cada uno de éstos.

Las divisiones de estos locales se deberán fabricar a base de paneles mixtos de láminas negra estriada calibre 16 en la parte interior y malla criba 1 1/2" calibre 4 en la parte superior, ambos materiales enmarcados con perfiles tubulares. La fijación de estos paneles deberá efectuarse en forma tal que la disposición de los locales técnicos pueda ser modificada tantas veces, como las necesidades o etapas de expansión lo requieran.

El acabado de la losa será de concreto con aditivo endurecedor no metálico y escobillado en sentido perpendicular a la circulación en los locales.

004.B.02.f Fosa de intercomunicación

Las fosas de intercomunicación son túneles de 1.19 m de altura por 0.90 m de ancho, dispuestos en sentido transversal a la nave de pequeña revisión siendo su función la de unir entre sí cada una de las fosas de revisión a fin de suprimir recorridos innecesarios del personal de mantenimiento.

Las fosas de intercomunicación deberán localizarse a cada cuarto de la longitud total de la fosa de revisión, o sea, que si ésta tiene 159.60 m de longitud, deberá contar con tres fosas de intercomunicación, y cada una de ellas estará a 39.90 m de las fosas de revisión.

El acceso a estas fosas de intercomunicación se efectuará mediante escaleras localizadas en algunos de los andadores de la nave.

El desarrollo de dichas escaleras se efectuará a lo largo de una distancia de 2.03 m y estarán compuestas por siete huellas de 0.29 m por 0.90 m y ocho peraltes de 0.172 m de altura.

Estos accesos deberán localizarse a cada tres fosas de revisión o sea, que cada agrupamiento de tres fosas, tendrá andadores a los costados en donde se localizarán las escaleras de acceso a las fosas de intercomunicación.

El acabado de las escaleras en las huellas, será de concreto escobillado en sentido transversal a la circulación y las paredes deberán tener un acabado pulido.

En el foso de la escalera, se deberá considerar un barandal de 0.90 m de altura.

004.B.02.g Paso de emergencia

El paso de emergencia es una circulación que tendrá un ancho de 5.00 m. Este paso, al igual que la circulación del montacargas en el fondo de la nave, entre las oficinas y la zona de fosas de revisión, estará dispuesto en sentido transversal a la nave.

El nivel de piso terminado de este paso, deberá ser igual al nivel de rasante y se ligará a los andadores mediante rampas de concreto acabado estriado, con una pendiente de 5.75%, misma que será desarrollada en una distancia de 4.00 metros.

Este paso de emergencia, deberá ligarse en sus extremos a las vialidades circundantes de la nave, mediante rampas de concreto estriado y la pendiente de estas rampas dependerá de los niveles de las vialidades.

Con respecto al acabado, éste deberá ser de concreto pulido con aditivo endurecedor no metálico.

004.B.03 PERSONAL

004.B.03.a Oficinas

Este es el lugar donde se controla el funcionamiento de la nave de pequeña revisión. Las oficinas deberán estar localizadas en la zona de los locales técnicos, en el segundo nivel y al fondo de la nave.

Para la ejecución del proyecto de distribución de los diferentes locales, con los que estas oficinas deberán contar, el Sistema de Transporte Colectivo proporcionará las necesidades, mediante las cuales se obtendrá el programa arquitectónico.

Para efectuar el cálculo del área para oficinas se deberán efectuar estudios con base en las necesidades específicas que el STC tenga en el momento de efectuar el proyecto.

La principal premisa que se deberá considerar para la distribución de locales, es que el jefe y subjefes de sección tendrán sus privados con vista hacia el interior de la nave, de tal forma que tengan un control visual de las actividades que se realizan en el interior de la misma.

Deberá haber un medio baño común al privado del Jefe y a los de los subjefes.

Cabe hacer la aclaración que para el cálculo de los sanitarios del resto de los empleados, se deberá consultar el Reglamento de Construcción del DF.

Los muros divisorios de dichas oficinas, se deberán proyectar con material modulado y que sus secciones puedan ser fácilmente desmontables, ajustándose a las necesidades cambiantes de la sección de material rodante del STC.

El plafond deberá ser de material termo-acústico y modulado de acuerdo a los muros divisorios.

El piso deberá ser de loseta vinílica. Este acabado se considerará en todas las oficinas, excepto en los sanitarios.

Los acabados de los sanitarios serán los siguientes:

Muros. Losetas de barro vitrificada de 0.215 x 0.105 x 0.009 m color champaña y se colocará de piso a techo.

Pisos. Losetas de barro vitrificada de 0.215 x 0.105 x 0.009 m color champaña y se colocará de muro a muro.

Plafond. Será el mismo de la zona de oficinas, modulado y de material termo-acústico.

La herrería de esta zona de oficinas deberá estar fabricada con elementos metálicos tubulares, recubiertos con primer y pintura de esmalte como acabado final.

El cristal para cancelería exterior deberá tener los espesores, de acuerdo a la superficie por cubrir. Esto dependerá de las especificaciones del fabricante.

En las oficinas el cristal deberá ser transparente y en los sanitarios tendrá que ser traslúcido.

El proyecto de las oficinas para la nave de pequeña revisión deberá contemplar la, o las distribuciones necesarias, de acuerdo a las expansiones que éstas requieran a futuro.

004.B.03.b Subalmacén

El subalmacén es la zona donde se almacenarán las piezas con las que se proporcionará el servicio a los trenes en general.

El área con que este subalmacén deberá contar, dependerá del número y tipo de trenes a los que se les dará mantenimiento. Esta información será proporcionada por el Sistema de Transporte Colectivo.

Una vez conocida el área, se deberán considerar dos niveles para el almacenamiento de partes. Estos se formarán por medio de baterías de estantes en las que los módulos base serán de 0.92 x 0.46 m y de 0.92 x 0.305 metros.

La disposición de estas baterías deberá permitir tener circulaciones modulables entre ellas de 0.92 x 1.37 m de ancho y que se utilizarán dependiendo del proyecto de distribución del primer nivel.

El segundo nivel deberá tener la misma distribución de baterías para almacenamiento y la delimitación del entrepiso. Esto se efectuará por medio de placas ranuradas modulables, las cuales, no sólo servirán para circular en este nivel, sino que ayudarán para hacer rígida la estantería en general.

El nivel de este piso ranurado deberá ser 2.60 m arriba de nivel de piso terminado y en él se tendrán seis entrepaños de 0.428 m de altura. El primero se colocará a una altura de 0.03 m sobre el nivel de piso terminado.

La capacidad de carga de cada entrepaño será de 200 kilógramos

Cada una de las baterías de estantes deberá tener un respaldo a todo lo largo y alto de éstas y también deberán contar con un costado cerrado en ambos extremos.

Los entrepaños, los costados, los respaldos y los pisos ranurados se estructurarán por medio de ángulos y piezas en "T", sujetos entre sí por tuercas, rondanas y tornillos.

Esta zona de almacenamiento deberá contar con dos accesos, uno con una puerta de 3.00 x 2.30 m de altura, a través de la cual se suministrarán las refacciones necesarias para el mantenimiento que se les proporcionará a los trenes en la zona de fosas o a los conjuntos y partes en la zona de los locales técnicos.

El otro acceso, deberá tener una puerta de 3.00 x 4.00 m de altura, la cual servirá para el suministro de refacciones, tanto al primer nivel, como a la planta baja.

Lo anterior se logrará, dejando una zona a doble altura, en el vestíbulo de recepción de las refacciones la cual tendrá un área de 6.50 metros cuadrados.

004.C NAVE DE VEHICULOS AUXILIARES

004.C.01 OPERACION

La nave de vehículos auxiliares es la construcción en donde se estacionarán y repararán los vehículos de características especiales que sirven para proporcionar un mantenimiento programado a las vías de las líneas que forman la red del Sistema de Transporte Colectivo Metro.

La localización de dicha nave deberá estar en los extremos de las líneas y formará parte del conjunto general para trenes del Metro.

La disposición de esta nave, será de frente al peine y preferentemente, deberá quedar ligada a la nave de pequeña revisión, ya que son similares en funcionamiento y características en general, aunque sean diferentes los servicios que en ambas naves se presten.

Su capacidad dependerá del tipo y de la cantidad de vehículos con que se proporcionará el servicio de mantenimiento a una longitud específica de vía, misma que deberá ser determinada por el personal del Sistema de Transporte Colectivo.

Cabe mencionar que dicha longitud será el resultado del análisis basado en un programa de mantenimiento.

La operación de esta nave dependerá básica y esencialmente de otros elementos de los talleres de mantenimiento y que son:

1. La subestación eléctrica.

2. El grupo compresor

3. El almacén general

Estos elementos abastecerán a la nave de vehículos auxiliares de: energía eléctrica, aire comprimido y de las refacciones necesarias para proporcionarles mantenimiento y reparar los mismos. La mayor parte de éstos circulan por las líneas valiéndose de los motores de combustión interna con los que cuentan.

La nave de vehículos auxiliares de vía deberá ser una nave de tipo industrial, en la cual sus fachadas tendrán que ser construidas con algún material que sea fácilmente desmontable y que tenga un alto porcentaje de recuperación, de tal forma que pueda utilizarse tantas veces como etapas de expansión tenga la misma.

La longitud de esta nave deberá ser como mínimo 140.00 m y como máximo 175.00 m. El acceso y salida de los vehículos auxiliares se efectuará mediante la extensión de una o varias vías del peine que penetrarán en la nave, ya sea como vías de servicio, fosas de revisión, o bien, una combinación de ambas.

La entrada y salida de vehículos a la nave deberá ser controlada físicamente por una o varias cortinas metálicas, según sea la cantidad de vías.

Estas cortinas deberán tener dos tipos de accionamiento, a saber:

1. Manual

2. Eléctrico

y para adquirirlas e instalarlas, se consultará la respectiva especificación de operación.

El gálibo vertical libre requerido por los vehículos será de 4.90 m y deberá ser considerado a partir del nivel de rasante, que es el equivalente al nivel ± 0.00.

El gálibo horizontal libre requerido se deberá determinar en función del ancho máximo que tengan los vehículos auxiliares de vía, para lo cual esta información debe ser proporcionada por el STC a través de COVITUR.

004.C.01.a Fosa de revisión

La fosa de revisión es el lugar dentro de la nave, en donde se efectuará el mantenimiento y la revisión periódica de cada uno de los vehículos auxiliares de vía.

La longitud de la fosa de revisión deberá ser definida en función del tipo de vehículos con el que se proporcionará el servicio de mantenimiento a las vías, y sólo podrá dar cabida a un vehículo a la vez.

Unicamente en el caso de que por requerimiento de la operación, la fosa de revisión se necesite a lo largo de toda la vía, la fosa deberá de iniciarse a 3.00 m del paso de emergencia y terminará en la zona del tope de madera, para lo cual el STC lo deberá solicitar a COVITUR (Ver 2.02.01.006.B y 2.02.01.009.D).

La distancia que deberá haber de la boca de la fosa a paños interiores, será de 1.36 m y la profundidad de la misma será de 1.60 m medida del nivel de rasante al nivel de piso terminado. Esta condición se mantendrá a lo largo de la fosa.

El acabado interior de la misma será de concreto pulido, tanto en el piso, como en los muros.

El recubrimiento final se efectuará con pintura epóxica de color verde óptico, la cual se aplicará de nariz a nariz de la misma, teniendo como límite específico, el paño interior de la base.

El acceso del personal de inspección y mantenimiento se efectuará por medio de dos escaleras, las cuales deberán estar localizadas al inicio y al final de la fosa. Dichas escaleras tendrán un desarrollo de 1.96 m y estarán formadas por siete huellas de 0.28 m y ocho peraltes de 0.20 m de altura.

El acabado de las huellas será escobillado y se efectuará en el sentido transversal de la circulación de la fosa de revisión.

La fosa de revisión deberá contar en su interior con un cajillo de 0.493 x 0.14 m a cada lado de la misma y su longitud será a todo lo largo de la fosa.

En estos cajillos se alojarán las unidades de iluminación, así como las tomas del aire comprimido y de energía.

También dentro de la fosa deberá considerarse una ménsula de concreto a cada lado de la misma a una altura de 0.60 m sobre el nivel de piso terminado. Dichas ménsulas servirán para apoyar un carro con mecanismo hidráulico, con el cual se montarán y desmontarán las partes y conjuntos que componen los vehículos auxiliares.

La zona de seguridad de la fosa se delimitará con una franja de 0.10 m de ancho a base de pintura esmalte alquidálico hule clorado color amarillo, que tendrá una textura ligeramente rugosa. Dicha franja se deberá trazar paralelamente en uno de los extremos de la fosa, a una distancia de 0.10 m del tope. En los costados se trazará a lo largo de la misma y estará a una distancia de 1.55 m del eje de trazo.

004.C.01.b Andadores

Son circulaciones mediante las cuales se verificarán visualmente los equipos de mantenimiento de vía y estarán dispuestas en sentido longitudinal a la nave.

Estos andadores deberán tener un acabado escobillado en sentido perpendicular a la circulación y el nivel de piso terminado deberá ser el mismo que el nivel de rasante.

La ubicación de estos andadores deberá estar alternada con la vía o vías que contenga la nave, o sea, que cada vía deberá tener un andador a ambos lados.

Los andadores tendrán un ancho mínimo, el cual será el resultado de tener una distancia de 3.00 m del último eje de vía al eje de columna, en andadores laterales y de 4.50 m de eje a eje de vía, en andadores centrales.

En caso de tener una sola vía, se considerarán 3.00 m a cada lado del eje de vía.

Las zonas de mantenimiento y del paso de emergencia, serán los límites de los andadores en sus extremos.

004.C.02 PERSONAL

004.C.02.a Oficinas

A cargo de estas oficinas estará un jefe y un subjefe, por lo que se deberán considerar dos privados, cada uno de 23.81 metros cuadrados.

004.C.02.b Mantenimiento

La zona de mantenimiento está compuesta por el subalmacén de vehículos auxiliares y el taller de mantenimiento.

El subalmacén es el lugar donde se guardarán las refacciones necesarias para poder efectuar el mantenimiento sistemático de los vehículos.

Las dimensiones y el tipo de elementos para almacenamiento dependerán del número de piezas varias, sus medidas y la frecuencia de su utilización, en base al programa de mantenimiento elaborado por el Sistema de Transporte Colectivo.

El taller de mantenimiento es donde se efectuará el servicio y reparación de los vehículos auxiliares de vías. El área que dicho taller deberá tener se determinará en relación al tipo de equipo que STC empleará y para el cual se deberán prever las bases de acuerdo al mismo.

004.D FOSA DE REVISION (VIA DE PRUEBAS)

004.D.01 OPERACION

La fosa de revisión de la vía de pruebas, es la construcción dentro de los talleres de mantenimiento del Metro donde se verificarán las condiciones de los equipos de material rodante, una vez que éste ha sido sometido a algún tipo de servicio, ya sea preestablecido o correctivo.

La localización de la fosa deberá ser en la zona central de la vía de pruebas, previa aprobación del STC y de COVITUR.

La operación de esta fosa dependerá de las órdenes que se le proporcionen desde el puesto de maniobras.

Otro elemento de los talleres de mantenimiento que funcionará conjuntamente con la vía de pruebas es la caseta de pilotaje automático en la cual se efectúan trabajos de verificación de los trenes.

El gálibo vertical libre requerido por los trenes será de 4.00 m, altura que deberá ser considerada desde el nivel de rasante (± 0.00).

El gálibo horizontal libre requerido por los trenes, será de 1.55 m. Esta distancia deberá considerarse del eje de la vía hacia los costados de ella.

004.D.01.a Fosa de revisión

La fosa de revisión en la vía de pruebas deberá estar a una distancia de 0.15 m del extremo de la fosa hacia el primer eje o hacia el último.

La fosa deberá tener una longitud de 19.70 m y en la boca tendrá una distancia libre de 1.19 m de paño a paño interior de la nariz de los andenes laterales.

La profundidad que deberá tener esta fosa, será de 1.60 m abajo del nivel de rasante al nivel de piso terminado. Esta condición se mantendrá a lo largo de la fosa.

El acabado interior de la fosa será de concreto pulido tanto en el piso, como en los muros.

Dicha fosa deberá contar en su interior con un cajillo de 0.493 x 0.14 m a cada lado de ella y a todo la largo.

En estos cajillos se alojarán las unidades de iluminación, así como las tomas de energía.

El acceso a la fosa de revisión, así como el cambio de andenes, se efectuará por medio de cuatro escaleras de 0.80 m de ancho, conectadas por dos pasillos dispuestos en sentido perpendicular al de la fosa y localizadas en los extremos de ésta.

Estas escaleras estarán colocadas en las esquinas del edificio y cada una de ellas estará formada por 11 huellas de 0.30 m y 12 peraltes de 0.20 m de altura; su desarrollo será a partir del nivel de piso terminado de los andenes laterales.

Los pasillos de liga de andenes tendrán un ancho de 1.10 m y una altura mínima de 2.00 m. Desde estas circulaciones, se accederá al nivel —1.60 m del interior de la fosa, por medio de dos escaleras colocadas en los extremos de esta última.

El desarrollo de estas escaleras será de 1.20 m y estarán formadas por cuatro huellas de 0.30 m y cinco peraltes de 0.185 m de altura.

Los andenes laterales de la fosa de revisión se conectarán en ambos extremos a banquetas de 1.25 m de ancho, estarán paralelos a lo largo de la vía y se unirán al final de la fosa, dando así continuidad a la circulación.

El acabado del piso en la zona de andenes y en las escaleras, pasillos y banquetas, deberá ser escobillado en sentido perpendicular a la circulación.

El acabado final de esta fosa se efectuará con pintura epóxica color verde óptico, la cual se aplicará de nariz a nariz de la fosa, teniendo como límite específico el paño interior de las bases de los rieles.

La zona de seguridad de esta fosa se delimitará con una franja de 0.10 m de ancho, la cual se pintará con pintura de esmalte alquidálico hule clorado color amarillo, con una textura ligeramente rugosa.

Dicha franja se trazará a lo largo de la fosa y paralelamente a los extremos de las pistas de rodamiento, a una distancia de 0.30 m de ellas.

004.D.02 PERSONAL

004.D.02.a Bodega

En este local se guardarán las herramientas y refacciones de tipo ligero, con las que se efectuarán ajustes menores en el material rodante.

Esta bodega tendrá un área de 30 m², y deberá contar con dos accesos, uno peatonal y otro de servicio, por el cual se podrá suministrar el equipo.

La zona de la fosa y este local deberán estar ligados de tal manera que el servicio se efectúe con más agilidad.

Esta bodega deberá tener un sanitario con un WC, así como un lavabo y los accesorios complementarios de éstos.

004.E CASETA DE TRACCION

004.E.01 OPERACION

Las casetas de tracción son las construcciones, dentro de los talleres de mantenimiento del Metro, en donde se alojarán los dispositivos de control de la energización de las diferentes zonas que conformarán los peines por medio de los cuales accederán los trenes a las diferentes naves de servicio que componen los talleres, y que son:

1. Nave de depósito

2. Nave de pequeña revisión

3. Nave de vehículos auxiliares

4. Nave de gran revisión

El número de casetas y su localización dentro de los talleres, dependerá del tamaño y de la disposición de éstos, con respecto a la línea de explotación.

Dichas casetas requerirán tener al mismo nivel el acceso de equipo sobre-elevado y el piso terminado.

Esta altura será determinada en función del área de influencia y del nivel de rasante de la zona en donde ésta se encuentre localizada, con el fin de poder desconectar o arrancar la corriente, cuando ésta sea requerida.

004.E.01.a Zona de equipos

Las características, preparaciones y la dimensión del local o locales que componen las casetas de tracción, estarán en función del tipo y tamaño de los equipos que se instalarán en ellas.

La alimentación de los equipos, así como la salida de los cables mediante los cuales son energizados los peines, se encuentra en el sótano de la caseta, el cual deberá tener una altura mínima de 2.00 metros.

El área de este nivel, dependerá de las diferentes camas de ductos que acometerán y de las trayectorias que éstas deban seguir.

En las losas del entrepiso y de la azotea, deberán existir pasos de hombre de 0.80 x 0.80 m cada uno, a través de los cuales el personal del departamento

de mantenimiento del Sistema de Transporte Colectivo, podrá acceder a los niveles superior e inferior de las casetas.

004.F PUESTO DE MANIOBRAS

004.F.01 OPERACION

El puesto de maniobras es un edificio en los talleres de mantenimiento del Metro, en donde se controlará el tránsito de trenes que acceden o salen de los talleres, así como la circulación de los trenes dentro de la zona de peines.

El radio de acción de este puesto de maniobras, será desde las naves en la zona de peines, hasta la cola de maniobras de la estación terminal en la línea.

La localización de este edificio deberá ser en la zona de los peines de distribución, de tal manera que los reguladores puedan ver desde la cabina de control, los trenes y la trayectoria de éstos, desde el acceso de trenes a talleres, hasta la prolongación de los peines en las naves.

004.F.01.a Local técnico

El local técnico es donde se procesa la información proveniente de las naves y de los peines del taller; dicha información indica la posición de los trenes en el Tablero de Control Optico de este puesto de maniobras.

Las características de este local, tales como ventilación natural, tipos de acceso y áreas en general, dependerán básicamente de las dimensiones y del tipo de equipo que COVITUR adquiera, así como de las preparaciones que éstos requieran para su instalación.

Las alimentaciones de estos equipos, al igual que las salidas de los cables del edificio, se efectuarán por medio de un sótano, el cual distribuirá las diferentes camas, de acuerdo a las trayectorias de las mismas (Ver 2.02.01.008.C).

La altura mínima requerida en el sótano deberá ser de 2.00 m y se podrá acceder a éste mediante un paso de hombre de 0.80 x 0.80 metros.

004.F.01.b Cabina de control en el Puesto de Maniobras

La cabina de control es el local desde donde se controlará el tránsito de trenes, mediante señales que accionan los aparatos de vía, por comunicación telefónica y por medio de la red de semáforos que existen desde la cola de maniobra en la estación terminal, hasta la zona de acceso en las naves.

Por medio del Tablero de Control Optico (TCO) se verificará y controlará la posición de los trenes, en la zona de los peines.

La alimentación del TCO, así como la del pupitre, se efectuará a través de un ducto vertical, cuyas características y dimensiones dependerán del tipo y número de cables.

Dicho ducto estará ligado en uno de sus extremos con el local técnico y con la salida al exterior; el otro extremo estará conectado a una cámara localizada debajo de los equipos. Esta cámara estará formada por un piso falso, que será modulable y fácilmente desmontable.

Las características de la cámara, así como las condiciones que deberán guardar las preparaciones para la instalación del piso falso, estarán en función de los requerimientos del proveedor.

La altura a la que deberá quedar esta cabina de control, con respecto al nivel de rasante, dependerá de su localización en la zona de peines y de la posición que tenga con respecto a dicha zona.

004.F.02 PERSONAL

En la zona de la cabina de control deberá localizarse un sanitario/vestidor para el personal encargado de operar el equipo, así como para el personal de mantenimiento.

El área mínima requerida será capaz de acomodar el siguiente mobiliario:

1 WC

1 lavabo

3 lockers dobles

así como los accesorios que éstos requieran.

004.G NAVE DE GRAN REVISION

004.G.01 OPERACION

La nave de gran revisión es la construcción de los talleres del Metro, en donde se les proporcionará mantenimiento general a los trenes, el cual se efectuará de acuerdo a un programa previamente establecido por el Sistema de Transporte Colectivo.

El proyecto de esta nave deberá estar basado en un diagrama funcional elaborado por STC en donde se indicarán los requerimientos de las diferentes áreas que integran dicho proyecto, así como la filosofía del mantenimiento que se decida aplicar.

Esta nave deberá ser de tipo industrial y sus fachadas tendrán como característica el poder ser fácilmente modificadas, de acuerdo a las diferentes etapas de expansión que se requieran, para lo cual, el material a utilizarse deberá ser desmontable y tener un alto porcentaje de recuperación.

La estructura de la nave deberá ser capaz de sustentar las diferentes instalaciones, equipo y estructuras adicionales que pendan de ella (Ver Sección 2.02.01 "Electromecánica").

La operación de esta nave de gran revisión dependerá básicamente de cinco elementos, componentes de los talleres, que son:

1. Puesto de maniobras

2. Caseta de tracción

3. Grupo compresor

4. Subestación eléctrica

5. Almacén general

De dichos elementos dependerá el control del tránsito en la zona de peines, la tracción en la misma zona, el sistema de aire comprimido, la energía eléctrica dentro de la nave y el suministro de refacciones, piezas y conjuntos.

La nave de gran revisión tendrá diferentes tipos de accesos y salidas, a través de los cuales circulará personal, vehículos y material rodante.

Tanto el acceso del personal, como el vehicular, se efectuarán por dos puertas localizadas en extremos opuestos de la nave, los cuales internamente se ligarán a través de una circulación de 5.00 m de ancho. Los accesos tendrán un ancho de 4.50 m y una altura de 5.85 metros.

El acceso y salida del material rodante se efectuará por los costados de la nave, mediante vías que penetrarán en la nave y que saldrán por el extremo opuesto (La longitud de estas vías deberá ser verificada con el personal del Sistema de Transporte Colectivo).

La altura de estos accesos será de 5.85 m y el ancho se calculará en función del número de vías, debiéndose considerar de los ejes de vía hacia los extremos, una distancia mínima de 3.00 metros.

Otro acceso de material rodante es el de boguis, mismo que deberá coincidir con una de las posiciones de reserva. El ancho de este acceso será de 5.30 m, mismo que también tendrá tanto la rampa de acceso como el andén de descarga.

El desnivel del andén de descarga estará en función de los vehículos con los cuales se transportará el material rodante.

Los accesos a la nave se controlarán por medio de cortinas metálicas, las cuales se accionarán manual y eléctricamente.

El dimensionamiento de dichas cortinas no deberá entorpecer el funcionamiento de los trenes y los carros, o sea, los apoyos o guías para las cortinas metálicas y se colocarán a una distancia mínima de 1.36 m del eje de vía.

El accionamiento manual se efectuará mediante la utilización de cadenas, las cuales accionarán el mecanismo de las cortinas. Estos mecanismos también estarán conectados a motores eléctricos localizados en la parte superior de las cortinas. El accionamiento eléctrico se controlará por medio de botoneras (Ver 2.02.01.003.D).

Las características de estas cortinas deberán ser proporcionadas por el proveedor, en base a una especificación funcional previamente revisada y aprobada por COVITUR.

El gálibo vertical libre requerido, será variable dependiendo de las diferentes zonas que forman la nave, para lo cual se requerirá que el lecho inferior de la armadura, esté a una altura de + 7.50 m sobre el nivel de rasante, mismo que coincidirá con el nivel de piso terminado en el interior de la nave (excepto en los puentes transbordadores).

El gálibo horizontal libre requerido será variable, dependiendo del tipo de posición, del tipo de utilización que tenga y de su ubicación. Cabe aclarar que el mínimo requerido para cualquier interferencia será de 1.55 metros.

La nave de gran revisión está formada por cuatro zonas, que son:

1. Zona de cajas

2. Zona de boguis

3. Zona de reserva

4. Zona de oficinas y subalmacén

Las zonas de cajas, de boguis y la de reserva, están ligadas por una circulación especial, por la cual se unen dos elementos llamados puentes transbordadores, los cuales se encargarán de desarmar el tren y transportar las motrices y los remolques a las posiciones requeridas.

004.G.01.a Zona de cajas

Es la zona donde se sustituirán partes y conjuntos mecánicos, eléctricos y electrónicos, que componen el interior de los carros, así como las carrocerías, cristales, asientos, cofres y escotillas en general.

Una vez separadas cada una de las cajas de sus boguis, deberán ser montadas en otro tipo de elementos, con el fin de que puedan continuar la trayectoria por las diferentes secciones que forman la zona de cajas, las cuales son:

1. Proceso de cajas (baterías de gatos)

2. Cámaras de limpieza

3. Interiores

4. Baterías

5. Electroneumáticos

6. Electrónica

7. Relojería

8. Instrumentos

9. Motores

10. Acopladores

11. Compresores

12. Taller eléctrico

La distribución de estas secciones se deberá efectuar de acuerdo al tipo y la forma con que se les proporcionará el servicio de las cajas; esto estará en función del tipo de material rodante que en el momento de efectuarse el proyecto se encuentre en servicio.

Las áreas que deberán ser consideradas para cada una de estas secciones, dependerán básicamente del equipo con el que se dará el servicio, así como de las áreas de uso, las de circulación y las de seguridad del mismo equipo.

El traslado del equipo y partes, se efectuará mediante grúas radiales, viajeras, carros y montacargas, para las cuales se considerará el ancho y la altura necesarias para la circulación de las mismas, así como las condiciones propicias para su funcionamiento.

La separación entre algunas de las secciones, se deberá marcar con pintura de esmalte alquidálico hule clorado color amarillo.

Esta delimitación así como las zonas de seguridad del equipo, se indicarán con una franja de 0.10 m de ancho.

004.G.01.b Zona de "boguis"

En esta zona se sustituirán las partes y conjuntos que componen los mismos e inclusive podrán llegar a ser reemplazadas totalmente.

Una vez separados los boguis de las cajas, éstos deberán ser transportados a las posiciones de reserva, mediante la utilización del puente transbordador especial para boguis.

La zona de boguis está formada por varias secciones:

1. Transbordador de boguis
2. Reserva de boguis
3. Miscelánea
4. Motores de tracción
5. Banco de ajuste
6. Diferenciales
7. Lavado y búsqueda de fisuras
8. Armado de boguis
9. Desarmado de boguis

La distribución de dichas secciones se deberá efectuar de tal forma que el armado y desarmado de boguis se pueda realizar centralizando el resto de las secciones.

El comienzo del mantenimiento para boguis deberá iniciarse en la sección de desarmado de los mismos, para lo cual será necesario contar con una zona de sopleteado.

Las áreas y distribuición del equipo estarán en función del mismo, para lo cual se deberá consultar el programa de necesidades del Sistema de Transporte Colectivo y posteriormente se deberán hacer los respectivos ajustes a su distribución y áreas.

Para el equipo de las diferentes secciones que formarán esta zona, se deberá considerar su uso, la seguridad del propio equipo y las circulaciones.

El traslado del equipo y sus partes se efectuará, principalmente por medio de grúas viajeras y grúas radiales, para las cuales se considerarán los anchos y las alturas necesarias para la circulación de las mismas, así como las condiciones propicias para su funcionamiento.

La separación entre algunas de las secciones se deberá marcar con pintura de esmalte alquidálico hule clorado color amarillo.

Esta delimitación, así como las zonas de seguridad del equipo, se indicarán con una franja de 0.10 m de ancho.

004.G.01.c Zona posiciones de reserva

En esta zona se colocarán los carros en espera de ser sometidos al mantenimiento o bien de ser colocados en la línea formando un tren nuevamente.

Dicha espera se efectuará mediante la utilización de posiciones de vía, dispuestas perpendicularmente a la circulación de los puentes transbordadores.

La separación entre ellas y su número, estarán en función de la capacidad de la nave.

Al efectuar el proyecto, se deberán considerar sólo posiciones de espera y no baterías de gatos; de requerirse estas últimas, deberán ser solicitadas por el Sistema de Transporte Colectivo.

El gálibo horizontal dependerá en este caso del tipo y de la dimensión de las baterías de gatos, para lo cual se deberá consultar con el proveedor de éstas.

004.G.02 PERSONAL

004.G.02.a Oficinas administrativas

Este es el lugar donde se controlará el funcionamiento de la nave de gran revisión y sus oficinas deberán ser localizadas en el segundo nivel, cerca de las oficinas técnicas.

Para la ejecución del proyecto de distribución de los diferentes locales con los que estas oficinas deberán contar, el Sistema de Transporte Colectivo deberá proporcionar sus necesidades, de las cuales se obtendrá el programa arquitectónico.

El cálculo del área de oficinas se realizará tomando como base 8.00 m^2 por persona, incluyendo circulaciones.

Una de las principales premisas, es que se deberán considerar los privados del jefe y subjefe con vista hacia el interior de la nave, de tal forma que puedan tener un mejor control óptico de las actividades que se realizan en el interior de la nave.

Se deberá considerar un medio baño para el jefe, así como uno por cada dos subjefes.

Los muros divisorios de dichas oficinas deberán ser proyectados con material modulado y que sus secciones sean fácilmente desmontables, ajustándose a las nuevas necesidades de esta sección.

El plafond de estas oficinas deberá ser de material termoacústico y modulado de acuerdo a los muros divisorios.

El piso deberá ser de loseta vinílica. Este acabado se considerará en todas las oficinas, excepto en los sanitarios, que se considerarán de la siguiente forma:

Muros. Loseta de barro vitrificado de 0.215 x 0.105 x 0.009 m color champaña que se colocará de piso a techo.

Pisos. Loseta de barro vitrificado de 0.215 x 0.105 x 0.009 m color champaña que se colocará de muro a muro.

La herrería de ésta zona deberá estar fabricada con elementos metálicos tubulares, recubiertos con primer y pintura de esmalte como acabado final.

El cristal deberá tener espesores compatibles con la superficie por cubrir. Esto dependerá de las especificaciones del fabricante.

En las oficinas el cristal deberá ser transparente y en los sanitarios tendrá que ser traslúcido.

El proyecto de las oficinas para la nave de gran revisión, deberá contemplar la o las distribuciones necesarias, de acuerdo a las expansiones que éstas requieran a futuro.

004.G.02.b Oficinas técnicas

Es la zona donde se proporcionará el mantenimiento y servicio a los componentes y conjuntos de los diferentes tipos de carros que forman los trenes.

También en esta zona se encuentra el personal que proporcionará capacitación y asesoría al personal del Sistema de Transporte Colectivo.

Dicha zona sirve de apoyo a las diferentes secciones de la nave de gran revisión.

El número de carros, el tipo de éstos y la frecuencia con la que el personal del Sistema de Transporte Colectivo les proporcionará servicio y mantenimiento, determinará el tipo de locales y el área con la que cada uno deberá contar.

El acabado de la losa en general, será de concreto con aditivo endurecedor no metálico.

004.G.02.c Subalmacén

El subalmacén es la zona en donde se almacenarán las piezas varias con las que se proporcionará el servicio a los trenes en general.

El área con que este subalmacén deberá contar, dependerá del número y tipo de carros a los que se les dará mantenimiento. Esta información será proporcionada por el Sistema de Transporte Colectivo.

Una vez conocida el área, se deberán considerar uno o dos niveles, según convenga, para el almacenamiento de partes. Se formarán por medio de baterías de estantes en las que los módulos base serán de 0.92 x 0.46 m y de 0.92 x 0.305 metros.

La disposición de estas baterías deberá permitir tener circulaciones entre las mismas de 0.92 o 1.37 m de ancho y se utilizarán en los niveles superiores, dependiendo del proyecto de distribución del primer nivel.

El segundo nivel deberá tener la misma distribución de dispositivos para almacenamiento y la delimitación del entrepiso. Esto se efectuará por medio de placas ranuradas, las cuales, no sólo servirán para circular en este nivel, sino que también ayudarán para hacer rígida la estantería en general.

El nivel de este piso ranurado deberá ser 2.60 m arriba del nivel del piso terminado y en él se tendrán seis entrepaños de 0.428 m de altura, el primero de ellos colocado a una altura de 0.03 m del nivel de piso terminado.

La capacidad de carga con que deberán contar cada uno de los entrepaños, será de 200 kilogramos.

Cada una de las baterías de estantes deberá tener un respaldo a todo lo largo y alto de éstas y también deberán contar con costados en ambos extremos.

Los entrepaños, costados, respaldos y pisos ranurados se estructurarán por medio de ángulos y piezas en "T", sujetos entre sí por tuercas, rondanas y tornillos.

004.H CASETA DE PILOTAJE AUTOMATICO

004.H.01 OPERACION

Es la construcción, en los talleres de mantenimiento del Metro, donde se verificarán los programas de pilotaje automático de los trenes.

Su localización deberá ser inmediata tanto a la fosa de revisión, como a la vía de pruebas y estará dispuesta de tal forma, que desde la zona interior se puedan observar las pruebas del funcionamiento de los trenes a todo lo largo de la vía de pruebas.

004.H.01.a Zona de pupitre

El área de esta caseta dependerá de las características y dimensiones del equipo que se instalará, así como de las preparaciones que éste necesitará.

Esta caseta requerirá de un sótano y sus dimensiones estarán en función del número de ductos que salgan y entren a él, así como de sus trayectorias. El entrepiso mínimo será de 2.00 m de altura (Ver 2.02.01.008.C).

El acceso a este sótano se efectuará mediante un paso de hombre de 0.80 x 0.80 m, localizado en la losa en donde se encuentra el equipo (pupitre).

004.I CASETAS DE VIGILANCIA

004.I.01 DE OPERACION

La caseta de vigilancia es el elemento componente de los talleres, mediante el cual se controlarán las entradas y salidas del personal que trabajará aquí, ya

sea vehiculares o peatonales, o bien, de los proveedores y de los visitantes.

004.I.01.a De la zona de seguridad

Esta caseta se localizará en el límite del predio con las vialidades más importantes que circundan los talleres.

El personal de dicha caseta deberá tener la facilidad de poder verificar la identidad de las personas que accederán a los talleres, sin necesidad de abrir ninguna de las puertas.

Esta zona, donde el personal de seguridad permanecerá las 24 horas del día, deberá tener un área de 10.00 metros cuadrados.

El sanitario de esta caseta deberá contar con un WC, así como con un lavabo y sus accesorios complementarios.

CAPITULO 2.01.03.001

INTRODUCCION

Las especificaciones de diseño para las estructuras del Metro deben tomar en cuenta los métodos teóricos y prácticos más actualizados de la mecánica de suelos para ser aplicados en los tres tipos principales de suelos de la Ciudad de México, como son los suelos arcillosos compresibles de la Zona del Lago, los suelos arenosos compactos y roca en la Zona de Lomas, y una combinación de ambos en la Zona de Transición.

Las especificaciones de esta sección cubren tanto la exploración, el muestreo en campo y los ensayes de laboratorio, como el diseño de la cimentación para las diferentes soluciones del Metro y de las estructuras afines. las excavaciones, los rellenos y terraplenes, los pavimentos, los túneles y lumbreras, y la instrumentación para control del comportamiento de las obras durante su construcción y durante su vida útil.

Las fichas técnicas a las que se hará referencia en los capítulos de esta sección están contenidas en el Manual de Estudios Geotécnicos (MEG) de la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano (COVITUR)).

Para el análisis y diseño en las diferentes soluciones del Metro, se podrán aplicar los criterios descritos en el Manual antes mencionado o cualquier otro método cuya confiabilidad haya sido demostrada.

CAPITULO 2.01.03.002

EXPLORACION, MUESTREO Y PRUEBAS DE LABORATORIO

La exploración y el muestreo que se requieren para recabar la información del subsuelo necesaria para el proyecto de las obras del Metro se efectuarán conforme a lo especificado en este capítulo.

002.A RECOPILACION DE LA INFORMACION DISPONIBLE

Deberá recopilarse, analizarse y sintetizarse toda la información geológica y geotécnica existente a lo largo de la línea del Metro en estudio o de predios y zonas cercanas, que se encuentre disponible en organismos públicos y empresas privadas. La información que se reúna deberá presentarse en secciones y perfiles estratigráficos que permitan identificar de manera preliminar las condiciones del subsuelo que prevalezcan en el sitio de proyecto.

002.B RECONOCIMIENTO DEL SITIO

El reconocimiento geológico superficial (ficha FEG-01) del sitio para obtener información preliminar deberá hacerse por uno o varios especialistas en geotecnia. Este reconocimiento, que se realizará casi siempre en zonas urbanas, consistirá, siempre que sea posible, de un recorrido de campo, recolectando muestras y realizando observaciones en cortes, afloramientos y pozos existentes; asimismo, se efectuará fotointerpretación, si se cuenta con fotografías aéreas de la zona correspondientes a distintas épocas. Además, se tomará nota del comportamiento de las estructuras construidas en la cercanía al sitio en estudio y en caso de encontrarlas dañadas se levantará un acta notarial.

OO2.C EXPLORACION DEL SUBSUELO

Con base en el reconocimiento geológico superficial del sitio y en la revisión de la información existente, se elaborará un programa de exploración del subsuelo aplicando métodos tanto indirectos como directos. Este programa de exploración permitirá complementar la información preliminar y conocer con detalle las propiedades índice y mecánicas de los materiales que constituyen el subsuelo, a partir de pruebas de laboratorio realizadas en las muestras recuperadas.

002.C.01 METODOS INDIRECTOS

A fin de obtener la variación de las características físicas de los diferentes estratos del subsuelo y detectar cavernas u oquedades naturales o artificiales, se deberá aplicar cuando menos uno de los métodos indirectos siguientes:

Los métodos de prospección geofísica, principalmente el de refracción sísmica (ficha FEG-02) y el de resistividad eléctrica (ficha FEG-03), pueden emplearse para deducir las profundidades y espesores de las diferentes capas del subsuelo, tipo de los materiales y posición del nivel freático, así como localizar cavernas o cualquier otro tipo de oquedades subterráneas. La aplicación de estos métodos se debe planear con base en los resultados de la recopilación de la información y del reconocimiento de campo.

002.C.02 METODOS SEMIDIRECTOS

002.C.02.a Sondeos de cono eléctrico o mecánico

El penetrómetro eléctrico de cono (ficha FEG-05) debe utilizarse antes de efectuar la exploración definitiva para definir los cambios de compacidad o consistencia y para programar muestreos selectivos en lugares en los que se alternan suelos blandos y resistentes como los de las Zonas del Lago y de Transición de la Ciudad de México. En suelos de alta resistencia que exceda la capacidad del cono eléctrico, como los de la Zona de Lomas, puede utilizarse el cono mecánico (ficha FEG-06).

El número de sondeos de cono eléctrico o mecánico y la profundidad requerida de exploración preliminar mínima para las diferentes soluciones del Metro (ficha FDG-01), de acuerdo con la zonificación estratigráfica de la Ciudad de México, se indican en la tabla 002-1.

002.C.02.b Sondeos ciegos

Cuando el propósito de una exploración sea exclusivamente la detección de cavernas (ficha FEG-09), se deberán realizar sondeos de avance rápido con broca tricónica, de aletas o escalonada (fichasFEG-08 y FEG-10) denominados sondeos ciegos (sin muestreo). Estos sondeos se emplearán preferentemente después del reconocimiento del sitio y de la aplicación de los métodos geofísicos; su uso será frecuente en la Zona de Lomas.

Tabla 002-1. Requisitos mínimos para la exploración preliminar con sondeos de cono o de penetración estándar

Zona estratigráfica	Concepto	Soluciones para el Metro			
		Superficial	En cajón subterráneo	En viaducto elevado	En túnel
Lago	Número de sondeos[1]	1 en estación	1 en tramo 1 en estación	3 en tramo 1 en estación	2 en tramo 1 en estación
	Profundidad	35 m o hasta la primera capa dura	35 m o hasta la primera capa dura	3 m dentro de los depósitos profundos	4 veces el diámetro del túnel de tramo
Transición	Número de sondeos[1]	1 en estación	2 en tramo 1 en estación	4 en tramo 1 en estación	3 en tramo 1 en estación
	Profundidad	Hasta pasar los estratos compresibles o 15 m	Hasta pasar los estratos compresibles o 25 m	5 m dentro de los depósitos profundos	4 veces el diámetro del túnel de tramo
Lomas	Número de sondeos[1]	Reconocimiento geológico superficial	1 en suelos y reconocimiento geológico superficial	2 en suelos y reconocimiento geológico superficial	2 en suelos y reconocimiento geológico superficial
	Profundidad	---	15 m	25 m	4 veces el diámetro del túnel de tramo

1 Para la localización de estos sondeos, deberá verificarse la presencia de antiguos cauces de canales, estructuras importantes próximas al Metro y cruces con otras líneas del Metro o vialidades, y en caso de justificarse, se podrán efectuar sondeos adicionales en número, profundidad y ubicación que el proyectista juzgue necesario.

A partir de los resultados obtenidos por los métodos indirectos y semidirectos debe formularse el plan y programa de los sondeos de exploración geotécnica directa.

002.C.03 METODOS DIRECTOS

Los métodos de exploración directa (ficha FEG-08) empleados en las obras del Metro para fines de muestreo y reconocimiento del subsuelo deberán ajustarse a las indicaciones descritas en el MEG.

002.C.03.a Pozos a cielo abierto

Para la observación directa de la estratigrafía, discontinuidades (fallas, fracturas, etc.), y posibles cavernas u otros tipos de cavidades, de preferencia arriba del nivel freático, y para la obtención de muestras alteradas e inalteradas, se deben excavar pozos a cielo abierto (ficha FEG-04). Las condiciones del subsuelo observadas durante la excavación tanto en las paredes como en el piso del pozo terminado deben anotarse en un registro de campo, incluyendo la identificación y clasificación preliminar de los materiales encontrados, e indicando gráficamente la profundidad de las muestras. Asimismo, se deberán anotar los valores de la resistencia al corte determinadas mediante el torcómetro (ficha FAG-08) o el penetrómetro de bolsillo, en las paredes y fondo del pozo. Deberá cuidarse de eliminar la capa de suelo superficial intemperizada antes de obtener las muestras ya sean alteradas o inalteradas.

002.C.03.b Sondeo de penetración estándar

La penetración estándar (ficha FEG-07) se empleará sola o combinada con el muestreo inalterado en los suelos arcillosos blandos o poco resistentes y en los arenosos compactos, donde sea útil el doble propósito de este método que es el muestreo alterado o representativo y la medida indirecta de la resistencia al corte del suelo en función del número de golpes aplicado para hincar el penetrómetro. Deberá evitarse su uso en suelos con gravas o boleos que impiden el muestreo y alteran los resultados del sondeo.

El número y la profundidad de los sondeos de pe-

netración estándar, en la etapa preliminar, dependerán de la solución del Metro y de las condiciones del subsuelo que prevalezcan en el sitio de emplazamiento, pero no deberán ser menores que lo indicado en la tabla 002-I. Cuando se verifique la presencia de antiguos cauces de canales, estructuras importantes próximas al Metro (edificios, silos, puentes, colectores, etc.) y cruces con otras líneas del Metro o vialidades, se deberá ejecutar un sondeo adicional en el lugar y con la profundidad que el proyectista juzgue necesaria.

002.C.03.c Sondeo de muestreo inalterado

El muestreo inalterado se realizará principalmente en suelos blandos en los que resulta de especial importancia el conocimiento preciso de algunas de sus propiedades mecánicas como son su deformabilidad bajo cargas a corto y largo plazo, y su resistencia al corte.

En suelos cohesivos blandos a firmes se utilizará el tubo de pared delgada o tubo Shelby de 10 cm de diámetro mínimo (ficha FAG-01); en suelos firmes y semiduros se puede emplear una variante del mismo muestreador que cuenta con una arista dentada en su extremo inferior y que se hinca a rotación y presión (ficha FAG-02); en suelos granulares cementados como arenas y limos cementados con pocas gravas y arcillas duras localizadas abajo del nivel freático se utilizará el barril Denison (ficha FAG-03).

En suelos secos la perforación debe efectuarse sin utilizar agua ni lodo bentonítico como fluido de perforación, para evitar que las muestras sufran cambios en sus propiedades mecánicas debido a la humedad que se puede inducir en éstas.

Con base en la exploración preliminar, se definirá el programa de muestreo selectivo cuyos requisitos mínimos para las diferentes soluciones de Metro, considerando la zonificación del subsuelo de la Ciudad de México, se indican en las tablas 002-2, 002-3 y 002-4.

002.C.03.d Interferencia con instalaciones municipales y restos arqueológicos

Se deberá recabar de las autoridades correspondientes, información sobre tuberías de agua potable, colectores, ductos eléctricos, etc., a fin de prevenir en lo posible su interferencia con la exploración mediante sondeos de cualquier tipo, pozos, trincheras y socavones. En caso de que en la realización de un sondeo o pozo de exploración se descubran vestigios arqueológicos se comunicará de inmediato a las autoridades del ramo para efectuar su rescate.

002.C.03.e Sellado de barrenos

Al terminar la exploración en cada sondeo o pozo,

Tabla 002-2. Requisitos mínimos para el muestreo en la Zona de Lago, considerando las diferentes soluciones del Metro

Zona estratigráfica	Concepto	Soluciones para el Metro			
		Superficial	En cajón subterráneo	En viaducto elevado	En túnel
L A G O	Número de sondeos[1]	3 PCA por tramo 1 sondeo en estación	1 por tramo 1 en estación	3 por tramo 1 en estación	2 por tramo 1 en estación
	Profundidad	2 m en tramo 35 m en estación o hasta la primera capa dura	En tramo hasta 2 m dentro de la primera capa dura. En estación hasta los depósitos profundos	3 m dentro de los depósitos profundos	1/2 diámetro abajo del desplante del túnel
	Tipo de muestreo	Selectivo inalterado	Selectivo inalterado	Selectivo inalterado	Selectivo inalterado
	Muestras cúbicas	3 por pozo	- - - -	- - - - -	3 por lumbrera, localizadas en los estratos representativos, si el proceso constructivo lo permite

1 Para la localización de estos sondeos, deberá verificarse la presencia de antiguos cauces de canales, estructuras importantes próximas al Metro y cruces con otras líneas del Metro o vialidades y en caso de justificarse, se podrán efectuar sondeos adicionales en número, profundidad y ubicación que el proyectista juzgue necesario.

PCA Pozo a cielo abierto

deberán sellarse las perforaciones especialmente aquéllas localizadas sobre el eje de túnel con el fin de evitar filtraciones provocadas por la conexión del túnel con algún manto freático o bien para evitar la pérdida de presión en el frente presurizado del túnel, en caso de ser utilizado este procedimiento.

002.D PROPIEDADES DE LOS SUELOS

Para conocer las propiedades de los suelos es necesario realizar pruebas de laboratorio o mediciones directas de campo.

002.D.01 PRUEBAS DE LABORATORIO

En las muestras representativas alteradas e inalteradas, se deberán realizar pruebas de laboratorio para identificar y clasificar los suelos y para definir las propiedades índice y mecánicas de los mismos. Para determinar estas propiedades, se deberán seguir los procedimientos especificados en el MEG.

002.D.01.a Identificación y clasificación de los suelos

Después de realizadas las primeras etapas de exploración y muestreo, las muestras de suelo se enviarán al laboratorio debidamente protegidas contra pérdida del contenido natural de agua, para su identificación y clasificación (ficha FAG-04). La clasificación de los suelos en el laboratorio deberá efectuarse en húmedo y en seco, de acuerdo con el criterio del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

002.D.01.b Propiedades índice de los suelos

Una vez que se han identificado y clasificado las diferentes capas de suelos exploradas en un sondeo o pozo a cielo abierto, se procederá a determinar las propiedades índice de cada tipo de suelo, tales como: el contenido natural de agua (ficha FAG-05), la densidad de sólidos, la granulometría, los límites de consistencia (líquido y plástico, fichas FAG-06 y 07, respectivamente) y el peso volumétrico húmedo y se-

Tabla 002-3. Requisitos mínimos para el muestreo en la Zona de Transición, considerando las diferentes soluciones del Metro

Zona estratigráfica	Concepto	Soluciones para el Metro			
		Superficial	En cajón subterráneo	En viaducto elevado	En túnel
TRANSICION	Número de sondeos[1]	3 PCA por tramo 1 sondeo en estación	2 por tramo 1 en estación	4 por tramo 1 en estación	4 por tramo 1 en estación
	Profundidad	2 m en tramo En estación hasta pasar los estratos compresibles	Hasta pasar los estratos compresibles	5 m dentro de los depósitos profundos	Un diámetro del túnel abajo del nivel de desplante
	Tipo de muestreo	En estación, selectivo inalterado	Selectivo inalterado	Selectivo inalterado	Selectivo inalterado
	Muestras cúbicas	En tramo 2 en cada PCA	-----	----	4 por lumbrera, localizadas en los estratos representativos, si el proceso constructivo lo permite. En el frente de avance, a cada 250 m en tramo y en estación a cada 50 m, en los estratos representativos

[1] Para la localización de estos sondeos, deberá verificarse la presencia de antiguos cauces de canales, estructuras importantes próximas al Metro y cruces con otras líneas del Metro o vialidades, y en caso de justificarse, se podrán efectuar sondeos adicionales en número, profundidad y ubicación que el proyectista juzgue necesario

PCA Pozo a cielo abierto

Tabla 002-4. Requisitos mínimos para el muestreo en la Zona de Lomas, considerando las diferentes soluciones del Metro

Zona estratigráfica	Concepto	Soluciones para el Metro			
		Superficial	En cajón subterráneo	En viaducto elevado	En túnel
LOMAS	Número de sondeos[1]	1 en estación	1 por tramo 1 en estación	1 por tramo 1 en estación	3 por tramo 1 en estación
	Profundidad	15 m en estación	15 m en tramo 20 m en estación	. 15 m	1/2 diámetro abajo del desplante del túnel
	Tipo de muestreo	Selectivo inalterado	Selectivo inalterado	Selectivo inalterado	Selectivo inalterado
	Muestras cúbicas	----	----	----	4 por lumbrera, localizadas en los estratos representativos, si el proceso constructivo lo permite. En el frente de avance, a cada 350 m en tramo y en estación a cada 50 m en los estratos representativos

1 Para la localización de estos sondeos, deberá verificarse la presencia de antiguos cauces de canales, estructuras importantes próximas al Metro y cruces con otras líneas del Metro y vialidades, y en caso de justificarse, se podrán efectuar sondeos adicionales en número, profundidad y ubicación que el proyectista juzgue necesario.

co. Nunca se hará menos de una determinación de las propiedades índice por cada 0.25 m de las muestras extraídas con el sondeo.

002.D.01.c Propiedades mecánicas de los suelos

Estas propiedades, obtenidas de las pruebas estándar de laboratorio en muestras inalteradas de suelo, son: la compresibilidad (fichas FAG-11 y 12), la permeabilidad y la resistencia al esfuerzo cortante (fichas FAG-08, 09 y 10). La determinación de las propiedades mecánicas se realizará en cada estrato identificable que pueda afectar la estabilidad de la construcción. No se hará menos de una determinación de las propiedades mecánicas por cada 4 m de sondeo, excepto la prueba con el torcómetro, de la que deberán realizarse dos determinaciones de la resistencia al corte en la cara inferior recién cortada de cada tramo de 0.25 m de tubo Shelby y cuyos valores no deberán diferir entre sí más de 10 por ciento. Para efectuar el análisis preliminar de las soluciones factibles del Metro, se podrán estimar las propiedades mecánicas a partir de correlaciones con las propiedades índice de suelos semejantes.

002.D.02 DETERMINACION "IN SITU" DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS

Cuando no se puedan obtener muestras inalteradas de suelos se considerará la alternativa de efectuar ensayes "in situ" para la medición de sus propiedades. Estas propiedades son: resistencia determinada mediante la prueba de veleta de torsión y/o torcómetro (ficha FAG-08); deformabilidad definida con la prueba de placa; peso volumétrico, empleando calas de arena o bolsa de hule; y permeabilidad de campo.

002.E REPRESENTACION DE LOS RESULTADOS DE LA EXPLORACION Y MUESTREO

Los resultados de la exploración del subsuelo se presentarán en registros, que deberán contener la siguiente información:

002.E.01 CROQUIS DE LOCALIZACION

De cada uno de los sondeos que se ejecuten, se hará un croquis de localización, donde se señalarán sus coordenadas con respecto a puntos fijos, indicando las calles aledañas, la fecha de ejecución, y la nomenclatura con la que se ha identificado previamente la línea del Metro a la cual pertenece.

Cuando se efectúe sobre el eje de trazo del Metro o muy cerca de él, se anotará el cadenamiento que le corresponda, según su ubicación.

002.E.02 REGISTROS DE CAMPO

Con base en los lineamientos del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), se hará una clasificación de campo de cada una de las muestras extraídas, anotando entre otros datos, el número que le corresponde a cada muestra, su profundidad, el tipo de herramienta utilizada para el muestreo, con su respectiva presión de hincado y/o velocidad de rotación normal, la longitud de perforación, la recuperación de la muestra expresada en metros y en porcentaje de la longitud perforada y, el color y tipo de material de que se trate; asimismo, se anotará en es-

te registro, la posición del nivel freático observado, la fecha de ejecución y todas aquellas observaciones pertinentes.

002.E.03 REGISTROS DE LABORATORIO

En los registros de laboratorio se deberá presentar información obtenida mediante la clasificación visual y al tacto. Esta información consistirá, como mínimo, de una clasificación por cada 0.25 m de las muestras de suelo extraídas en el sondeo, aplicando los criterios del SUCS.

En estos registros se anotarán todos los datos referentes a cada uno de los estratos por clasificar, tales como el número de muestra, su elevación, su contenido de agua natural expresado en porcentaje, y en su caso el contenido natural de arena y de grava; asimismo, y con base en una escala que incluya los números 0, 1 y 2, se expresará su plasticidad, su resistencia en estado seco, la movilidad del agua en el material y su adherencia a la piel, según la reacción que el material presente al aplicarle la prueba correspondiente, usando el "0" para expresar una reacción comprendida de nula a baja, el "1" para media a alta y el "2" para muy alta.

También se harán anotaciones referentes a su color y a los valores de la resistencia al corte obtenidos con torcómetro en la superficie recién cortada de la muestra.

002.E.04 PERFIL ESTRATIGRAFICO

Finalmente, con base en la información de los registros de campo y de laboratorio, se elaborará un perfil estratigráfico de cada uno de los sondeos mostrando en él, las fronteras de los diferentes estratos que constituyen el subsuelo, identificándolos por medio de la simbología señalada en la ficha FAG-13. Además, deberá graficarse en este perfil la resistencia a la penetración estándar, el contenido de agua natural y la resistencia al esfuerzo cortante obtenida con torcómetro. También se anotará la fecha de ejecución del sondeo, el tipo de herramienta utilizada en la extracción de cada muestra, la elevación del brocal del sondeo y la profundidad del nivel de aguas freáticas. En este mismo perfil se podrán presentar los resultados de mediciones piezométricas.

La información antes descrita se presentará en un registro en el que se muestran los resultados ya mencionados, en función de la profundidad.

002.F PRESENTACION DE RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO

Después de realizar las pruebas de laboratorio en muestras alteradas e inalteradas, ingenieros especialistas en geotecnia deberán efectuar la interpretación de los resultados obtenidos en dichas pruebas, los cuales se presentarán en una memoria que contenga las tablas y gráficas de los resultados de todas las pruebas. Las gráficas deberán incluir todos los puntos obtenidos en el ensaye de la muestra y estar unidos mediante curvas suaves.

CAPITULO 2.01.03.003

CIMENTACIONES

El proyecto de la cimentación de cada una de las soluciones para emplazamiento del Metro y de las edificaciones afines debe cumplir con las normas siguientes:

003.A SOLUCION SUPERFICIAL

La cimentación del Metro para la solución superficial puede ser proyectada como un cajón somero de sección canal formado por una losa de fondo de concreto reforzado y dos muros laterales de contención.

La profundidad de desplante debe determinarse de acuerdo con la compensación de las cargas y con los aspectos arquitectónicos.

003.A.01 CAPACIDAD DE CARGA

El cajón somero para la solución superficial queda generalmente sobrecompensado, por lo que no es necesario revisar la cimentación por capacidad de carga. En el caso de resultar parcialmente compensado, se deberá revisar la capacidad de carga de acuerdo con la parte 1, inciso 3.1.1 de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (RCDF).

003.A.02 MOVIMIENTOS VERTICALES

Los movimientos verticales inmediatos debidos a la respuesta elástica del suelo o a largo plazo provocados por la sobrecompensación final de la estructura, estimados para esta solución, deben ser tolerables a corto y a largo plazo, para no causar daños excesivos a la estructura del Metro o a las instalaciones o construcciones vecinas.

003.A.02.a Movimientos a corto plazo

La magnitud de las expansiones inmediatas por descarga durante la excavación puede estimarse empleando la teoría de la elasticidad (ficha FDG-08), utilizando los valores de los parámetros de respuesta elástica del terreno obtenidos de pruebas de laboratorio o de campo, y el estado de esfuerzos iniciales en la masa de suelo.

003.A.02.b Movimientos a largo plazo

El análisis de las expansiones diferidas por la sobrecompensación final de la estructura en suelos finos compresibles, deberá constar de tres partes:

1. Obtención del estado de esfuerzos iniciales en la masa de suelo.

2. Cálculo de la distribución de los decrementos de esfuerzos verticales inducidos por la sobrecompensación final de la cimentación.

3. Cálculo de las expansiones provocadas por la sobrecompensación final de la cimentación.

Para valuar los esfuerzos efectivos iniciales es necesario conocer la distribución de presiones hidráulicas en la masa de suelo y contar con los resultados de pruebas de consolidación unidimensional realizadas en el laboratorio con muestras inalteradas del suelo, para determinar la carga de preconsolidación.

El cálculo de los decrementos de esfuerzos verticales en la masa de suelo originados por el valor de la sobrecompensación final de la cimentación, se determinará mediante métodos que sean aplicables a las condiciones del subsuelo en el sitio de proyecto y cuya confiabilidad haya sido probada.

El valor de la sobrecompensación final de la estructura no deberá ser mayor de 1.5 t/m^2 en la Zona del Lago, a menos, que se demuestre que las expansiones a largo plazo sean menores o iguales a 20 cm y que no afectarán a la estructura del Metro, estructuras vecinas o a instalaciones municipales. En el caso de la Zona de Transición, donde los espesores de suelos blandos no son tan importantes, puede ser hasta de 2.5 t/m^2. En la Zona de Lomas el valor de la sobrecompensación carece de importancia.

Cuando el proyectista considere necesario disminuir la sobrecompensación del cajón, podrá utilizarse como lastre suelo-cemento, concreto simple o ciclópeo o cualquier otro material que sirva para dar peso.

Las expansiones diferidas en los suelos arcillosos de las Zonas del Lago y de Transición, pueden calcularse a partir de las curvas de compresibilidad unidimensional (utilizando la rama de descarga) determinada mediante pruebas de laboratorio con muestras inalteradas (ficha FDG-08).

003.B SOLUCION EN CAJON SUBTERRANEO

En esta solución la estructura principal del Metro está constituida por un cajón de concreto armado de sección rectangular. En zonas de arcilla compresible, el cajón puede ser construido mediante muros tablestaca armados y colados en sitio o precolados, para alojar al cajón (ficha FDG-01). Sus dimensiones horizontales y verticales quedan determinadas por las características geométricas del equipo rodante y el desplante estará gobernado por los factores de seguridad de la estabilidad de la excavación, por la presencia de instalaciones municipales y por la sobrecompensación máxima permisible, ya que el cajón resulta generalmente sobrecompensado.

003.B.01 CAPACIDAD DE CARGA

La revisión de la capacidad de carga en esta solu-

ción es innecesaria debido a que el peso de la estructura del cajón más el de la plantilla, balasto y relleno, es generalmente menor o igual al peso del material excavado, por lo cual la cimentación resulta sobrecompensada o compensada.

003.B.02 FLOTACION

Para la condición a largo plazo de la solución subterránea en cajón, se verificará que las fuerzas de subpresión no generen la flotación del cajón para los niveles máximos de agua freática previstos durante o después de la construcción (ficha FDG-7). Para impedir la flotación de la estructura del cajón al estar sumergida abajo del nivel freático, se deberá considerar un factor de seguridad mínimo de 1.3.

003.B.03 MOVIMIENTOS VERTICALES

En el caso de la solución en cajón subterráneo, principalmente en suelos arcillosos, se tomarán en cuenta, los asentamientos por consolidación debido al bombeo previo a la excavación, las expansiones inmediatas durante la excavación y la recuperación de las mismas al aplicar la carga de la estructura así como las diferidas (ficha FDG-08).

003.B.03.a Movimientos a corto plazo

Los movimientos inmediatos producidos por la construcción del Metro en cajón subterráneo, son predominantemente de expansión debido a la descarga inducida por la excavación y deben estimarse de acuerdo con lo indicado en el párrafo A.02.a de este capítulo y con la ficha técnica FDG-08.

A fin de mantener las expansiones inmediatas dentro de lo señalado en estas normas, deberá tomarse en cuenta la conveniencia de ejecutar la excavación del cajón por etapas y recurrir en caso necesario al bombeo para incrementar los esfuerzos efectivos durante la excavación, cuando ésta se efectúe por debajo del nivel freático. Además, con objeto de evitar que las expansiones debidas a la excavación se incrementen en forma importante, se deberá limitar tanto como sea posible, el tiempo que la excavación permanezca sin su sobrecarga final.

003.B.03.b Movimientos a largo plazo

La sobrecompensación final del cajón del Metro tiende a producir en éste, movimientos de emersión (ficha FDG-08), principalmente en suelos arcillosos como los de la Zona del Lago. La magnitud de estos movimientos deberá cumplir con lo expuesto en el párrafo A.02.b de este capítulo, tomando en cuenta además el efecto de la consolidación regional.

003.C SOLUCION EN VIADUCTO ELEVADO

La cimentación para la solución en viaducto elevado del Metro en terrenos constituidos por espesores grandes de arcillas blandas como en la Zona del Lago, puede proyectarse con zapatas macizas o cajones huecos de concreto reforzado apoyadas sobre pilotes. En terrenos donde predominan suelos compactos o roca basáltica como en la Zona de Lomas, las zapatas posiblemente no requieran apoyarse sobre pilotes o pilas.

003.C.01 CAPACIDAD DE CARGA

La cimentación a base de zapatas piloteadas para la solución en viaducto elevado del Metro deberá tener una capacidad de carga tal que garantice la estabilidad de la estructura tanto ante cargas verticales como horizontales permanentes y accidentales. La revisión de la capacidad de carga se hará de acuerdo con lo previsto en la parte 1, inciso 3.3.1 de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones del RCDF.

003.C.01.a Construcción de pilotes y pilas

Para la construcción de pilotes y pilas, se deberán cumplir los requisitos establecidos en los capítulos 3.01.01.006 y 3.01.01.007 del Libro 3 de estas Especificaciones.

003.C.01.b Pruebas de carga en pilotes

Para confirmar la capacidad de carga de los pilotes de la cimentación en la solución elevada y poder observar su comportamiento ante las solicitaciones de las cargas de diseño, se deberán efectuar pruebas de carga estática en pilotes individuales ubicados en los sitios que indique el proyecto. Para llevar a cabo la prueba de carga deberán cumplirse los requisitos señalados en la parte 1, inciso 3.3.4 de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones del RCDF.

003.C.02 MOVIMIENTOS VERTICALES

Los movimientos verticales en la cimentación de la solución en viaducto elevado susceptibles de presentarse, son principalmente los asentamientos inmediatos al aplicar la carga y los asentamientos diferidos bajo acciones permanentes de larga duración.

003.C.02.a Movimientos a corto plazo

La solución elevada involucra movimientos inmediatos poco importantes debido a que no requiere de excavaciones considerables para alojar las zapatas o cajones huecos. Sin embargo, en caso de verificarse se hará conforme a lo indicado en 003.A.02.a.

En el caso de pilotes de adherencia, los asentamientos inmediatos son generalmente despreciables respecto a los movimientos diferidos. Para el caso de cimentaciones sobre pilas o pilotes apoyados en estratos resistentes, deberá cumplirse lo señalado en la parte 2, ejemplo 3, inciso 3.3 de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones del RCDF, previa determinación del módulo de elasticidad del suelo y del pilote o pila.

003.C.02.b Movimientos a largo plazo

Deberá verificarse que los asentamientos diferidos, debidos a la consolidación de estratos arcillosos que reciben las cargas que transmiten los pilotes o pilas, no produzcan deformaciones que afecten el funcionamiento de la estructura del Metro o de las instalaciones o edificaciones cercanas.

Los asentamientos diferidos se estimarán en forma semejante a las expansiones, a partir de los tramos de recompresión de la curva odométrica. La distribución de esfuerzos a considerar deberá ser la indicada en la parte 2, ejemplo 4, inciso 3.2 de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones del RCDF.

Cuando el subsuelo se encuentre sometido a consoli-

dación regional, deberá tomarse en cuenta la interacción entre este fenómeno y el proceso de consolidación local de la cimentación.

La magnitud de los esfuerzos efectivos finales, inducidos por la cimentación utilizada, en ningún caso deberá exceder para cada uno de los estratos analizados, el valor de la carga de preconsolidación de los mismos a fin de evitar hundimientos excesivos.

El hundimiento diferencial entre dos apoyos consecutivos no deberá ser mayor de 4 centímetros

En el diseño de la cimentación del viaducto elevado, se deberán prever las preparaciones necesarias para corregir cualquier comportamiento no previsto en la estructura.

003.D SOLUCION EN TUNEL

Para estimar los movimientos verticales provocados por la construcción de túneles, deberá consultarse lo señalado en 2.01.03.006 de estas Especificaciones.

003.E ESTRUCTURAS AFINES

Las estructuras afines al Metro son: edificios para oficinas o de acceso al Metro; puestos de rectificación; subestaciones eléctricas; pasarelas elevadas; naves de depósito; naves de pequeña y gran revisión; puentes peatonales; etc. Son estructuras comúnmente livianas, cuya cimentación puede ser resuelta mediante zapatas aisladas o continuas, o mediante losas de cimentación que pueden estar, en ocasiones, apoyadas sobre pilotes, dependiendo del tipo de suelo, de la magnitud de las cargas que serán transmitidas y de la magnitud de los movimientos tolerables por las estructuras e instalaciones cercanas.

003.E.01 CAPACIDAD DE CARGA

Este requisito deberá consultarse íntegramente en la parte 1, incisos 3.1.1 y 3.3.1, de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones del RCDF para el caso de cimentaciones someras y profundas, respectivamente.

003.E.02 MOVIMIENTOS VERTICALES

La estimación de estos movimientos deberá efectuarse conforme a lo señalado en la parte 1, incisos 3.1.2 y 3.3.2 de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones del RCDF.

CAPITULO 2.01.03.004

EXCAVACIONES

Para la cimentación y adecuado desplante de las obras y estructuras del Metro se realizarán excavaciones cuyo proyecto y ejecución debe cumplir con las especificaciones de este capítulo.

004.A TALUDES

En todo talud que se produzca al efectuar una excavación, independientemente del tipo de terreno, debe revisarse su estabilidad de tal manera que su inclinación y altura resulten estables, empleando métodos de análisis aprobados y revisados por un especialista en geotecnia, afectando el momento de las fuerzas resistentes de un factor de resistencia, definido de acuerdo con el artículo 270 "Excavaciones" del RCDF. Los métodos de análisis empleados (ficha FDG-06) tomarán en cuenta la geometría del talud, las grietas de tensión que se forman paralelas al hombro del talud, los niveles de agua subterránea y presiones hidráulicas, la resistencia al corte, y el peso volumétrico de cada uno de los materiales involucrados, así como las cargas estáticas y dinámicas que actuarán sobre la corona del talud durante su vida útil.

En taludes definitivos deberán considerarse todas las cargas estáticas y dinámicas posibles en la revisión de la estabilidad. Los factores de resistencia considerados en los análisis deberán ser compatibles con la vida útil del talud o con la duración de la etapa constructiva en la que un talud temporal estará sin soporte.

En el caso de efectuar excavaciones abajo del nivel freático y los taludes no sean estables, se podrá recurrir a los sistemas de bombeo indicados en 2.01.03.004.D, a fin de controlar las fuerzas de filtración para incrementar la estabilidad de los taludes y/o efectuar "bermas" en la corona del talud.

004.B ESTRUCTURAS DE CONTENCION

En ocasiones, el proyecto de las obras del Metro se localiza en zonas en donde no existe espacio disponible para ejecutar la excavación mediante taludes con una inclinación estable; en estos casos se debe recurrir al uso de estructuras de contención.

Las estructuras de contención se proyectarán de acuerdo a las especificaciones que se enuncian a continuación:

En excavaciones someras como las necesarias para la solución superficial, los muretes de contención deberán diseñarse considerando un empuje del terreno a largo plazo (ficha FDG-03). Las mínimas presiones a considerar serán las correspondientes al empuje de suelo en reposo y cuando el nivel de agua sea superficial se añadirá la distribución de presiones hidrostáticas, más las atribuibles a cargas móviles y sobrecargas.

Los muros denominados Milán, comúnmente empleados como estructura de contención en la solución subterránea en cajón, deben diseñarse para mantener la excavación estable mediante un sistema de apuntalamiento que soporte el empuje del suelo durante la etapa de excavación. De acuerdo con la secuencia de excavación y colocación de los puntales, en el muro Milán se generan deformaciones que dependen de la rigidez de la estructura de contención y de la rigidez del suelo es decir, de la interacción suelo-estructura. Bajo estas condiciones de deformación, la magnitud y distribución del empuje en este tipo de estructuras, se debe estimar con base en mediciones efectuadas durante la construcción de obras reales, o utilizar diagramas de presiones aparentes cuya confiabilidad haya sido probada (ficha FDG-03). Durante la instalación de los puntales en los muros Milán se deberá aplicar una precarga, con objeto de reducir los desplazamientos horizontales del muro o disminuir el riesgo de apertura de grietas paralelas a la excavación.

Para el caso de excavaciones con estructura de contención rígida, se debe revisar que el muro no gire hacia adentro de la excavación por falta de empotramiento (falla por "pateo"), tomando en cuenta que la parte inferior del muro conocida como "pata", genera un empuje pasivo entre el nivel de máxima excavación y el desplante de dicho muro (ficha FDG-04). El empuje considerado en este caso, será por lo menos el debido al suelo.

Para la condición a largo plazo, los muros de contención de la solución subterránea en cajón, se deben diseñar tomando en cuenta que estos muros no pueden girar y dar lugar a empujes activos; por lo tanto, las mínimas presiones que deben considerarse serán las correspondientes al empuje de suelo en estado de reposo, y en su caso, el del agua más el debido a estructuras colindantes y sobrecargas.

004.C ESTABILIDAD DEL FONDO DE LAS EXCAVACIONES

En el análisis de la estabilidad del fondo de las excavaciones temporales, deberán revisarse las fallas siguientes:

004.C.01 FALLA DE FONDO

Las excavaciones ademadas y apuntaladas en arcillas deberán revisarse para evitar el riesgo de la falla general de fondo por cortante (ficha FDG-04), que se manifiesta por el levantamiento repentino del fondo y por el asentamiento del terreno circundante. La revisión contra la falla general de fondo podrá efectuarse según se indica en la ficha FDG-05 y el factor de seguridad mínimo aceptable será de 1.5.

004.C.02 FALLA POR SUBPRESION

Cuando exista un estrato de material permeable confinado por arcilla bajo el fondo de la excavación,

deberá revisarse la falla por efecto de la subpresión ejercida en dicho estrato (ficha FDG-05), cuyo factor de seguridad no será menor de 1.3.

004.D ABATIMIENTO DEL NIVEL FREATICO

El abatimiento del nivel freático en las soluciones del Metro, podrá utilizarse cuando se efectúen excavaciones dentro del nivel freático y se considere necesario reducir las fuerzas de filtración para mejorar las condiciones de estabilidad de los taludes y del fondo de la excavación. Sólo cuando esté plenamente justificado, se podrá recurrir al empleo de pozos de alivio o a bombeo de gravedad, de acuerdo a la ficha FDG-09.

En el caso de tratar con suelos blandos de baja permeabilidad y se requiera lograr un abatimiento rápido de las presiones hidrostáticas, podrá combinarse el bombeo de gravedad con la aplicación de la electrósmosis para acelerar el flujo de agua (ficha FDG-10).

El abatimiento del nivel freático podrá realizarse con el propósito de crear en el área de excavación una sobrecarga local para reducir la magnitud de las expansiones del fondo producidas por la descarga del suelo, evitar la falla de fondo o eliminar la subpresión y excavar en seco.

El tiempo de bombeo y la profundidad del nivel de succión deberán fijarse de acuerdo con el criterio del proyectista, tomando las precauciones necesarias para que el efecto del abatimiento quede prácticamente circunscrito al área de trabajo y evitar, en lo posible movimientos excesivos por consolidación en las zonas aledañas.

A fin de observar el comportamiento del terreno durante el bombeo y abatimiento del nivel freático, es conveniente instrumentar el terreno circundante a la excavación de acuerdo al capítulo 2.01.03.007 de estas Especificaciones.

CAPITULO 2.01.03.005

RELLENOS Y TERRAPLENES

El proyecto de los rellenos y terraplenes para las diferentes soluciones del Metro y sus obras afines deberá cumplir con las especificaciones siguientes:

005.A EN MURETES DE CONTENCION

Los rellenos que se construirán detrás de los muretes de contención de la solución superficial, se colocarán cuando el concreto de dichos muretes tenga la resistencia necesaria para soportar el empuje propio del suelo más el efecto del equipo de compactación considerado en el diseño.

El material que se utilizará para rellenar el espacio comprendido entre el paño del murete y el talud, será preferentemente arenolimoso (tepetate) con finos no plásticos o cualquier otro material cuya utilización sea aprobada por el proyectista.

005.B EN MUROS LATERALES DEL CAJON

Cuando las excavaciones para alojar el cajón subterráneo se efectúen mediante taludes laterales, será necesario rellenar los espacios comprendidos entre éstos y los muros del cajón.

Para el relleno en los muros laterales del cajón se emplearán preferentemente suelos arenolimosos (tepetate) con finos no plásticos o cualquier material cuya utilización sea aprobada por el proyectista.

La compactación se ejecutará según especificaciones elaboradas al respecto y se evitará la utilización de grava controlada y de materiales muy permeables a fin de reducir las filtraciones y zonas húmedas sobre el muro del cajón.

005.C SOBRE LA LOSA SUPERIOR DEL CAJON

En la solución subterránea en cajón, el relleno deberá colocarse cuando la losa superior tenga la resistencia necesaria para soportar el peso del material más el del equipo de compactación.

El material de relleno que se colocará sobre la losa superior del cajón deberá cumplir con las mismas características del material que se utilizará en el respaldo de los muros laterales del mismo, pero cuando el proyectista considere necesario colocar un relleno con un peso volumétrico mayor que el del material arenolimoso, con el fin de disminuir la sobrecompensación del cajón, se podrá utilizar suelo-cemento, concreto simple o concreto ciclópeo.

005.D EN IRREGULARIDADES TOPOGRAFICAS

La construcción de rellenos y terraplenes para la solución superficial del Metro, debido a las irregularidades topográficas existentes en zonas principalmente constituidas por roca basáltica, podrá efectuarse con material producto de los cortes de dicha roca.

En caso de utilizar la roca basáltica para rellenar o terraplenar, el tamaño máximo de los fragmentos de piedra nunca deberá ser mayor de 50 centímetros

Para efectuar la compactación de las capas de los fragmentos de roca deberá utilizarse un tractor de orugas o similar con un peso mínimo de 20 t o un equipo compactador vibratorio con peso dinámico igual a un peso estático de 12 t. Cada capa se deberá compactar con un mínimo de tres pasadas.

Previo a la construcción del relleno o terraplén, deberá retirarse la materia vegetal para verificar la presencia de cavernas o fisuras y en caso de existir, tratarlas de acuerdo al criterio del proyectista.

005.E EQUIPO DE COMPACTACION

La compactación de los rellenos podrá ejecutarse mediante equipo manual mecánico o autopropulsado, que deberá cumplir con los requisitos siguientes:

005.E.01 MANUAL MECANICO

Para la compactación del material adyacente a las estructuras en las zonas donde el equipo convencional no pueda pasar, se deberá utilizar equipo manual mecánico, como los pisones neumáticos (bailarinas) y el rodillo, siempre que se garantice el grado de compactación y el peso volumétrico "in situ" especificados para el caso particular, pero en ningún sitio se deberá emplear pisón de mano o similar.

005.E.02 AUTOPROPULSADO

El equipo autopropulsado que deberá emplearse para la compactación del relleno podrá ser el de rueda neumática o rodillo liso y equipo vibratorio. En la losa superior del cajón, la presión aplicada por este equipo no deberá ser mayor que la considerada en el diseño estructural de la losa.

005.F TENDIDO Y COMPACTACION DEL MATERIAL

El tendido del material se realizará con el equipo adecuado y necesario para garantizar una buena incorporación al material térreo del agua requerida.

El contenido de agua óptimo para la compactación deberá determinarse mediante ensayes de laboratorio y se ajustará durante el tendido de las capas de material, dependiendo del equipo de compactación a utilizar y del número de pasadas por capa.

La compactación del relleno se deberá efectuar en capas cuyo espesor compactado se definirá con base en los procedimientos constructivos correspondientes a cada tramo o zona en particular.

En cada capa deberá alcanzarse el grado de compactación y el peso volumétrico "in situ" señalados por el proyectista. El grado de compactación alcanzado deberá controlarse mediante calas volumétricas realizadas en el sitio.

Para especificación y control del grado de compactación de los materiales arenolimosos o cohesivos, se recurrirá a la prueba AASHTO Estándar T 99. En el caso de materiales compactados con equipo de alta presión, se estudiará la conveniencia de emplear la prueba AASHTO Modificada T 180 u otra prueba de impacto con alta energía de compactación.

005.G CALIDAD DE LOS MATERIALES

Los materiales utilizados en la compactación de rellenos y terraplenes deberán estar libres de troncos, ramas, raíces, materia orgánica, cascajo y otras sustancias compresibles y degradables; además deberán cumplir con los lineamientos establecidos en los capítulos 3.01.03.109 "Rellenos" y 3.01.07.224 "Terracerías" del Libro 3 de estas Especificaciones.

La calidad de los materiales para rellenos será verificada mediante ensayes de laboratorio en muestras representativas de los materiales a utilizar. La frecuencia con que se realicen estos ensayes dependerá de la homogeneidad o de la variación en la calidad de los materiales. Se requerirá, como mínimo, tres determinaciones del grado de compactación y del espesor de cada capa compactada por cada 150 m^2 o fracción del material tendido y compactado.

CAPITULO 2.01.03.006

SOLUCION EN TUNEL

El proyecto de lumbreras y túneles, independientemente de las características del terreno donde se alojará esta solución, deberá cumplir con las especificaciones siguientes:

006.A LUMBRERAS

Para efectuar las maniobras de la maquinaria requerida para perforar el túnel y extraer la rezaga durante la excavación del mismo, se deberán construir lumbreras.

Las especificaciones de proyecto de lumbreras se refieren principalmente: al diseño del soporte o revestimiento primario y definitivo; al tipo de cargas que deberá tomarse en cuenta; y a la prevención de fallas y filtraciones en el interior de la excavación.

006.A.01 TIPOS DE REVESTIMIENTO

El revestimiento de la lumbrera podrá colocarse en dos etapas diferentes; el primer revestimiento, conocido como ademe primario, se colocará simultáneamente con el proceso de excavación y el segundo revestimiento se colocará para reforzar al primero y en combinación con éste constituir el revestimiento definitivo.

006.A.01.a Revestimiento primario

Durante el proceso de excavación de las lumbreras se deberá colocar un ademe primario para mantener la estabilidad de las paredes y reducir los movimientos del terreno hacia la excavación.

El tipo de revestimiento primario a utilizar estará en función de las características estratigráficas del suelo, geometría de la lumbrera, procedimiento constructivo y presencia o no de agua, y deberá estar constituido por elementos de instalación fácil y rápida.

Para el diseño del revestimiento primario de la lumbrera deberá tomarse en cuenta lo indicado en la cláusula E.04.b, capítulo 3.01.04.134 "Construcción de lumbreras con el método convencional" del Libro 3 de estas Especificaciones.

006.A.01.b Revestimiento secundario

Para darle el acabado y protección final a la lumbrera, se deberá construir un revestimiento secundario que en combinación con el primario integrarán el revestimiento definitivo. Este revestimiento podrá construirse de concreto hidráulico reforzado y deberá ser capaz de soportar las cargas de diseño a largo plazo.

El diseño del revestimiento secundario deberá cumplir con lo descrito en el capítulo 3.01.04.141 "Revestimiento definitivo con concreto colado en sitio" del Libro 3 de estas Especificaciones.

006.A.02 CARGAS DE LUMBRERAS

Las cargas que deberán considerarse para el diseño del revestimiento primario y el secundario de la lumbrera, serán del tipo permanente, tales como el empuje del suelo y en su caso, el del agua más los debidos a estructuras colindantes o sobrecargas, y cargas vivas con intensidad instantánea como el sismo, etc. o combinadas. El empuje del terreno dependerá del procedimiento constructivo y del tipo de solución estructural a utilizar en la lumbrera.

006.A.03 ESTABILIDAD DE LA EXCAVACION

A fin de mantener la estabilidad durante la excavación de las lumbreras, deberán revisarse los factores de seguridad contra las siguientes fallas:

006.A.03.a Falla de fondo

Para la revisión de este tipo de falla deberá consultarse la clásula 2.01.03.004.C del capítulo de excavaciones, de este Libro.

006.A.03.b Falla por extrusión

En la excavación de lumbreras en arcillas blandas, deberá revisarse la posibilidad de falla por extrusión que puede presentarse en la pared de suelo descubierta antes de colocar el revestimiento primario.

La revisión de la estabilidad para evitar la falla por extrusión consistirá en verificar que:

$$p_M < 6c$$

donde:

p_M Presión vertical total a la profundidad media del orificio sin ademe, en t/m^2.

Cohesión del material en condiciones no drenadas, en t/m^2.

006.A.03.c Falla por subpresión

En todas las etapas de construcción de la lumbrera, se verificará que las fuerzas de subpresión no generen la flotación del revestimiento, para los niveles freáticos máximos a corto y a largo plazo (ver. 003.B.02 y 004.C.02 de este Libro).

006.A.04 INYECCIONES PARA IMPERMEABILIZAR

Con el propósito de reducir las filtraciones hacia excavaciones debajo del nivel freático, podrá recurrirse a la inyección de lechadas. La selección de la lechada a inyectar en cada tipo de suelo se hará de acuerdo con el medio poroso o agrietado, a través del cual se establezca el flujo de agua, y es recomendable, con objeto de diseñar una lechada adecuada, recurrir al estudio previo de la zona que va a ser inyectada, efectuando pruebas de permeabilidad de campo.

Las presiones de inyección deberán determinarse cuidadosamente, de acuerdo con las dimensiones de las fisuras, la viscosidad de la lechada, el gasto de inyección y el radio de acción deseado, ya que si es excesiva puede ampliar las fisuras existentes o provocar otras nuevas que podrían incrementar la permeabilidad o tener que emplear una cantidad antieconómica de lechada. Por otro lado, si la presión es baja la lechada no penetrará adecuadamente.

Cuando se considere que las aportaciones de agua serán importantes, se deberá efectuar el tratamiento de impermeabilización previo a la excavación, y en caso contrario se llevará a cabo después de colocado el revestimiento primario y antes de la construcción del revestimiento definitivo.

006.B TUNELES

El diseño de túneles para el Metro deberá cumplir con los siguientes aspectos:

1) La excavación del túnel se hará de manera que el espacio interior mantenga su integridad durante el tiempo que transcurra entre la excavación misma y la instalación del ademe correspondiente.

2) La construcción del túnel no implicará daños a construcciones vecinas, a vialidades ni a instalaciones municipales subterráneas.

3) El túnel soportará con un cierto margen de seguridad todas las acciones que se desarrollen durante su vida útil.

006.B.01 TIPOS DE REVESTIMIENTO

El revestimiento del túnel se colocará en forma similar a lo indicado en el párrafo A.01 para lumbreras.

006.B.01.a Revestimiento primario

El revestimiento primario de los túneles del Metro localizados en suelos blandos, o en materiales deleznables y excavados con escudos, generalmente consta de anillos de concreto reforzado, compuestos por dovelas prefabricadas o mediante concreto extruido.

En el caso de utilizar dovelas prefabricadas de concreto como revestimiento primario y/o definitivo se les deberá aplicar una precarga a éstas, con la finalidad de reducir el espacio que queda al desplazarse el faldón del escudo. Para proyectar el túnel con revestimiento a base de dovelas prefabricadas, se deberán llevar a cabo las indicaciones descritas en el capítulo 3.01.04.136, "Excavaciones del túnel con escudo", Libro 3 de estas Especificaciones.

Cuando las condiciones del frente sean precarias y los gradientes de filtraciones hacia la excavación produzcan situaciones peligrosas, como arrastre de material, tubificaciones, ebullición de las arenas, etc., podrá utilizarse el aire comprimido a baja presión como ademe primario.

En los túneles alojados en suelos firmes, donde no se requiere de escudos para la excavación, podrá diseñarse un revestimiento primario ya sea de concreto lanzado y marcos de acero con retaque de madera o concreto lanzado y anclas.

Para llevar a cabo el diseño de estos revestimientos deberán tomarse en consideración las características de los materiales señalados en los capítulos 3.01.04.137 "Ademes temporales con concreto lanzado", 3.01.04.138 "Ademes temporales con marcos de acero" y 3.01.04.139 "Ademes temporales con anclajes" del Libro 3 de estas Especificaciones.

006.B.01.b Revestimiento secundario

El revestimiento secundario como se ha señalado anteriormente en el tema de lumbreras, servirá para reforzar al primario y se deberá diseñar con las cargas que resulten del análisis para la condición a largo plazo.

Para el caso de los túneles excavados con escudo, el revestimiento definitivo podrá estar constituido por los propios anillos de dovelas prefabricadas que constituyen el revestimiento primario (ver párrafo B.01.a) y para los túneles excavados sin escudo, el revestimiento secundario podrá construirse mediante concreto hidráulico reforzado en los casos de túneles principales (ver capítulo 3.01.04.141 "Revestimiento definitivo con concreto colado en sitio", Libro 3 y de concreto lanzado reforzado para los túneles secundarios (ver capítulo 3.01.04.140 "Revestimiento definitivo con concreto lanzado", Libro 3).

006.B.02 CARGAS SOBRE TUNELES

Para valuar las presiones actuantes en los túneles para el Metro excavados en suelos blandos y con escudo, no deberá considerarse ningún efecto de arqueo, cuando la clave de estos túneles se localice a profundidades menores de 1.5 veces el diámetro. En caso contrario, incluyendo los túneles excavados con métodos convencionales, se deberán emplear teorías que tomen en cuenta el efecto del fenómeno de arqueo.

Para el diseño del revestimiento primario constituido por dovelas, deberán tomarse en cuenta además de las cargas o empujes del terreno, las cargas debidas a manejo y transporte, y principalmente las producidas por los gatos de empuje del escudo.

Para conocer las cargas verticales que actuarán a corto plazo sobre el revestimiento primario de un túnel excavado sin escudo, en suelos firmes, se deberán emplear teorías cuya confiabilidad haya sido probada, que permitan determinar el radio "R" de la zona plastificada que se desarrolla alrededor del túnel.

La determinación de las dimensiones de los revestimientos primario y secundario se efectuará utilizando las fuerzas y momentos resultantes de las cargas verticales y horizontales, aplicando las normas descritas en el párrafo 2.01.04.002.C.01.b de la sección de proyecto estructural en el Libro 2 de estas Especificaciones.

006.B.03 ESTABILIDAD DEL FRENTE DEL TUNEL

En las excavaciones de los túneles para el Metro, deberá revisarse la estabilidad del frente de los mismos, a fin de evitar la falla por extrusión del terreno.

Para revisar la estabilidad del frente, en suelos blandos, se deberá verificar lo señalado en el inciso A.03.b para lumbreras.

En los suelos cohesivo-friccionantes atravesados por el Metro, el análisis de estabilidad del frente deberá revisarse mediante un mecanismo de falla que permita valuar las condiciones de equilibrio de un prisma deslizante que se forma sobre la clave y al frente del túnel.

006.B.04 ASENTAMIENTOS

Para evitar los daños que pueden sufrir las obras vecinas al túnel, debido a los asentamientos que se producen durante la construcción de éste, deberá preverse y limitarse su magnitud.

Para la estimación de los asentamientos inducidos por la excavación del túnel (ficha FTS-02), podrá emplearse el criterio descrito en el MEG.

A fin de reducir en lo posible los movimientos en la superficie, se deberán tomar en cuenta las medidas siguientes:

— Evitar las sobre-excavaciones a efecto de reducir las pérdidas de material.

— Para el caso de túneles con revestimiento a base de dovelas, deberá rellenarse el espacio comprendido entre la superficie exterior de los anillos y el suelo, no cubierto con la expansión de los anillos o las socavaciones ocasionadas por caídos de los materiales deleznables.

— El revestimiento primario deberá colocarse inmediatamente después de concluida la excavación del tramo de avance y en el mínimo tiempo posible.

— Para el caso de túneles con revestimiento primario a base de concreto lanzado, se deberán desplantar las zapatas de apoyo de dicho revestimiento en terreno firme.

006.B.05 INYECCIONES

Los tratamientos a base de inyecciones se utilizarán principalmente para lo siguiente:

006.B.05.a Inyecciones de contacto

La inyección de contacto se utilizará para rellenar los huecos dejados por los caídos, así como para establecer contacto entre el revestimiento primario y definitivo, y entre el hueco que queda entre los anillos de dovelas y el terreno excavado en los tramos en donde se utilice escudo.

006.B.05.a.01 *Inyección de contacto entre dovelas y terreno.* Para el caso de túneles excavados con escudo, después de instalados los anillos de dovelas, se deberá efectuar, a través de perforaciones hechas en estas últimas, una inyección de contacto e impermeabilización a fin de llenar el espacio que queda alrededor de los anillos, que es generado por el espesor del faldón al avanzar el escudo. El material a inyectar podrá ser gravilla, lechada de cemento o una combinación de ambas.

A fin de evitar la comunicación de la lechada con el escudo, se limitará a juicio del proyectista, una distancia mínima y máxima entre el anillo por inyectar y el faldón del escudo.

La mezcla a utilizar en este tipo de inyección deberá definirse en base a estudios realizados en el laboratorio y a la experiencia en el campo. En el diseño de esta inyección deberá consultarse lo indicado en el inciso E.05, capítulo 3.01.04.142, Libro 3 de estas Especificaciones.

006.B.05.a.02 *Inyección de contacto entre revestimiento primario a base de concreto lanzado y un terreno arenoso.* Para rellenar las oquedades que se generan entre el suelo y el revestimiento primario a base de concreto lanzado, por la presencia de estratos arenosos, se efectuará a través de barrenos, una inyección de contacto a base de lechada de cemento o mortero, dependiendo de la forma y tamaño de las oquedades.

La perforación de los barrenos, de preferencia se efectuará desde el interior del túnel y deberá tener una profundidad tal que penetre el espesor de la capa de concreto lanzado existente.

El volumen a inyectar dependerá de la magnitud de las oquedades y de la presión de inyección, y no deberá sobrepasar en ningún caso el valor especificado por el proyectista, para no poner en peligro la estabilidad del revestimiento primario.

Con el objeto de reducir la presión sobre el revestimiento primario existente, se podrán perforar boquillas de alivio.

006.B.05.a.03 *Inyección de contacto entre el revestimiento primario y el secundario.* Con el propósito de rellenar los vacíos que existan entre el revestimiento primario y el secundario, generado por la contracción del concreto, se deberá efectuar una inyección de contacto a base de lechada de cemento, cuyos materiales constitutivos y la presión de inyección se especificará para cada caso en particular por el proyectista.

Para efectuar la inyección deberán ejecutarse perforaciones desde el revestimiento definitivo, las cuales tendrán una profundidad tal que penetren dentro del revestimiento primario.

A fin de llevar un control de calidad de los materiales utilizados en las mezclas de inyección, se enviarán muestras al laboratorio para verificar el cumplimiento de las especificaciones.

La distribución de los barrenos y la secuencia de inyección se determinará de acuerdo al criterio del proyectista. El proceso de inyección deberá cumplir con los requisitos marcados en el inciso E.06, capítulo 3.01.04.141, Libro 3 de estas Especificaciones.

006.B.05.b Inyecciones para impermeabilizar

Las inyecciones para evitar o reducir las filtraciones de agua hacia el interior del túnel deberán cumplir, como mínimo, con las especificaciones del inciso 006.A.04 para lumbreras.

La inyección para impermeabilizar podrá aplicarse sin contar todavía con el revestimiento definitivo, siempre y cuando la presión de inyección por aplicar no ponga en peligro la estabilidad del revestimiento primario.

Para el sellado de las filtraciones mediante inyecciones, deben considerarse las soluciones marcadas en el inciso E.05, capítulo 3.01.04.145, Libro 3 de estas

Especificaciones.

006.B.05.c Inyecciones de consolidación

Los tratamientos de consolidación se llevarán a cabo principalmente en los frentes de excavación con el fin de aumentar la resistencia al corte del material, cuando los análisis determinen inestabilidad durante la excavación, o cuando ocurran derrumbes para consolidar el material fallado y poder continuar con el avance de la excavación.

En este tipo de inyección, los barrenos podrán equiparse de tubería de inyección con obturadores de neopreno, para efectuar la inyección en progresiones ascendentes.

Para el tratamiento del suelo a base de inyecciones de consolidación, deberán tomarse en cuenta los lineamientos señalados en el capítulo 3.01.04.143, "Mejoramiento del subsuelo natural", Libro 3 de estas Especificaciones.

CAPITULO 2.01.03.007

INSTRUMENTACION

En todos los tipos de solución para el emplazamiento de las líneas del Metro, el objetivo de la instrumentación (ficha FDG-11) y del programa de observaciones será conocer y registrar el comportamiento de las estructuras principales y vecinas del Metro, tanto durante su construcción y vida útil, como cuando se presente algún evento que pudiera afectar su estabilidad.

Las características geotécnicas del subsuelo en el sitio de emplazamiento y el tipo de solución para la estructura principal del Metro condicionarán el tipo, la precisión de la instrumentación y el periodo de observaciones o mediciones.

007.A SOLUCION SUPERFICIAL

Para la solución superficial en la que la estructura del Metro se desplanta a poca profundidad con respecto a la superficie del terreno, se proyectará una instrumentación para detectar la evolución de los movimientos superficiales y la variación de los niveles piezométricos inducidos por las obras. La información obtenida por medio de esta instrumentación ayudará a fundamentar el análisis del proceso de consolidación provocado por el incremento de esfuerzos efectivos, inducidos a su vez por el peso no compensado de la estructura del Metro.

007.A.01 REFERENCIAS SUPERFICIALES

Para conocer los movimientos superficiales en las zonas vecinas a la línea del Metro, se instalarán referencias superficiales (ficha FIC-05) dentro de la zona de influencia de la construcción del Metro. Estos puntos deberán nivelarse previamente al inicio de la obra y estar referenciados a un banco de nivel superficial de cota prefijada alejado como mínimo 200 m de la zona de construcción a fin de medir correctamente los movimientos de interés; la ubicación y frecuencia de lecturas de las referencias superficiales serán las indicadas para cada caso particular.

Para proyectar la instalación de las referencias superficiales deberá considerarse lo establecido en el capítulo 3.01.03.111 "Instrumentación y mediciones de control", Libro 3 de estas Especificaciones.

007.A.02 NIVELES PIEZOMETRICOS

Para la medición de los niveles piezométricos, deberán emplearse piezómetros abiertos tipo Casagrande o neumáticos (fichas FIC-01, 02 y 03) instalados principalmente en sitios de interés que serán fijados de acuerdo al criterio del proyectista, pero en ningún caso deberá colocarse menos de una estación piezométrica con dos celdas de medición como mínimo por cada tramo del Metro.

Para la instalación de una estación piezométrica deberá tomarse en cuenta lo descrito en el capítulo 3.01.03.111, Libro 3 de estas Especificaciones.

007.B SOLUCION EN CAJON SUBTERRANEO

En esta solución, en la que la estructura del Metro está constituida por un cajón de concreto armado situado bajo la superficie del terreno, la instrumentación tendrá la finalidad de detectar los movimientos y la variación de los niveles piezométricos durante y después de la construcción.

Además, tendrá como objetivo registrar la evolución de los empujes y deformaciones en los puntales instalados sobre las paredes laterales de la estructura de contención durante la excavación y construcción del cajón.

007.B.01 CONTROL DE MOVIMIENTOS HORIZONTALES Y VERTICALES

Para la medición de los movimientos horizontales y verticales en la solución en cajón subterráneo se deberá contar con la instrumentación siguiente:

007.B.01.a Líneas de colimación

Para llevar un control de los desplazamientos horizontales se deberán instalar líneas de colimación (ficha FIC-05) localizadas paralelas a las fronteras de la excavación.

La ubicación y frecuencia de las lecturas de las líneas de colimación, se fijarán de acuerdo con cada caso particular.

La instalación de las líneas de colimación deberá cumplir con lo señalado en el capítulo 3.01.03.111, Libro 3 de estas Especificaciones.

007.B.01.b Referencias superficiales

Estas referencias de nivelación (ficha FIC-05) se instalarán en la forma descrita en 007.A.01 de este capítulo.

007.B.01.c Bancos de nivel semiprofundos

Con el fin de medir las expansiones y/o asentamientos que ocurran antes, durante y después del proceso de excavación, deberán instalarse bancos de nivel semiprofundos (ficha FiC-05), en el fondo de la excavación. La ubicación y frecuencia de lecturas de estos bancos, se realizará de acuerdo con las especificaciones elaboradas para cada caso particular.

Para la instalación de estos bancos deberán cumplirse los requisitos indicados en el capítulo 3.01.03.111, Libro 3 de estas Especificaciones.

007.B.01.d Bancos de nivel profundos

Estos bancos se instalarán dentro de los depósitos profundos y servirán de apoyo para la nivelación de los puntos de control de los incisos 007.B.01.a, B.01.b y B.01.c, antes mencionados. La cota de estos bancos estará referenciada a partir del banco fijo de Atzacoalco.

En la instalación de estos bancos deberá considerarse lo señalado en el capítulo 3.01.03.111, Libro 3 de estas Especificaciones y en la ficha técnica FIC-06.

007.B.02 MEDICION DE CARGAS EN PUNTALES

En la solución en cajón subterráneo, se instrumentarán algunos de los puntales con el propósito de medir y controlar la evolución de las cargas y deformaciones de los mismos, durante la excavación y construcción de las losas de fondo, techo y muros interiores del cajón.

La instrumentación arriba expuesta consistirá en una celda de carga hidráulica tipo gato plano o celda Freyssinet, colocado entre uno de sus apoyos y la estructura de contención, para la medición de las cargas así como un deformímetro eléctrico ("strain gage"), adherido a su superficie lateral, para la medición de la variación de la deformación (ficha FIC-07).

Para proyectar este tipo de instrumentación será necesario tomar en cuenta lo indicado en el capítulo 3.01.03.111, Libro 3 de estas Especificaciones.

007.B.03 MOVIMIENTOS SUBTERRANEOS HORIZONTALES

Para la medición de desplazamientos horizontales con respecto a la profundidad, se instalarán inclinómetros (ficha FIC-08) adyacentes a las estructuras de contención o en el hombro de los taludes, si la excavación permanece abierta por largo tiempo o existen construcciones importantes, susceptibles de ser dañadas por los movimientos generados durante la excavación.

El número de inclinómetros, la profundidad y la frecuencia de las lecturas de estos instrumentos serán indicados en cada caso particular por el proyectista.

Para la instalación de los inclinómetros, deberán cumplirse los requisitos mencionados en el capítulo 3.01.03.111, Libro 3 de estas Especificaciones y en la ficha FIC-08.

007.B.04 NIVELES PIEZOMETRICOS

La medición de niveles piezométricos (fichas FIC-01, 02, 03 y 04) se llevará a cabo a lo largo del eje de la estructura del Metro en forma similar a la señalada en el párrafo A.02 de la solución superficial, principalmente en sitios especiales como los cruzamientos de la línea del Metro con estructuras o vialidades importantes que deben protegerse durante y después de la construcción.

007.C SOLUCION EN VIADUCTO ELEVADO

Para la solución elevada, en la que la estructura del Metro queda apoyada en zapatas o cajones aislados que pueden requerir cimentarse o no sobre pilotes, dependiendo de las características geotécnicas del terreno, se proyectará una instrumentación enfocada principalmente al control de movimientos verticales y desplomes, a la medición de niveles piezométricos y a la medición de la presión que las zapatas o cajones comuniquen al terreno de cimentación. La información obtenida a partir de esta instrumentación permitirá el análisis del proceso de consolidación de los suelos bajo las cargas impuestas por la estructura del Metro y diseñar las medidas correctivas, en su caso, para evitar daños a las estructuras del Metro y edificaciones cercanas.

007.C.01 CONTROL DE MOVIMIENTOS VERTICALES Y HORIZONTALES

Para llevar un adecuado control de los movimientos que sufra la cimentación de la solución elevada durante su construcción a largo plazo, se requiere de los siguientes puntos de control.

007.C.01.a Referencias superficiales

La instalación de estas referencias deberá sujetarse a lo indicado en 007.A.01 para la solución superficial.

007.C.01.b Referencias en losas de cimentación y columnas

Para la medición de movimientos en cada apoyo de la solución elevada, se instalarán en una primera etapa bancos de nivel en la cara superior de la losa de cimentación para posteriormente trasladar la cota de estos bancos a las columnas, a fin de continuar sistemáticamente con las nivelaciones durante la vida útil de la estructura. La frecuencia de estas nivelaciones la fijará el proyectista para cada caso particular.

La cota de estos bancos deberá estar referenciada a un banco de nivel superficial ubicado fuera de la zona de influencia de la construcción, con objeto de medir correctamente los movimientos propios de la cimentación.

007.C.01.c Bancos de nivel profundos

La instalación y nivelación de estos bancos se hará

en forma análoga a la indicada en el inciso 007.B.01.d de este capítulo para la solución en cajón subterráneo.

007.C.01.d Desplomes

Con objeto de conocer las condiciones de verticalidad de la estructura principal del viaducto elevado y de las casetas de acceso, se deberán medir los desplomes en las columnas mediante puntos de control colocados sobre éstas. Las elevaciones de los puntos de control deben referirse a un banco de nivel superficial (ver 007.A.01 de este capítulo) y la frecuencia de lecturas será indicada de acuerdo con cada caso particular.

007.C.02 NIVELES PIEZOMETRICOS

La medición de niveles piezométricos se llevará a cabo mediante lo señalado en el párrafo 007.A.02 de este capítulo para la solución superficial, con objeto de analizar el proceso de consolidación de los suelos blandos en la zona de influencia de las zapatas o cajón y en particular, cerca de sitios de construcción importantes que deban protegerse durante y después de la construcción de las estructuras del Metro.

007.C.03 PRESIONES BAJO LA LOSA DE CIMENTACION

Para la medición de la presión bajo las zapatas o cajón en la solución elevada del Metro, deberán emplearse celdas de presión como el llamado gato plano o celda Freyssinet. Este instrumento se podrá colocar entre la cara inferior de la zapata y la plantilla de concreto pobre que sirve de apoyo a la zapata. La confiabilidad y precisión de las mediciones dependerá más del método de instalación y de las propiedades de los materiales que de las características de las celdas. Cuando las zapatas estén piloteadas, se deberá considerar en la interpretación de las mediciones, que las cargas se concentran en los pilotes. La localización y frecuencia de las lecturas de las celdas de presión serán indicadas por el proyectista.

La instalación de las celdas de presión deberá cumplir con los requisitos establecidos en el párrafo . . . E.02.d.1, capítulo 3.01.05.172 "Instrumentación para control de comportamiento", Libro 3 de estas Especificaciones.

007.C.04 PRESIONES Y DEFORMACIONES EN PILOTES

Para registrar las presiones actuantes laterales y las de la punta en los pilotes de adherencia, así como medir la magnitud y variación de las fuerzas inducidas por la zapata sobre la cabeza de éstos, se podrán colocar celdas de carga; asimismo, para conocer la variación de la verticalidad de los pilotes con el tiempo debido a las fuerzas horizontales y cargas que induce la estructura a la cimentación, se colocarán tuberías dentro de los pilotes a fin de instalar un inclinómetro. Para proyectar la instalación de esta instrumentación, deberá considerarse lo señalado en los párrafos E.02.a y E.02.b, capítulo 3.01.05.172, Libro 3 de estas Especificaciones.

007.D SOLUCION EN TUNEL

En la solución en túnel de la estructura principal del Metro y en las lumbreras, se instalará una instrumentación para la medición, registro y control de los movimientos superficiales, movimientos subterráneos, deformaciones de las paredes del túnel, presiones hidráulicas, y evolución de las cargas en los anclajes o tensores de soporte.

La información recabada en las diferentes fases de instrumentación arriba señaladas, servirá de base para adoptar medidas de control de movimientos a fin de mantener las operaciones requeridas de estabilidad y seguridad y efectuar la observación y control de movimientos que pueden afectar tanto a las obras del Metro como a estructuras ubicadas en la zona de influencia, a corto y a largo plazo.

007.D.01 LUMBRERAS

La instrumentación para las lumbreras consistirá en lo siguiente:

007.D.01.a Movimientos superficiales

Con el fin de conocer los movimientos reales durante la excavación de una lumbrera, se deberán instalar referencias superficiales alrededor de ésta, las cuales se nivelarán como mínimo durante el periodo comprendido entre el inicio de la excavación o del bombeo en su caso y la construcción del revestimiento secundario (ver 007.A.01 de este capítulo). La distribución y frecuencia de las lecturas de estos bancos se efectuará de acuerdo con cada caso particular.

En el diseño de este tipo de instrumentación, deberán tomarse en cuenta las consideraciones establecidas en el inciso E.05, capítulo 3.01.04.134 "Construcción de lumbreras con el método convencional", Libro 3 de estas Especificaciones.

007.D.01.b Presiones horizontales en lumbreras

A fin de verificar la distribución de presiones horizontales en el revestimiento primario de la lumbrera y la evolución del mismo con el tiempo, es conveniente instalar celdas de presión del tipo Freyssinet, a diferentes elevaciones y distribuidas a lo largo de toda la profundidad de la lumbrera (ver 007.C.03 de este Libro). Estos instrumentos se podrán colocar entre la superficie exterior del ademe y el suelo circundante. La distribución y frecuencia de las lecturas de las celdas de presión, serán indicadas por el proyectista de acuerdo con cada caso particular.

007.D.02 TUNELES

La instrumentación en los túneles para el Metro deberá cubrir los siguientes aspectos:

007.D.02.a Movimientos superficiales

Los movimientos superficiales sobre el túnel se registrarán mediante la nivelación de secciones transversales al eje del Metro, constituidas por referencias

superficiales (ver 007.A.01 de este capítulo), con separación máxima de una vez el diámetro del túnel a partir del eje de éste, localizadas a ambos lados del mismo. Las secciones transversales estarán separadas como máximo a cada 100 m en el sentido longitudinal del Metro, pero en los arranques del escudo o frentes de excavación convencional a partir de las lumbreras, deberá separarse como máximo tres veces el diámetro del túnel. Este último criterio se aplicará también en los sitios donde se verifique la presencia de antiguos cauces de canales o estructuras importantes próximas al Metro, cruces con otras líneas del Metro o vialidades importantes, y cambios significativos en la estratigrafía del subsuelo. La frecuencia de las lecturas será la indicada por el proyectista.

Para la instalación de las secciones transversales deberá cumplirse con los requisitos establecidos en el capítulo 3.01.04.144 "Instrumentación geotécnica para control de comportamiento", del Libro 3 de estas Especificaciones.

007.D.02.b Movimientos en la vecindad del túnel

Los movimientos en la vecindad del túnel se medirán desde la superficie mediante la instrumentación de secciones transversales constituidas como sigue:

007.D.02.b.01 *Inclinómetros.* Para medir los movimientos horizontales internos en la zona inmediata a la excavación del túnel, tanto en los tramos como en las estaciones, se deberán instalar secciones transversales constituidas por dos inclinómetros (ficha FIC-08) colocados uno a cada lado en posición vertical a una distancia tal del túnel, que no sean destruidos durante la excavación. Estos inclinómetros se instalarán de preferencia antes de que la influencia de la excavación del túnel alcance los sitios instrumentados y se colocará por lo menos una sección transversal por cada tramo o estación, cuando existan construcciones importantes, susceptibles de sufrir daños ocasionados por los movimientos generados durante la excavación del túnel.

Para la instalación de los inclinómetros, será necesario tomar en consideración lo descrito en el párrafo E.03.d, capítulo 3.01.04.144, Libro 3 de estas Especificaciones.

007.D.02.b.02 *Extensómetros.* Los movimientos del subsuelo que se produzcan en forma convergente hacia la excavación del túnel en el tramo, se registrarán instrumentando una sección transversal con tres extensómetros colocados desde la superficie y que lleguen cerca de la clave del túnel, quedando uno al centro en posición vertical y dos laterales inclinados a una distancia tal que ni los extensómetros ni la perforación que los aloje, interseque la posición de proyecto del túnel o mediante un arreglo dispuesto por el interior del túnel. Para el caso de las estaciones proyectadas con doble túnel, se instalarán secciones transversales con extensómetros colocados desde la superficie de la manera siguiente: uno al centro de cada túnel en posición vertical y dos laterales en posición inclinada.

La distribución y ubicación de estos instrumentos deberán estar en función de la estratigrafía del sitio, de los procedimientos constructivos y del espacio exterior disponible; se colocará por lo menos una sección transversal por cada tramo o estación, de acuerdo con lo descrito en la ficha técnica FTS-07.

Para proyectar una sección de instrumentación a base de extensómetros, deberá cumplirse con lo señalado en el capítulo 3.01.04.144, Libro 3 de estas Especificaciones y considerarse lo indicado en la ficha FTS-07.

007.D.02.c Geometría interna del túnel

Para determinar la variación de la geometría o configuración interna del túnel se emplearán extensómetros portátiles, con los cuales se medirán las convergentes (FTS-06) definidas mediante puntos que se fijarán en las paredes interiores del túnel.

Las secciones para medir los movimientos internos del túnel al inicio de la excavación estarán separadas a cada tres veces al diámetro del túnel en los primeros 100 m y a partir de esta distancia podrán colocarse a cada 100 m. Esta separación podrá variar dependiendo de las características estratigráficas del subsuelo, de la presencia de construcciones importantes y de los movimientos que se vayan presentando durante la excavación.

Para la instalación de una sección de convergencia, deberá tomarse en cuenta lo indicado en el capítulo 3.01.04.144, Libro 3 de estas Especificaciones.

007.D.02.d Niveles piezométricos

La medición de niveles piezométricos, en la solución en túnel del Metro, con el propósito de obtener información de las presiones hidráulicas que deberán considerarse en el análisis de las cargas y la estabilidad del frente del túnel, se llevará a cabo de acuerdo con lo indicado en el párrafo 007.A.02 de la solución superficial.

007.D.02.e Cargas en anclajes y tensores

Como parte del proceso constructivo, en las estaciones proyectadas con doble túnel se requerirá la instalación de tensores o anclajes para mantener la estabilidad del túnel de andén ya revestido en forma definitiva, antes de excavar el túnel de andén adyacente. A fin de conocer la evolución de la fuerza de tensión con el tiempo generada en dichos elementos, deberán instrumentarse con celdas de carga como mínimo el 2 por ciento del total de los mismos, cuya distribución a lo largo del túnel de andén la definirá el proyectista en función de las condiciones existentes en la obra.

007.D.02.f Presiones sobre el revestimiento definitivo

Con el propósito de confirmar las presiones verticales y horizontales actuantes sobre el revestimiento definitivo del túnel, se deberán instalar celdas de carga capaces de registrar las cargas máximas de diseño. La ubicación de estos instrumentos estará sujeta al criterio del proyectista.

Para el diseño de una instrumentación sobre el revestimiento definitivo, se deberán cumplir los requisitos establecidos en el capítulo 3.01.04.144, Libro 3 de estas Especificaciones.

007.E INSTRUMENTACION PARA ESTRUCTURAS AFINES AL METRO

Para las estructuras afines al Metro como: edificios

para oficinas y de acceso; puestos de rectificación (PR); subestaciones eléctricas; pasarelas elevadas; nave de depósito; naves de pequeña y gran revisión; etc., deberá preverse un sistema de instrumentación a base de referencias en losas y columnas de cimentación, y de la medición de desplomes.

007.E.01 REFERENCIAS EN LOSAS DE CIMENTACION Y COLUMNAS

Con la finalidad de conocer la evolución de los movimientos diferenciales que ocurren en estas estructuras y a medida que la construcción de la cimentación progrese, se deberán colocar puntos de control o referencias de nivel en la losa de cimentación y columnas ya construidas (ver 007.C.01.b de este capítulo).

007.E.02 DESPLOMES

Para medir los desplomes deberá consultarse el párrafo 007.C.01.d de este capítulo.

007.F MOVIMIENTOS DEL SUBSUELO POR CONSOLIDACION REGIONAL

Para investigar los movimientos debidos a la consolidación regional en las zonas adyacentes a cualquier solución del Metro, se podrán instalar bancos de nivel superficiales o puntos de control localizados como mínimo a 200 m de la estructura del Metro por construir. Estos bancos deberán colocarse y nivelarse antes de iniciar la obra y estar referenciados a un banco de nivel fijo; la ubicación y frecuencia de lecturas de los bancos superficiales será el indicado de acuerdo con el criterio del proyectista.

CAPITULO 2.01.03.008

PAVIMENTOS

En este capítulo se establecen las especificaciones aplicables a los pavimentos que deberán proyectarse en vialidades afectadas por la construcción de las diferentes líneas del Metro, así como en zonas de talleres del sistema, estacionamientos de vehículos y calzadas peatonales de acceso a las estaciones.

008.A CLASIFICACION DE PAVIMENTOS

Los tipos de pavimentos que podrán proyectarse se clasifican en la forma siguiente:

008.A.01 PAVIMENTOS FLEXIBLES

Están constituidos en lo general por tres elementos: carpeta asfáltica, base y subbase.

008.A.02 PAVIMENTOS RIGIDOS

Están formados por losas de concreto hidráulico, apoyadas por lo general en una capa de materiales seleccionados, designada como la subbase del pavimento.

008.A.03 PAVIMENTOS DE ADOQUIN

Tienen una estructura similar a la de los pavimentos flexibles, pero la carpeta asfáltica es sustituida por piezas de adoquín acomodadas.

008.B REQUISITOS DE DISEÑO

El pavimento que se proyecte deberá ser capaz de resistir sin desplazarse, deformarse o desintegrarse, el efecto del tránsito de vehículos y de transmitir adecuadamente los esfuerzos a la subrasante, para que ésta no se deforme más allá de un límite permisible. Deberá, además, ser resistente a los efectos del intemperismo y cumplir con las especificaciones geométricas y arquitectónicas que se dicten en cada caso. Los requisitos anteriores deberán satisfacerse sin descuidar los aspectos económicos involucrados.

008.B.01 FACTORES DE DISEÑO

Para el diseño de los pavimentos deberán tomarse en cuenta los siguientes factores:

— Características de los materiales que constituyen el terreno de cimentación y las terracerías, principalmente en cuanto a su resistencia, deformabilidad y susceptibilidad a cambios volumétricos.

— Factores estructurales. Incluyen las características relativas a cada una de las capas que forman el pavimento, tales como espesor, resistencia y deformabilidad.

— Factores de carga. Se refieren a los efectos producidos por el tránsito.

— Factores climáticos y condiciones ambientales. Variación de la temperatura, régimen pluviométrico y posición del nivel freático, principalmente.

— Factores económicos. Se refieren a los costos de construcción y conservación periódica, y tienen que ver con la elección de la sección estructural inicial y las estrategias de conservación y reconstrucción.

008.B.02 TIPOS DE VIALIDAD

En relación con las cargas que soportarán los pavimentos y la importancia de la vialidad de que se trate, se considerarán los siguientes tres tipos:

— Tipo I. Corresponde a las vías rápidas, ejes viales y avenidas principales, con cargas de tránsito en el carril de diseño de más de 10 ejes equivalentes a 8.2 t, acumulado en 10 años.

— Tipo II. Corresponde a las avenidas que al inicio de su operación soportan un volumen bajo de tránsito, pero que tendrán un gran desarrollo durante su vida útil. El número acumulado de ejes equivalentes a 8.2 t en el carril de diseño durante un lapso de 10 años, estará comprendido en el intervalo 10^6 a 10^7.

— Tipo III. Corresponde a las calles en las que no se prevé un tránsito intenso en su vida útil. El número acumulado de ejes equivalentes a 8.2 t en el carril de diseño durante un lapso de 10 años, será menor de 10^6.

008.C PAVIMENTOS FLEXIBLES

Los pavimentos flexibles se deberán utilizar como regla general, en la construcción o reconstrucción de vialidades adyacentes a las líneas del Metro, así como en áreas de estacionamiento y de talleres, en donde los derrames de aceite y combustible no afecten en forma determinante su comportamiento.

008.C.01 ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

Para efectos de dimensionamiento de los pavimentos flexibles, deberá considerarse como una sola estructura al conjunto terracería-pavimento.

La estructura terracería-pavimento estará formada por los siguientes elementos:

— Terreno de cimentación. Terreno en estado natural o sometido a tratamiento de mejoramiento o estabilización, sobre el que se apoyará la estructura de la obra vial.

— Cuerpo de terraplén. Capa de espesor variable comprendida entre el terreno de cimentación y la capa subrasante, construida con materiales producto de cortes o provenientes de banco, cuya función es la de dar los niveles necesarios para el desplante de las capas superiores de la estructura.

— Capa subrasante. Capa que corona las terracerías, formada con material proveniente de banco y cuyas funciones principales son las de servir de transición entre el pavimento y el cuerpo del terraplén o el terreno de cimentación, según el caso, así como proporcionar una superficie uniforme para el desplante del pavimento.

— Subbase. Capa formada por materiales de menor calidad que los de la base y que suele proyectarse para lograr economía en la estructura; sus funciones son fungir como elemento resistente, de capa de transición entre subrasante y base, y de capa rompedora de capilaridad.

— Base. Capa apoyada sobre la subbase o directamente sobre la subrasante, formada con materiales granulares de alta calidad, tratadas o no con productos cementantes. Su función principal es la de proporcionar el elemento resistente, que transmita en forma conveniente a la subbase y a las capas inferiores los esfuerzos producidos por el tránsito.

— Carpeta asfáltica. Capa de concreto asfáltico impermeable, con textura y color convenientes para hacer cómodo y seguro el tránsito de vehículos, y con la estabilidad necesaria para resistir los efectos destructivos del tránsito y el clima.

— Riego de sello. Cubierta aplicada a la carpeta para minimizar su permeabilidad y proporcionar textura y color adecuados.

008.C.02 PARAMETROS DE DISEÑO

008.C.02.a Tránsito

Para el diseño del pavimento flexible se utilizará el concepto de tránsito equivalente, que se calculará aplicando a los distintos vehículos que componen el tránsito real estimado, coeficientes de daño referidos a un eje sencillo de 8.2 t, para obtener el número de ejes equivalentes acumulados en el periodo de diseño.

008.C.02.b Resistencia de la capa subrasante

La resistencia de la capa subrasante que deberá considerarse para el diseño será el índice VRS (Valor Relativo de Soporte), obtenido mediante el procedimiento del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EE.UU., en el cual los especímenes se preparan empleando un método dinámico de compactación que reproduce las condiciones del equipo de compactación y los efectos del peso de las capas del pavimento que sobreyacen a la subrasante. El índice VRS del cuerpo del terraplén y del terreno de cimentación, se determinará en el laboratorio en especímenes inalterados o compactados hasta alcanzar el peso volumétrico y contenido de agua representativos de las condiciones que se espera prevalecerán durante la vida de la obra vial. El número de pruebas que se efectúen en cada una de las zonas delimitadas por el estudio geotécnico dentro del tramo por pavimentar, será el necesario para encontrar un valor representativo suficientemente confiable.

008.C.02.c Dimensionamiento

El dimensionamiento de la estructura del pavimento podrá efectuarse mediante alguno de los métodos conocidos, con el cual se pueda calcular el espesor equivalente requerido por la estructura en función del tránsito equivalente acumulado y del índice VRS de cada uno de los elementos de la estructura, como por ejemplo el método del Instituto de Ingeniería de la UNAM. Deberán además realizarse las adaptaciones o modificaciones que la práctica y la experiencia aconsejen, para las condiciones particulares de la Ciudad de México.

Para la estructuración de las capas del pavimento se harán las siguientes consideraciones:

— El coeficiente de equivalencia de la carpeta de concreto asfáltico será de dos.

— El coeficiente de equivalencia de todo el resto de los elementos de la estructura del pavimento será de uno.

— Si el espesor requerido entre la capa subrasante y la carpeta resulta menor de 20 cm no se proyectará capa de subbase.

008.D PAVIMENTOS RIGIDOS

Los pavimentos rígidos se utilizarán principalmente en zonas de tránsito intenso y pesado, en donde además existan condiciones de derrame de combustibles y aceites que destruyan un pavimento flexible, como son los paraderos de autobuses, talleres y zona de depósito, etc. También podrán utilizarse en avenidas y calles principales en zonas de la ciudad en que predomine este tipo de pavimento.

008.D.01 ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

Los elementos que deben formar la estructura del pavimento rígido, son los siguientes:

— Subbase. Sus funciones son las de proporcionar una superficie uniforme que sirva de apoyo adecuado a las losas y facilite el colado del pavimento, además de proporcionarle una protección contra efectos indeseables.

— Losas de concreto hidráulico. Son elementos que cumplen la función estructural de soportar y transmitir a las capas subyacentes en forma conveniente los esfuerzos que ocasiona el tránsito. Proporcionan además una superficie de rodamiento durable, con la textura conveniente para hacer cómodo y seguro el tránsito de vehículos resistiendo los efectos destructivos de éste y del clima.

  El espesor de las losas deberá determinarse en cada caso en función de la carga de tránsito prevista.

Para controlar el agrietamiento que los esfuerzos de flexión y tensión tienden a producir en la losa, por cambios de temperatura y humedad, deberán proyectarse las juntas longitudinales y transversales necesarias, dotadas de elementos transmisores de cargas, si ello es necesario.

008.D.02 PARAMETROS DE DISEÑO

008.D.02.a Tránsito

Para el diseño del pavimento rígido se utilizará el número de ejes de cada uno de los grupos de pesos de ejes que se estime actuarán durante la vida útil de la obra vial.

008.D.02.b Módulo de reacción de la subrasante

El módulo de reacción (k) de la subrasante y de la subbase podrá determinarse mediante ensayes de placa sobre plataformas de prueba, construidas en condiciones similares a las esperadas para la obra vial. Se aceptará también como satisfactorio, el valor obtenido por correlación con el índice VRS.

008.D.02.c Módulo de resistencia a la tensión por flexión (M.R.)

El valor de proyecto deberá establecerse atendiendo a razones de orden práctico y económico, pero sin que resulte menor de 35 kg/cm² (3.43 MPa) a los 28 días de edad.

008.D.02.d Dimensionamiento

El diseño del espesor de la losa podrá efectuarse mediante el método propuesto por la Asociación del Cemento Portland (PCA) de EE.UU. o cualquier otro método semejante a juicio del proyectista, quien efectuará los ajustes que la experiencia y la práctica aconsejen introducir para las condiciones propias del subsuelo de la Ciudad de México. El diseño de las juntas se hará considerando las recomendaciones establecidas por el propio método utilizado para el dimensionamiento del espesor de las fosas.

008.E PAVIMENTOS DE ADOQUIN

Los pavimentos de adoquín se utilizarán principalmente en zonas de plazoletas, banquetas, estacionamientos de automóviles, y en las calles en donde exista de antemano este tipo de pavimento.

008.E.01 ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

Cuando el pavimento se diseñe para tránsito vehicular, la estructura constará de adoquín, una cama de arena, base, subbase y capa subrasante; si se destina para uso peatonal, como en las plazoletas, banquetas, etc., podrá constituirse por una subbase, cama de arena o capa de mortero y el adoquín.

008.E.02 PARAMETROS DE DISEÑO

Se considerarán los establecidos para el diseño de pavimento flexible, indicados en 008.C.02.

008.E.02.a Dimensionamiento

Para el dimensionamiento de los pavimentos de adoquín, se utilizará un método aplicable a pavimentos flexibles, como se indica en 008.C.02.c, considerando que el adoquín sustituirá a la carpeta asfáltica.

008.F PAVIMENTO PARA LA SOLUCION SUBTERRANEA EN CAJON

Para la reposición del pavimento en la zona afectada por la construcción de la línea en cajón, deberá utilizarse el mismo tipo de pavimento existente en la vialidad afectada, debiendo proyectarse conforme a lo establecido para los pavimentos de tipo flexible, rígido o de adoquín, en las cláusulas 008.C, D y E, respectivamente, teniendo en cuenta que las terracerías en este caso serán construidas conforme a lo establecido en el Capítulo 3.01.03.010.

008.G ZONAS DE CRUCE CON VIAS DE FERROCARRIL, TREN LIGERO, ETC.

La solución de la estructura del pavimento en estas zonas será mediante un pavimento mixto, constituido por losas de concreto hidráulico recubiertas por una carpeta asfáltica.

Las losas de concreto hidráulico deberán diseñarse para soportar las cargas aplicadas por los vehículos y tanto el material rodante como las vías férreas se apoyarán en ellas. La carpeta asfáltica constituirá un relleno para obtener el nivel de rasante de la vialidad y su espesor será igual al espacio existente entre el hongo del riel y la superficie de las losas de concreto.

008.H MATERIALES

En la tabla 8.1 se presentan los diferentes elementos involucrados en este capítulo, indicándose los materiales que los constituyen y las referencias a las especificaciones que establecen su calidad, correspondientes al Libro 4, Calidad de Materiales. Asimismo, en la citada tabla se presentan las recomendaciones para el espesor mínimo de capa, grado de compactación y prueba de referencia, correspondientes a los elementos que requieren de tales recomendaciones.

Tabla 8.1 Materiales para pavimentos

Elemento	Grado de compactación mínimo, en %	Prueba de referencia	Espesor mínimo de capa, en cm	Material y especificación de calidad
1. Terreno de cimentación	85, en los 15 cm superiores cuando sea posible	Próctor estándar	15 cm superiores	Natural escarificado y/o estabilizado
2. Cuerpo del terraplén	95, en el primer metro de vialidad tipo I	Próctor estándar	-	Producto de cortes o proveniente de banco. Ver 4.01.01.015.A
	90, en el resto de espesor de vialidades tipos I y II	Próctor estándar		
3. Capa subrasante	100, en todo el espesor	Próctor estándar	15	Proveniente de banco. Ver 4.01.01.015.A
4. Subbase de pavimento flexible	100, en todo el espesor	Próctor modificada en vialiddes tipos I y II y estándar en vialidades tipo III	15	Proveniente de banco. Ver 4.01.01.015.B
5. Base de pavimento flexible y subbase de pavimento rígido	100, en todo el espesor	Próctor modificada	15	Proveniente de banco. En pavimentos flexibles puede tratarse con cemento Portland o asfáltico. Ver 4.01.01.015.C
6. Carpeta asfáltica	95, en todo el espesor	Marshall	10	Concreto asfáltico. Ver 4.01.01.015.E
7. Capa de arena para apoyo de adoquín		-	5	Proveniente de banco. Ver 4.01.01.002.B
8. Losas de concreto		-	-	Concreto hidráulico para pavimento rígido. Ver 4.01.01.015.F
9. Adoquín		-	-	Adoquines para pavimento. Ver 4.01.01.015.G

CAPITULO 2.01.04.001

INTRODUCCION

En esta sección se prescriben los requisitos generales de diseño estructural aplicables a todas las construcciones, modificaciones o ampliaciones de las obras para el Ferrocarril Metropolitano de la Ciudad de México (Metro).

Donde los requisitos prescritos estén previamente establecidos en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (RCDF), o en cualquier otro reglamento, se hará referencia directa a ellos, y sus preceptos se adoptarán íntegramente dentro del cuerpo de estas Especificaciones.

En el caso del RCDF, deberán ser consideradas las Normas de Emergencia que fueron editadas a raíz del sismo del 19 de septiembre de 1985, así como las futuras modificaciones que se hagan al RCDF por este concepto, en los aspectos que resulten afectados por estas Especificaciones.

CAPITULO 2.01.04.002

SOLICITACIONES

En este capítulo se señalan los lineamientos que deberán seguirse para determinar las cargas a considerar en el diseño de las estructuras del Metro.

002.A CONSIDERACIONES GENERALES

Los requisitos correspondientes a los incisos 002.A.01 al A.08 inclusive, deberán ser consultados íntegramente en el Título IV del RCDF (Requisitos de Seguridad y Servicios para las Estructuras) en su Capítulo XXXII (Acciones).

002.A.01 CRITERIO PARA CONSIDERAR LAS ACCIONES

002.A.02 CLASIFICACION DE LAS ACCIONES

002.A.03 ACCIONES PERMANENTES

002.A.04 ACCIONES VARIABLES

002.A.05 ACCIONES ACCIDENTALES

002.A.06 CRITERIO GENERAL PARA DETERMINAR LA INTENSIDAD NOMINAL DE LAS ACCIONES NO ESPECIFICADAS

002.A.07 DETERMINACION DE LOS EFECTOS DE LAS ACCIONES

002.A.08 COMBINACIONES DE ACCIONES

002.B CARGAS MUERTAS

Se considerarán como cargas muertas el peso de muros, trabes, columnas, pisos y todos los demás elementos de carga permanente que se localicen en una estructura y cuya intensidad no varía con el tiempo; esto incluye las instalaciones y equipo que ocupen una posición fija y permanente en la construcción, así como futuros muros divisorios y otros elementos no estructurales que puedan colocarse posteriormente.

002.B.01 VALORES NOMINALES

Para la estimación de las cargas muertas deberán usarse los pesos unitarios especificados en el capítulo XXXV del Título IV del RCDF.

002.B.02 CARGA MUERTA ADICIONAL PARA PISOS DE CONCRETO

En el caso de que se tenga una losa de concreto colada en sitio o una losa precolada que lleve un mortero adicional de concreto, la carga muerta deberá calcularse conforme al capítulo XXXV del Título IV del RCDF.

002.B.03 CARGAS MUERTAS PARA LOS TRAMOS DE LA SOLUCION EN VIADUCTO ELEVADO

Se considerará el peso propio de la estructura, andadores, parapetos, balasto, durmientes, rieles, pistas de rodamiento, barras guía y el peso de cables conductores de electricidad. En el caso de balasto deberá considerarse una sobrecarga de 15 cm para renivelaciones futuras. El peso del balasto será considerado como sigue:

$$\text{Peso volumétrico mínimo} = 1.60\ t/m^3$$

$$\text{Peso volumétrico máximo} = 1.80\ t/m^3$$

El peso del conjunto formado por durmientes, rieles, pistas de rodamiento, barras guía y cables conductores de electricidad se considerará de 1300 kg por cada metro lineal de tramo de dos vías. Para tramo compuesto por un número de vías diferentes a dos, el peso se modificará proporcionalmente.

002.B.04 CARGAS MUERTAS PARA PUENTES VEHICULARES

Deberá considerarse el peso propio de la estructura, carpeta asfáltica, banquetas, parapetos, instalaciones eléctricas y para iluminación. Para el cálculo de la carga muerta de las losas del puente deberá considerarse lo especificado en 2.01.04.002.B.02. Con el objeto de prevenir futuras repavimentaciones debe considerarse una sobrecarga de 100 kg/m^2.

002.C CARGAS VIVAS

Se considerarán como cargas vivas las fuerzas gravitacionales que obran en una construcción y que no tienen carácter permanente; pueden ser móviles o movibles.

002.C.01 TIPOS DE CARGAS VIVAS

Las cargas vivas que deberán emplearse para diseño estructural por fuerzas gravitacionales, para calcular asentamientos inmediatos en suelos, para el diseño estructural de la cimentación ante cargas gravitacionales, para diseño sísmico, para diseño por viento, para revisiones de distribuciones de cargas más desfavorables que la uniformemente repartida sobre toda el área de contacto o para el cálculo de asentamientos diferidos en materiales poco permeables (limos y arcillas) saturados, se deberá consultar íntegramente el capítulo XXXVI del Título IV del RCDF.

002.C.02 VALORES NOMINALES

Las cargas vivas unitarias nominales no se considerarán menores que las especificadas en el capítulo XXXVI del Título IV del RCDF.

002.C.03 CARGAS VIVAS EN PASILLOS, ANDENES Y ANDADORES

Para pasillos deberán consultarse los valores consignados en el capítulo XXXVI del Título IV del RCDF en la tabla de "Cargas vivas unitarias de diseño", en su sección "Comunicación para peatones".

En andenes de estaciones para el Metro y en los andadores del tramo en viaducto elevado, se deberán considerar las cargas vivas consignadas en la siguiente tabla.

Destino del piso o cubierta	Carga viva unitaria de diseño, en kg/m²		
	w	w_a	w_m
Andenes	200	500	500
Andadores	150	300	400

En la tabla, "w" es la carga media que se deberá emplear en el cálculo de asentamientos diferidos en materiales poco permeables (limos y arcillas) saturados; "w_a" es la carga instantánea que se deberá usar para diseño sísmico y por viento, y cuando se revisen distribuciones de carga más desfavorables que la uniformemente repartida sobre toda el área. La carga viva máxima "w_m" se deberá emplear para diseño estructural por fuerzas gravitacionales y para calcular asentamientos inmediatos en suelos, así como en el diseño estructural, ante cargas gravitacionales de los cimientos.

002.C.04 CARGAS VIVAS EN ESCALERAS

Para el diseño de escaleras deberán consultarse los valores consignados en el capítulo XXXVI del Título IV del RCDF en la tabla de "Cargas vivas unitarias de diseño", en su sección "Comunicación para peatones".

002.C.05 CARGAS VIVAS EN OFICINAS

Para el diseño de edificios destinados a oficinas se deberá consultar el capítulo XXXVI del Título IV del RCDF, así como las Modificaciones de Emergencia al Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal", en su sección "Cargas vivas en oficina".

002.C.06 CARGAS VIVAS EN TALLERES Y SUBESTACIONES

002.C.06.a En el diseño de pisos se tomarán precauciones para tener en cuenta las cargas concentradas provocadas por aquellas instalaciones mecánicas y eléctricas, así como las de otro tipo, donde el peso de estos equipos o instalaciones produzcan esfuerzos mayores que los de las cargas uniformes especificadas para esos pisos.

002.C.06.b Cuando existan cargas concentradas como las que se señalan en el inciso anterior, se supondrán aplicadas en las áreas donde produzcan los máximos esfuerzos.

002.C.06.c Las cargas vivas debidas a los equipos mecánicos y eléctricos, así como a otro tipo de instalaciones, incluirán los efectos de impacto, cuyo valor deberá ser consultado en las especificaciones de los fabricantes de cada equipo.

002.C.07 CARGAS VIVAS DE EQUIPO

Las salas de generadores, las de equipo mecánico, cuartos de máquinas y de bombeo, cuartos de transformadores, así como los equipos de ventilación y aire acondicionado, se diseñarán considerando el peso del equipo proporcionado por el proveedor sin que éste se tome menor de 360 kg/m².

002.C.07.a Las cargas vivas especificadas se tomarán como las mínimas para el diseño de las estructuras destinadas a los usos señalados.

Para las áreas no especificadas en esta sección, se supondrá que soportan cargas similares si dan lugar a acciones del mismo tipo que las especificadas.

002.C.08 CARGAS VIVAS OCASIONADAS POR EL METRO

Las cargas vivas producidas por el Metro sobre las estructuras, consisten en las cargas de un tren tipo de nueve vagones o en las cargas del tren de mantenimiento. En el caso del tren tipo, la carga por eje se tomará con un valor de 12.2 t más impacto conforme a 002.C.08.d (fig 002-1).

002.C.08.a La distancia entre ejes para el tren tipo será como se indica en la fig 002-1.

002.C.08.b Las cargas vivas producidas por el tren de mantenimiento del Metro sobre las estructuras de los tramos en viaducto elevado, consistirán de una carga P_1 de 17.325 toneladas métricas y de una carga P_2 de 20 toneladas métricas. Estos valores de las cargas no incluyen el impacto (fig 002-2).

002.C.08.c La distancia entre los ejes para el tren de mantenimiento se indica en la fig 002.2.

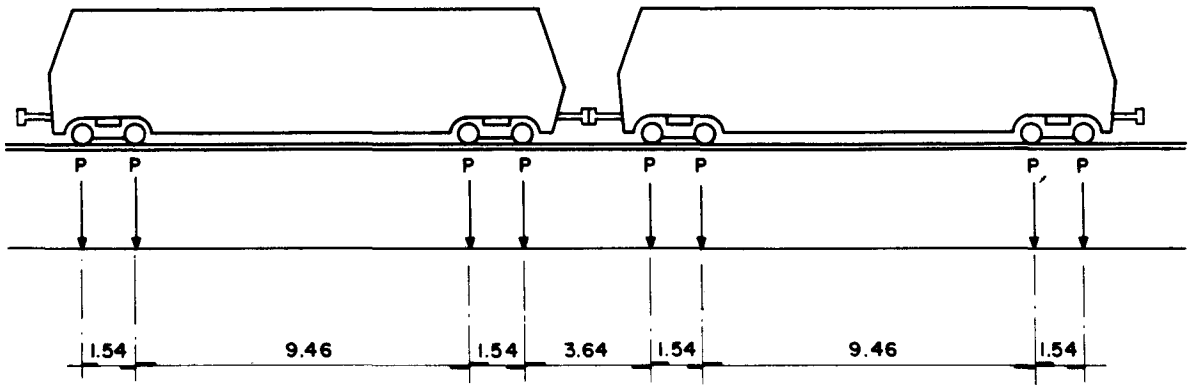
002.C.08.d Se considerará un incremento de la carga por efecto de impacto de 30 por ciento para el tren tipo y de 25 por ciento para el tren de mantenimiento.

002.C.08.e Fuerzas longitudinales

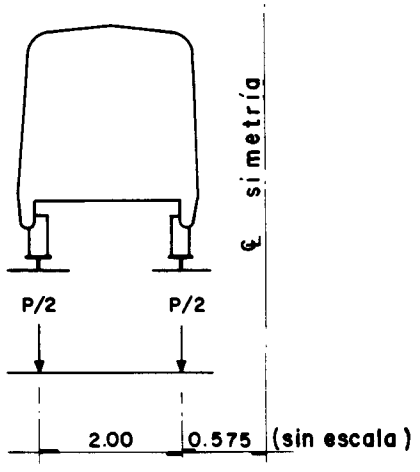
El frenaje y la aceleración de los trenes provocará fuerzas longitudinales sobre las estructuras del Metro, que deberán considerarse aplicadas a una altura de 1.83 m sobre el hongo del riel.

Frenaje. Para evaluar la fuerza de frenaje se considerará una aceleración negativa de 2.1 m/s².

Aceleración. Para este efecto se considerará una aceleración de 1.9 m/s².



a) VISTA LONGITUDINAL



b) SECCION TRANSVERSAL

Cargas por eje P = 12.2 t sin impacto
Cargas por eje P = 15.9 t con 30 % de incremento por impacto

Notas: Cada convoy consta de 9 vagones tipo
Acotaciones, en m

Fig 002-1 Metro elevado. Tren tipo

002.C.08.f Fuerzas de cabeceo

En la circulación de los trenes tipo y de mantenimiento, se deben considerar los efectos de cabeceo que dan lugar a fuerzas laterales sobre la estructura. Se considerará una carga horizontal, transversal al eje del Metro, del 25 por ciento del peso de uno de los ejes por cada tramo de la estructura, aplicada 20 cm arriba del hongo del riel.

002.C.08.g Fuerza centrífuga

En los tramos en curva de la estructura en viaducto elevado del Metro, se considerará una fuerza centrífuga por cada eje aplicada radialmente y localizada a una altura de 1.83 m sobre el hongo del riel.

Para el cálculo de dicha fuerza se deberá considerar el radio de curvatura y una velocidad del vagón del Metro de 80 km/h.

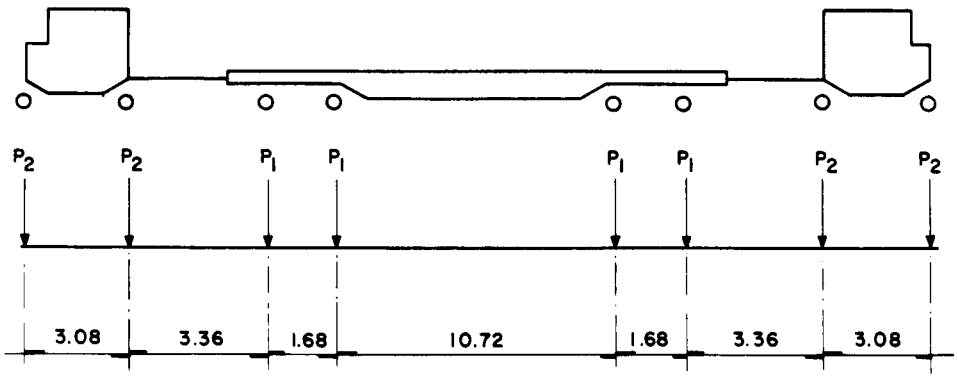
002.C.09 CAMBINACIONES DE CARGAS

Para el análisis de las estructuras relacionadas con el Metro, se deberán hacer las combinaciones de cargas muertas más cargas vivas, y de cargas muertas más cargas vivas más las debidas a efectos accidentales, tales como el viento o sismo, como se indica en los párrafos siguientes.

002.C.09.a Cargas permanentes en los tramos en viaducto elevado del Metro

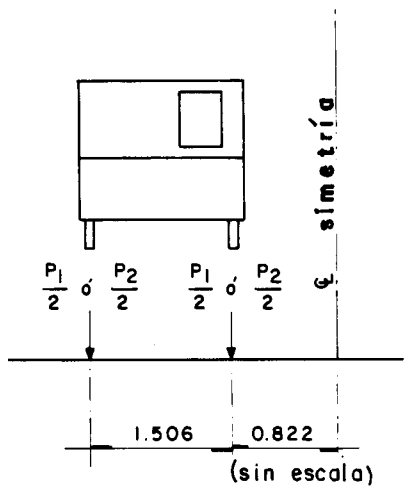
Se hará la combinación de posiciones del tren tipo y del tren de mantenimiento, de tal manera que produzcan los mayores elementos mecánicos* en la sección

* Se consideran como elementos mecánicos las fuerzas axiales de tensión o compresión, las fuerzas cortantes o de tensión diagonal, la flexión y la torsión.



(sin escala)

a) VISTA LONGITUDINAL



(sin escala)

b) SECCION TRANSVERSAL

Cargas por eje $P_1 = 17.325$ t (sin impacto)

Cargas por eje $P_2 = 20$ t (sin impacto)

Cargas por eje $P_1 = 17.325 \times 1.25 = 21.656$ t con 25% de incremento por impacto

Cargas por eje $P_2 = 20.000 \times 1.25 = 25.000$ t con 25% de incremento por impacto

Acotaciones, en m

Fig 002 – 2 Metro elevado Tren de mantenimiento

o miembro analizado, incluyendo los efectos debidos a impacto, frenaje, aceleración, cabeceo y fuerza centrífuga de cada tren, más las cargas muertas. También se considerará el efecto de un solo tren en la posición más crítica para cada sección o miembro analizado, incluyendo el impacto, frenaje o aceleración, el cabeceo y la fuerza centrífuga de cada tren, así como la acción de las cargas muertas.

002.C.09.b Cargas accidentales en los tramos de viaducto elevado

Se hará la combinación de los trenes tipo y de mantenimiento de tal manera que produzcan los mayores elementos mecánicos en la sección o miembro analizado. En este aspecto se deberán incluir las fuerzas debidas a frenaje o aceleración, las de cabeceo y la centrífuga de uno de los trenes, más los efectos de viento o sismo, así como las cargas muertas.

También se considerará el efecto de un solo tren en la posición más desfavorable, incluyendo las fuerzas de frenaje o aceleración, de cabeceo y fuerza centrífuga que le correspondan, más los efectos de viento o sismo y las cargas muertas.

002.C.10 CARGAS VIVAS DE CAMIONES

Las cargas vivas consisten de camiones de carga idealizados estándar o de cargas equivalentes a una serie de camiones. Se deberán considerar cuatro tipos de carga según sea necesario, como se especifica en los siguientes párrafos 002.C.10.a al d.

002.C.10.a El camión HS-20-44 que representa un tractor de dos ejes, más un semirremolque de un sólo eje (fig 002-3a).

002.C.10.b La carga de carril equivalente, que habrá de usarse si produce elementos mecánicos mayores a la correspondiente carga de camión (fig 002-3b).

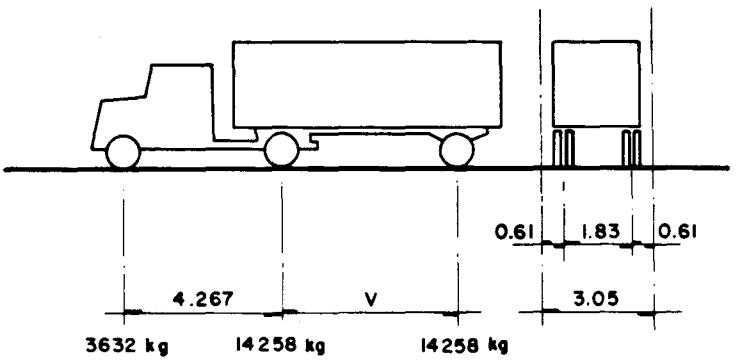
002.C.10.c El camión T3-S2-R4, que consta de un tractor y dos remolques y en la que se consideran nueve ejes (fig 002-4a).

002.C.10.d El camión T3-S3, que consta de un tractor y un remolque, con seis ejes en total (fig 002-4b).

002.C.10.e Aplicación de las cargas

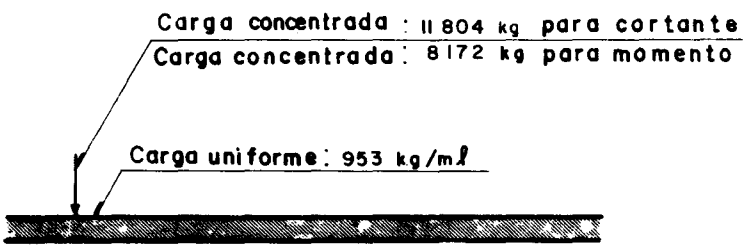
1) Se supondrá que la carga de carril o de camión estándar ocupa un ancho de 3.05 m. Estas cargas se colocarán en carriles de tránsito de 3.05 m de ancho de diseño, espaciados a través de la totalidad del ancho de la calzada del puente, en número y posiciones requeridas para que produzcan los máximos elementos mecánicos.

2) Cada una de las cargas en un carril de 3.05 m de ancho o de un solo camión estándar, será considerado como una unidad. No se usarán fracciones de anchos de carga de carril o de camión.



V Variable (de 4.267 m a 9.144 m inclusive)
La separación que se utilice será la que produzca el esfuerzo máximo

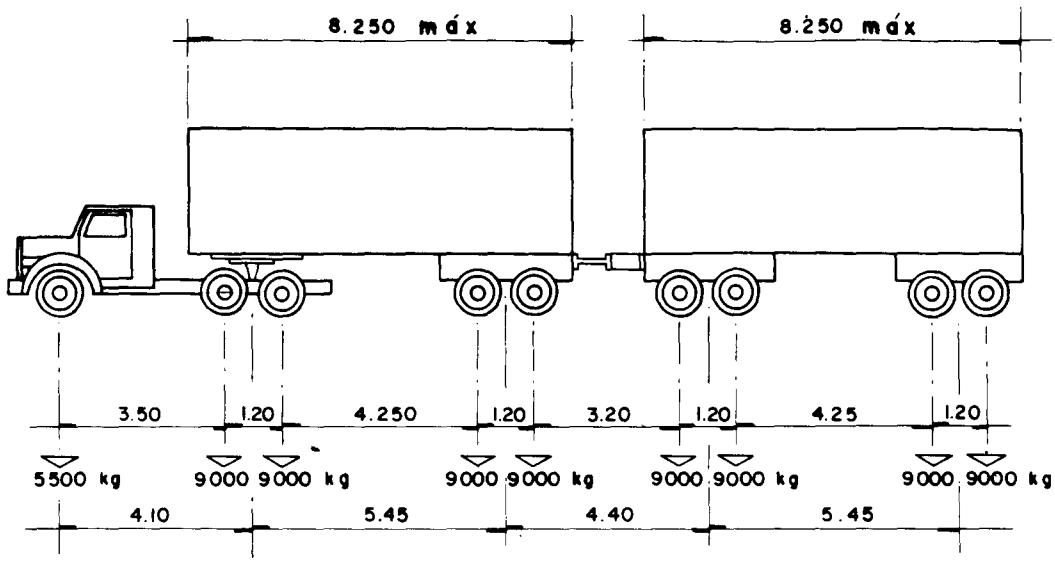
a) DISTANCIAS Y CARGAS (CARGAS POR EJE)



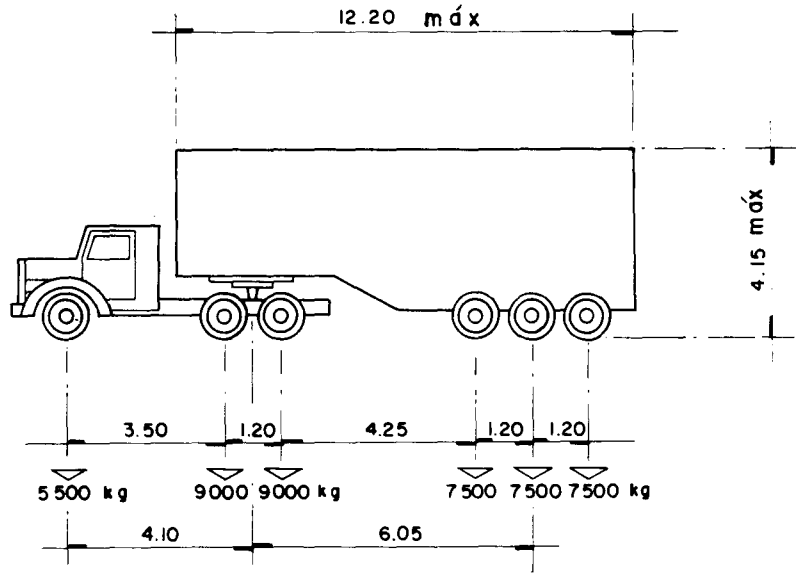
b) CARGAS EQUIVALENTES (POR CARRIL)

Acotaciones, en m

Fig 002 - 3 Cargas vivas de camiones.
Camión HS - 20 - 44



a) T3 - S2 - R4



b) T3 - S3

Acotaciones, en m

Fig 002 - 4 Cargas vivas de camiones
Camiones T3-S2-R4 y T3-S3

3) El número y posición de las cargas de carril o de camión, serán tales que produzcan los esfuerzos máximos sujetos a las reducciones que se especifican a continuación.

4) Cuando en cualquier miembro se produzcan máximos elementos mecánicos por el efecto de cargar simultáneamente varios carriles, se usarán los siguientes porcentajes de reducción de los elementos mecánicos resultantes de carga viva en vista de la poco probable coincidencia de las cargas máximas:

Uno o dos carriles	100 por ciento
Tres carriles	90 por ciento
Cuatro o más carriles	75 por ciento

002.C.10.f Impacto

Los efectos de carga viva debidos a la carga de camión o la equivalente de carril, se incrementarán para tomar en cuenta las vibraciones y la súbita aplicación de la carga. El incremento se calculará mediante la fórmula:

$$I = \frac{15.24}{L + 38} \leq 0.30$$

en que I es el porcentaje de incremento por impacto en los efectos de carga viva y L es la longitud del claro en metros. El porcentaje máximo de impacto que se usará será de 30 por ciento.

002.C.10.g Cargas laterales en parapetos

Las piezas de parapetos se diseñarán para resistir una fuerza lateral horizontal perpendicular al plano del parapeto conforme a las Especificaciones para el Diseño de Puentes de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

La distribución y punto de aplicación de la carga será como se especifica en las mismas normas.

002.C.11 CARGAS VIVAS DE FERROCARRIL

Las cargas vivas producidas por un convoy de ferrocarril sobre el cajón subterráneo del Metro, se valuarán de conformidad con las especificaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes en lo relativo a los puentes para ferrocarril, tomando en cuenta que estas cargas pueden distribuirse sobre el techo del cajón subterráneo en función del espesor del relleno.

002.C.12 CARGAS VIVAS EN PASOS PEATONALES

Para el diseño de pasos peatonales se deberá considerar una carga viva no menor a los siguientes valores: $w = 70$ kg/m^2, $w_a = 300$ kg/m^2 y $w_m = 500$ kg/m^2. Los términos w, w_a y w_m fueron definidos en 002.C.03 de este capítulo.

002.D CARGAS ACCIDENTALES

Serán consideradas como cargas accidentales las acciones dinámicas o sus equivalentes estáticas debidas a sismos y las acciones estáticas y dinámicas debidas a viento.

002.D.01 CARGAS PROVOCADAS POR SISMO

002.D.01.a Cargas sísmicas en edificios

El efecto y la evaluación de las cargas sísmicas en este tipo de estructuras deberá determinarse conforme al capítulo XXXVII del Título IV del RCDF tomando en cuenta las "Modificaciones de Emergencia para Diseño por Sismo" del mismo Reglamento.

002.D.01.b Cargas sísmicas en estructuras en viaducto elevado para el Metro

Donde sea aplicable, se incorporarán a estas especificaciones las disposiciones del RCDF relativas a diseño sísmico conforme al capítulo XXXVII del Título IV y a las "Modificaciones de Emergencia para Diseño por Sismo" del RCDF.

002.D.01.c En las zonas de terreno compresible, se tomará en cuenta el efecto de la interacción suelo-estructura, tanto en las estructuras subterráneas como en las estructuras en viaducto elevado para el Metro.

002.D.01.d Para valuar los elementos mecánicos en las columnas del Metro en viaducto elevado, se tomará en cuenta el efecto de la inercia rotacional de la masa superior, tanto en dirección longitudinal como transversal al eje de trazo.

002.D.01.e El análisis por sismo se llevará a cabo en dos direcciones horizontales perpendiculares entre sí: longitudinal y transversal al eje de trazo de la estructura.

002.D.02 CARGAS PROVOCADAS POR VIENTO

002.D.02.a Cargas de viento en edificios, parapetos y bardas

Los efectos del viento en edificios, parapetos y bardas, se deberán considerar conforme al capítulo XXXVIII del Título IV del RCDF.

002.D.02.b Cargas de viento en las estructuras del Metro en viaducto elevado

Los valores de las cargas de viento actuando en la estructura elevada se calcularán de conformidad con lo indicado en el capítulo XXXVIII del Título IV del RCDF.

002.D.02.c Cargas de viento en estaciones del Metro en viaducto elevado

En el diseño de las estaciones en viaducto elevado para el Metro, se deberá considerar el efecto de viento producido por el desplazamiento del tren tipo en el interior de la estación. Estos efectos deberán valuarse en función del tipo de estructura y de estudios especiales en cada caso.

002.E OTRAS SOLICITACIONES

Adicionalmente a las cargas mencionadas en las cláusulas anteriores, en toda estructura deberá contemplarse la posibilidad de que existan efectos provocados por los empujes laterales del suelo, por la contracción y dilatación de los materiales expuestos a variaciones de temperatura y por los hundimientos diferenciales y totales, así como por giros que pudieran presentarse.

002.E.01 EMPUJES LATERALES DEL SUELO

Los empujes laterales provocados por el suelo deberán ser considerados en los parapetos del Metro superficial, en el sistema de ademe empleado para las excavaciones de tramo y estaciones subterráneas, así como de sus accesos, en las paredes laterales de las secciones en túnel para tramo y estaciones, en muros de retención y en toda aquella estructura cuyos elementos verticales estén en contacto con el suelo.

002.E.01.a Los criterios para determinar el valor del empuje del suelo sobre estructuras de contención, deberán ser consultados en la cláusula 2.01.03.004.B del capítulo de excavaciones de la sección de mecánica de suelos.

002.E.01.b En los muros de retención, además del empuje lateral del suelo, deberá tomarse en cuenta su efecto sísmico como se especifica en el capítulo XXXVII del Título IV del RCDF.

002.E.02 EFECTOS DE CONTRACCION Y DILATACION DE LOS MATERIALES

En las estructuras continuas de concreto, concreto presforzado o acero, que estén expuestas a variaciones de temperatura, cuyos cambios de longitud debido a contracción o dilatación de los materiales sean importantes, se deberá considerar el efecto que inducen

en otros elementos como pudieran ser: flexiones adicionales y fuerzas cortantes adicionales a las calculadas bajo cargas muertas, vivas y accidentales.

002.E.02.a En estructuras de concreto o acero cuya longitud sea excesiva, se deberán procurar juntas de dilatación que permitan el desplazamiento libre entre ellas por cambios volumétricos.

002.E.02.b En el tramo de Metro superficial se deberán tener juntas de contracción y de dilatación en losa de fondo y muros, orientadas perpendicularmente al eje de trazo de la línea. Estas juntas se colocarán alternadamente de manera que tanto la losa de fondo como los muros puedan tener libertad de desplazamiento longitudinal.

El ancho de la junta de dilatación y la distancia entre juntas dependerán del material de construcción así como de los valores de temperatura ambiental máxima y mínima. Con el objeto de evitar desplazamiento transversal relativo entre losas de fondo o muros, en cada junta de contracción y de dilatación se deberá tener un dispositivo que impida tal desplazamiento; estos dispositivos pueden ser a base de pasajuntas de barras lisas de acero o llaves de cortante.

002.E.02.c En los tramos y estaciones del Metro en cajón subterráneo y en túnel, la temperatura tiene pequeñas variaciones que no afectan a la estructura en cuanto a los fenómenos de contracción y dilatación. No obstante, la contracción por secado requiere que se planeen juntas de contracción en combinación con el acero necesario para cambios volumétricos, con objeto de minimizar el agrietamiento del concreto.

002.E.02.d En los elementos presforzados (pretensados o postensados) el efecto de la contracción deberá tomarse en cuenta en la evaluación de las pérdidas de presfuerzo.

002.E.03 EFECTOS DE HUNDIMIENTOS DIFERENCIALES Y TOTALES, Y GIROS

Los hundimientos tanto diferenciales como totales y los giros se deben considerar en todas aquellas estructuras que se desplanten en suelos compresibles o de transición.

002.E.03.a Estimación de los efectos

Los hundimientos diferenciales y totales así como los giros entre dos estructuras contiguas, dependerán del tipo de cimentación elegida y de la presión ejercida al suelo, y para su evaluación se deberán consultar los lineamientos señalados en el capítulo 2.01.03.003 de cimentaciones de la sección de mecánica de suelos.

002.E.03.b Estructuras continuas

En estructuras continuas deberán preverse los hundimientos tanto diferenciales como totales y los giros, en la evaluación de los momentos flexionantes y las fuerzas cortantes, adicionales a los valores estimados bajo efectos de carga muerta, viva y accidental.

002.E.03.c Juntas constructivas

En donde se tengan juntas constructivas que permitan el giro entre dos estructuras (articulaciones), se deberá considerar el efecto que produce la transmisión de la fuerza cortante en la junta: los dispositivos para transmitir tal fuerza podrán ser a base de pasajuntas de barras lisas de acero o mediante llaves de cortante.

CAPITULO 2.01.04.003

CRITERIOS DE ANALISIS

En este capítulo se describen los criterios de análisis que deberán adoptarse para el diseño de las estructuras del Metro de la Ciudad de México en sus diferentes soluciones: tramo y estaciones superficiales, en cajón subterráneo, en túnel y en viaducto elevado, así como para el análisis de puentes vehiculares, naves de talleres, pasos peatonales y edificaciones.

003.A SOLUCION DE ESTRUCTURA SUPERFICIAL PARA EL METRO

Las estructuras superficiales para el Metro se dividen para su análisis, en estructuras para tramo y en estructuras para estación. Además, se clasifican según que su construcción se haga en suelos compresibles o en suelos no compresibles.

003.A.01 SOLUCION SUPERFICIAL PARA TRAMO

Las estructuras superficiales para tramo del Metro, podrán ser desplantadas sobre suelos compresibles o no, según sea la zonificación estratigráfica de la Ciudad de México a que corresponda. En cada caso particular se adoptará la solución señalada en 003.A.01.a o 003.A.01.c, respectivamente, de este capítulo.

003.A.01.a Estructuras para tramo, desplantadas sobre suelo compresible

Las estructuras para tramo desplantados sobre suelo compresible podrán consistir en una losa de cimentación alojada directamente sobre la superficie del terreno, o en tajo, es decir que las vías estén a una determinada profundidad con respecto al nivel de la banqueta. Los parapetos laterales se integrarán monolíticamente a la losa de cimentación.

003.A.01.b Análisis

Para su análisis, se considerarán las cargas siguientes:

1) El peso propio de la estructura así como el peso de cargas muertas adicionales tales como el balasto, durmientes, vías, charolas, cables e instalaciones diversas que se alojen sobre la estructura.

2) El impacto producido por los vehículos que circulan en las vialidades laterales. Esta fuerza se considerará actuando directamente sobre el parapeto conforme a 002.C.10.g de esta sección.

3) Un empuje lateral del terreno sobre la porción enterrada del parapeto conforme a 002.E.01 de esta sección.

4) El efecto de la combinación más desfavorable de las cargas del convoy del Metro, según se señala en 002.C.09 de esta sección.

Se tomará en cuenta asimismo, el efecto de la interacción suelo-estructura.

003.A.01.c Estructuras para tramo desplantadas sobre suelo no compresible

Estas podrán consistir de los parapetos de protección lateral sobre zapatas corridas, sin losa de cimentación, y sobre una base de suelo mejorado.

Para su análisis se considerarán las siguientes cargas:

1) La fuerza horizontal de impacto que se indica en A.01.b, subpárrafo 2, de este capítulo.

2) El empuje lateral que se indica en A.01.b, subpárrafo 3 de este capítulo.

3) El peso propio de los parapetos y de las zapatas corridas, así como las instalaciones sobre parapetos.

003.A.02 SOLUCION SUPERFICIAL PARA ESTACIONES

Además de las cargas indicadas anteriormente en 003.A.01.b y c, se deberán adicionar las cargas muertas y vivas de los andenes, pasillos, escaleras y de las estructuras de la techumbre en las estaciones del Metro, en las que habrá que considerar también los efectos de viento y sísmicos.

Se considerará también, si las estructuras para las estaciones se desplantan sobre suelos compresibles o no compresibles. Cuando parte de la estación esté construida bajo la superficie, deberá analizarse conforme a lo señalado en la siguiente cláusula 003.B.

003.B ESTRUCTURAS PARA EL METRO CON SOLUCION EN CAJON SUBTERRANEO

Estas estructuras se realizarán a cielo abierto y pueden o no necesitar de ademe para la excavación, dependiendo de las características del suelo y del área disponible para la construcción.

003.B.01 SOLUCION EN CAJON SUBTERRANEO PARA TRAMO

Para el ademe de la excavación puede utilizarse cualquiera de los sistemas conocidos y considerar su peso como parte de la estructura al hacer los análisis de compensación.

Atendiendo al tipo de suelo y al tipo de estructura que se utilice como solución, se pueden formar tres grupos: estructuras que se construyen y desplantan en suelo blando, estructuras que se construyen y desplantan sobre un suelo de transición y estructuras que se construyen y se desplantan en un suelo no compresible.

003.B.01.a Estructuras en suelo blando

Normalmente requerirán de ademe o tablestacado. La tablestaca podrá formar parte de la estructura definitiva de la sección o utilizarse sólo como ademe, construyéndose otra estructura para la sección por la que circula el Metro.

Se analizará el comportamiento de la tablestaca ante el empuje del suelo para todas las cargas que se presenten durante las distintas etapas de la construcción (inciso 002.E.01 de esta sección). En el caso de que la tablestaca forme parte de la estructura definitiva, deberán considerarse también los efectos que le inducen los elementos estructurales definitivos al actuar las cargas que se presentan durante la construcción y el servicio.

La sección definitiva por la que circulará el Metro, deberá analizarse considerando las cargas que se presenten en las diferentes etapas de la construcción y el servicio.

Deben considerarse en este análisis, las diferentes características de las secciones de los elementos estructurales y sus juntas, que se presenten en cada etapa.

003.B.01.b Estructuras en suelo de transición

En el caso de requerirse un ademe o tablestaca, éste podrá formar parte de la estructura definitiva, o bien utilizarse sólo durante el proceso constructivo.

En cualquier caso, el análisis se llevará a cabo como se señala en 003.B.01.a de este capítulo y según los lineamientos que se dicten en las Especificaciones de mecánica de suelos (ver cláusula 2.01.03.004.B de excavaciones con estructuras de contención).

003.B.01.c Estructuras en suelos no compresibles

En general, estas estructuras no requerirán ademe.

Las características de los taludes de excavación estarán dadas por las especificaciones de mecánica de suelos (cláusulas 2.01.03.004.A de estabilidad de taludes en excavaciones).

En caso de requerirse ademe, éste podrá formar parte de la estructura definitiva.

El análisis se efectuará según se indica en 003.B.01.a de este capítulo.

003.B.02 SOLUCION EN CAJON SUBTERRANEO PARA ESTACIONES

Se analizarán de conformidad con los párrafos B.01.a o B.01.b de este capítulo, según la estratigrafía que corresponda, adicionando las cargas muertas, vivas, sísmicas y los empujes del suelo que obren sobre las estructuras que se construyan en las estaciones del Metro.

003.C ESTRUCTURAS PARA EL METRO CON SOLUCION EN TUNEL

La profundidad para estas estructuras estará determinada por el tipo de suelo en el que se alojen, por el diámetro de la sección transversal y por las necesidades del perfil del trazo de la línea. En lo que respecta al tipo de suelo y espesor mínimo sobre la clave del túnel, estará determinado por las especificaciones de mecánica de suelos en su capítulo 2.01.03.006 sobre solución en túnel.

003.C.01 SOLUCION EN TUNEL PARA TRAMOS

La sección del túnel puede adoptar una forma cualquiera, aunque de preferencia será circular, de tal manera que se disminuyan los efectos de la excavación en el suelo y los elementos mecánicos sobre el revestimiento del túnel.

La porción inferior de la sección podrá ser circular o recta, dependiendo de las ventajas que ofrezca cada tipo de superficie, el proceso constructivo y al acomodo de la vía.

Las dimensiones interiores estarán dadas según lo señalado en la sección 2.01.01 de este Libro, referente a Proyecto Geométrico.

El espesor del revestimiento será tal que permita su colado de acuerdo con el procedimiento constructivo aprobado.

Independientemente del tipo de suelo en que se excave el túnel, éste deberá ser siempre revestido.

Dependiendo del procedimiento empleado en la excavación del túnel, la sección del revestimiento podrá consistir en:

1. Dovelas: Cuando se usen "escudos" como equipo de avance en la excavación. Estas podrán constituir el revestimiento definitivo en suelos de la Zona del Lago y en la Zona de Transición, según lo que determine el estudio de mecánica de suelos y el comportamiento del revestimiento.
2. Concreto colado en sitio o lanzado: Para túneles en roca o en suelos no deformables.
3. Revestimiento primario que funcione como ademe y revestimiento definitivo: Este sistema podrá ser utilizado en suelos firmes.

Dependiendo del tipo de subsuelo, el revestimiento

primario podrá ser mediante concreto lanzado reforzado con malla de alambre o con concreto lanzado con malla de alambre o con concreto lanzado reforzado con marcos metálicos cuyo análisis y diseño debe contemplar el procedimiento constructivo; el revestimiento definitivo podrá ser con concreto lanzado reforzado o con concreto colado en sitio.

003.C.01.a Cargas sobre el revestimiento definitivo

Además del peso propio, las cargas verticales producidas por el terreno se determinarán dependiendo del tipo de suelo que se localice entre la clave del túnel, y la superficie, así como de su espesor.

Cuando el suelo sobre la clave sea firme y tenga un espesor no menor a una y media veces el diámetro del túnel, las cargas verticales podrán estimarse de acuerdo con el criterio que se determine en el inciso 2.01.03.006.B.02 de cargas sobre túneles de la sección de mecánica de suelos.

Cuando el suelo sobre la clave esté constituido por arcillas con un alto contenido de agua, las cargas verticales deberán estimarse conforme a 2.01.03.006.B.02 de la sección de mecánica de suelos.

Para considerar el efecto de la sobrecarga en el terreno que actúa sobre el túnel, se podrán hacer las distribuciones y disminuciones de carga que se indican en el capítulo 2.01.03.006, cláusula B.02 de la sección de mecánica de suelos.

Se tomarán también en cuenta los empujes laterales del terreno y la reacción vertical de éste bajo la losa de rodamiento, tomando las precauciones necesarias para no duplicar estos efectos cuando se utilicen modelos que consideren la interacción suelo-estructura.

003.C.01.b Análisis del revestimiento definitivo

Se deberá hacer considerando las diferentes etapas del procedimiento constructivo ya que, durante la ejecución de la obra, la estructura pasará por diferentes condiciones de apoyo y de cargas.

Este análisis se llevará a cabo mediante modelos comprobados, aunque resulta recomendable utilizar modelos que consideren la interacción suelo-estructura, ya sea mediante el análisis de elementos finitos o de modelos de barras que idealicen al suelo y a la estructura.

Las características elásticas del suelo y de la estructura utilizadas en el análisis, deberán calibrarse mediante mediciones y pruebas de laboratorio.

Para la determinación de los elementos mecánicos de diseño, se procederá a llevar a cabo un análisis convencional de estructura plana que tome en cuenta las cargas y las rigideces de los tramos de la estructura del túnel. Se anexarán los efectos tridimensionales en aquellos casos en que sea necesario tomarlos en cuenta, tales como en intersecciones de túneles.

Para observar el comportamiento del túnel se deberá instrumentar conforme al capítulo 2.01.03.007, cláusula D de la sección de mecánica de suelos.

003.C.02. SOLUCION EN TUNEL PARA ESTACION

La estructura puede consistir en un solo túnel, en dos túneles separados, o en dos o más túneles paralelos traslapados.

003.C.02.a Cargas sobre el revestimiento definitivo

Además de las cargas que se indican en 2.01.04.003. C.01.a, se incluirán las cargas muertas y vivas de los andenes.

003.C.02.b Análisis del revestimiento definitivo

El análisis dependerá del proceso constructivo. Si se requiere un solo túnel, éste se analizará de conformidad con 2.01.04.003.C.01.

En el caso de un solo túnel o de dos o más túneles paralelos o intersecados, se tomará en cuenta el efecto de cada etapa de la construcción, tanto en las cargas como en la interacción suelo-estructura.

Para el caso de túneles intersecados, convendrá utilizar un análisis tridimensional o una serie de análisis sustitutos de éste.

Para el diseño se emplearán los elementos mecánicos que resulten de la envolvente de todas las etapas del análisis.

003.C.03 ESTRUCTURAS DE LOS EDIFICIOS DE ACCESO PARA LAS ESTACIONES EN TUNEL

Las estructuras de acceso para las estaciones en túnel podrán ser subterráneas, sobre la superficie o una combinación de ambas. En el caso de que sean subterráneas, su construcción podrá ejecutarse haciendo la excavación a cielo abierto o mediante cualquier otro método señalado en el capítulo 2.01.03.004 de excavaciones de la sección de mecánica de suelos.

003.C.03.a Cargas sobre la estructura

Se tomarán en cuenta las cargas muertas de la estructura, incluyendo las producidas por las escaleras convencionales y las mecánicas, así como las cargas vivas que actúen sobre los vestíbulos y escaleras; también se considerarán los efectos sísmicos.

En el caso de que la estructura sea subterránea deberán tomarse en cuenta los efectos que produce el suelo, como son: el empuje horizontal que ejerce sobre los muros y la sobrecarga en la losa de techo provocada por el peso del relleno y por la carga viva de la superficie.

003.C.03.b Análisis de la estructura

Para el análisis se tomarán en cuenta los efectos producidos por las distintas etapas del procedimiento constructivo.

Para el diseño se emplearán los elementos mecánicos que resulten de la envolvente de todas las etapas del análisis.

003.C.04 LUMBRERAS

Como en el caso del túnel, la sección transversal de las lumbreras podrá ser de cualquier geometría, de preferencia circular.

Dependiendo del tipo de suelo, el revestimiento podrá ser como el que se describe en 2.01.04.003.C.01 para la solución en túnel para tramos.

003.C.04.a Cargas y análisis

Se tomarán en cuenta todas las cargas laterales que dependan del procedimiento constructivo y de los equipos que se apoyen sobre ellas; además, se considerará el efecto de la interacción suelo-estructura en la forma descrita en 2.01.04.003.C.01.b.

003.D ESTRUCTURAS PARA EL METRO CON SOLUCION EN VIADUCTO-ELEVADO

En el caso de que la estructura para el Metro sea en viaducto elevado, el gálibo vertical estará gobernado por las necesidades de la vialidad. Las estructuras que constituyan el puente podrán ser de acero, acero postensado, concreto reforzado, concreto presforzado (pretensado o postensado) o de combinaciones de estos materiales.

003.D.01 TIPOS DE ESTRUCTURAS

El tipo estructural será el adecuado para adaptarse a las características de las cargas, de la topografía, de las condiciones del terreno de desplante, del análisis de los asentamientos diferenciales, del procedimiento constructivo, de la vialidad en que estén alojadas y del aspecto económico.

003.D.02 CARGAS

Además de las cargas muertas, se adoptarán las cargas y sus combinaciones que se señalan en 2.01.04.002. C.08 y 2.01.04.002.C.09 de estas Especificaciones, respectivamente.

003.D.03 ANALISIS

El análisis se llevará a cabo según el tipo estructural que se elija y para las combinaciones de cargas que se indican en el párrafo anterior.

Por tratarse de estructuras muy rígidas, reviste primordial importancia el análisis de la interacción suelo-estructura en cuanto a la determinación de los periodos de vibración, sobre todo cuando se desplantan sobre suelo compresible.

003.D.04 CIMENTACION

El tipo de cimentación será aquél que se adapte mejor a las características de la estructura, de los procedimientos constructivos y de las condiciones del terreno de desplante. Se tomará en cuenta también que los asentamientos diferenciales entre columnas contiguas no sean mayores a los señalados en la cláusula 2.01.03.003.C.02 de la sección de mecánica de suelos.

Para elegir el tipo de cimentación, así como la determinación de las características del suelo, de la propia cimentación y de sus procedimientos de construcción, se hará referencia al capítulo 2.01.03.003 de cimentaciones de la sección de mecánica de suelos.

003.D.05 ESTADOS LIMITE

Para el análisis de la estructura del puente, la deflexión vertical de las trabes debida al efecto de la carga viva más impacto, se limitará a un milésimo del claro libre.

003.E PUENTES VEHICULARES

Las estructuras para los puentes vehiculares se elegirán tomando en cuenta los mismos lineamientos que se señalan en 2.01.04.003.D.01.

003.E.01 CARGAS Y ANALISIS

Se considerarán las cargas que se señalan en 2.01.04.002.B.04 y 2.01.04.002.C.10 de estas Especificaciones.

Las combinaciones de cargas que produzcan los efectos máximos así como los factores de carga aplicables, serán los que señalan las Especificaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), para puentes carreteros.

003.E.02 CIMENTACION

El tipo de cimentación, su análisis y diseño se elegirá tomando en cuenta los mismos lineamientos que se señalan en 2.01.04.003.D.04.

003.F NAVES DE TALLERES

Los tipos de estructura para las naves de talleres del Metro, serán aquéllos que mejor se adapten para el sistema de techo y el buen funcionamiento de los montacargas, grúas, polipastos y demás equipos que se instalen en su interior.

003.F.01 CARGAS

Serán todas aquellas cargas estáticas y dinámicas, que produzcan los equipos que se señalan en 003.F, así como las gravitacionales debidas a techumbres ligeras, al granizo y al viento o al sismo.

003.F.02 ANALISIS

El análisis será compatible con el tipo estructural y los materiales que se elijan para la estructura, tomando en cuenta los huecos que exijan los equipos de ventilación, la presencia de luminarias, etcétera.

003.F.03 CIMENTACION

Para la elección, análisis y diseño de la cimentación, se hará referencia a la cláusula 2.01.03.003.E de cimentaciones para estructuras de la sección de mecánica de suelos.

003.G PASOS PEATONALES

Los tipos de estructura para los pasos peatonales se

elegirán de conformidad con los lineamientos que se señalan en 2.01.04.003.D.01.

003.G.01 CARGAS

Además de las cargas muertas deberá considerarse la carga viva conforme a 2.01.04.002.C.12 y la combinación con las cargas accidentales señaladas en 2.01.04.002.D.

003.G.02 ANALISIS

Este será compatible con el tipo estructural adoptado.

Con el objeto de evitar al máximo las vibraciones y trepidaciones molestas para los usuarios, se procurará que la frecuencia fundamental de estas estructuras no sea inferior a 5 hertz.

003.G.03 CIMENTACION

Para la elección, análisis y diseño de la cimentación, se hará referencia a la cláusula 2.01.03.003.E de la sección de mecánica de suelos.

003.H EDIFICACIONES

Este grupo de construcciones abarca los edificios para alojar el Puesto Central de Control y los destinados a oficinas relacionadas con la operación del Metro.

003.H.01 TIPOS DE ESTRUCTURAS

Estos edificios podrán ser estructurados mediante marcos rígidos de concreto reforzado o de acero estructural, con muros de carga de concreto o de mampostería o por medio de la combinación de cualesquiera de estas estructuras. El sistema de piso puede ser del tipo de losas macizas de concreto perimetralmente apoyadas sobre trabes o losas reticulares cuyo análisis y diseño deberá apegarse a las "Modificaciones de Emergencia al Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal" vigentes desde el 19 de septiembre de 1985 o cualquier modificación que surja posteriormente.

003.H.02 CARGAS

Para el análisis de estas estructuras se deberá considerar la acción de cargas muertas, vivas y accidentales como se especifica a continuación.

003.H.02.a Cargas muertas

Se deberán considerar las cargas muertas como se describe en la cláusula 2.01.04.002.B de estas Especificaciones así como en sus incisos B.01 y B.02.

003.H.02.b Cargas vivas

Las cargas vivas serán aquéllas que cumplan con la descripción especificada en la cláusula 2.01.04.002.C.

Los tipos de cargas vivas y sus valores nominales así como los valores de cargas vivas en pasillos y escaleras deberán evaluarse siguiendo las indicaciones de los incisos C.01, C.02, C.03 y C.04 respectivamente, de la cláusula antes mencionada. Para el diseño de edificios destinados a oficinas, las cargas vivas deberán evaluarse conforme al capítulo XXXVI del Título IV del RCDF así como a las "Modificaciones de Emergencia al Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal" en su sección "Cargas vivas en oficina" vigentes a partir del 19 de septiembre de 1985 o cualquier modificación que surja posteriormente. Para el diseño de edificios destinados al Puesto Central de Control, además de las cargas vivas descritas se deberá considerar el peso del equipo cuya magnitud será proporcionada por el fabricante o proveedor del mismo, y siguiendo lo especificado en el inciso 2.01.04.002.C.07 de esta sección.

003.H.02.c Cargas accidentales

Para el diseño de estas estructuras, además de las cargas muertas y vivas descritas, se considerarán las cargas accidentales debidas a sismo o a viento como se especifica en la cláusula 2.01.04.002.D de esta sección. El efecto y la evaluación de las cargas sísmicas deberá determinarse conforme al capítulo XXXVII del Título IV del RCDF y a las "Modificaciones de Emergencia al RCDF" vigentes a partir del 19 de septiembre de 1985.

003.H.02.d Otras cargas

En muros de sótanos deberá considerarse el empuje lateral del suelo como se especifica en el inciso 2.01.04.002.E.01 de esta sección. En el caso que se requiera, se tomarán en cuenta los efectos de contracción y dilatación de los materiales así como los de hundimientos diferenciales, totales y giros como se indica en los incisos 2.01.04.002.E.02 y E.03 de estas Especificaciones.

003.H.03 ANALISIS

El análisis de las estructuras para edificaciones se podrá hacer mediante los métodos convencionales para análisis de estructuras planas (bidimensional). Estos análisis se harán para las diferentes combinaciones de carga muerta, carga muerta más carga viva y carga muerta más viva más accidentales, conforme al inciso 2.01.04.002.A.08 de estas Especificaciones.

003.H.04 CIMENTACION

La cimentación estará en función de las cargas y de las características del suelo sobre el que se desplante; para este efecto deberá consultarse el capítulo 2.01.03.003.E de la sección de mecánica de suelos concerniente a cimentaciones. Las cimentaciones podrán ser superficiales, compensadas o profundas.

003.H.04.a Cimentación superficial

Esta podrá consistir en zapatas aisladas o corridas ligadas mediante trabes, en cuyo análisis y diseño deberán considerarse los efectos producidos por los hundimientos diferenciales estimados. También podrá utilizarse la losa de piso como losa de cimentación si las condiciones son adecuadas.

003.H.04.b Cimentación compensada

Este tipo de cimentación podrá ser tal que compense en forma parcial o total el peso del suelo extraído conforme a las Especificaciones del capítulo 2.01.03.003 de la sección de mecánica de suelos.

003.H.04.c Cimentaciones profundas

En este caso se podrán emplear pilotes de fricción o de punta para transmitir la carga de la superestructura a los estratos más profundos. Se deberá procurar que la unión entre el extremo superior del pilote y la base de la estructura sea capaz de resistir los efectos de compresión, tensión o fuerza cortante que garanticen la estabilidad del conjunto.

También se podrá recurrir a pilotes de control en cuyo diseño deberán incluirse dispositivos que garanticen la estabilidad contra desplazamientos horizontales relativos entre la base de la superestructura y el extremo superior del pilote. Para más detalles relacionados con el comportamiento del suelo deberá consultarse el capítulo 2.01.03.003 de la sección de mecánica de suelos.

CAPITULO 2.01.04.004

CRITERIOS DE DISEÑO

En este capítulo se establecen los lineamientos para el diseño de los elementos estructurales del Metro en sus soluciones superficial, cajón subterráneo, en túnel y en viaducto elevado, así como para el diseño de puentes vehiculares, naves de talleres, pasos peatonales y edificaciones.

En donde se haga referencia a las Normas del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (RCDF), o cualquier otro reglamento, deberán adoptarse íntegramente como parte del cuerpo de estas Especificaciones.

004.A SOLUCION SUPERFICIAL PARA EL METRO

El diseño se efectuará de conformidad con las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto del RCDF.

El refuerzo longitudinal de los parapetos será el necesario para que la sección del muro sea capaz de redistribuir los efectos de las cargas concentradas de acuerdo con lo considerado en el análisis, tomando en cuenta que la cantidad de acero así determinada no sea menor que la necesaria para evitar agrietamientos por cambios volumétricos.

004.B ESTRUCTURAS PARA EL METRO CON SOLUCION EN CAJON SUBTERRANEO

El diseño se realizará conforme a las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto del RCDF.

Para el diseño de la tablestaca que se use como ademe de la excavación así como del cajón, deberá tomarse en cuenta la envolvente de los elementos mecánicos obtenidos de los análisis de las diferentes etapas y combinaciones de cargas según el procedimiento constructivo adoptado.

En el caso en que la losa de techo del cajón esté muy próxima a la superficie, el acero de refuerzo deberá estimarse utilizando los factores de carga señalados en el Título IV de las Normas del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y en las Especificaciones para el Diseño de Puentes de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), rigiendo para el diseño la que resulte más crítica.

Cuando el cajón se localice bajo línea de ferrocarril, se deberá diseñar conforme a las Especificaciones de los Ferrocarriles Nacionales, de la SCT.

004.C ESTRUCTURAS PARA EL METRO CON SOLUCION EN TUNEL

004.C.01 SOLUCION EN TUNEL PARA TRAMOS

El revestimiento del túnel, definido en 2.01.04.003.C.01, deberá diseñarse para tomar los efectos de cortante y flexocompresión resultantes de todas las etapas de análisis definidas en 2.01.04.003.C.01.b de estas Especificaciones.

En el diseño se emplearán las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto del RCDF. Para el caso de los marcos metálicos utilizados como ademe, éstos deberán diseñarse empleando los Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras Metálicas, del mismo Reglamento.

004.C.02 SOLUCION EN TUNEL PARA ESTACION

Para el diseño se emplearán los elementos mecánicos que resulten de la envolvente de todas las etapas del análisis indicadas en 2.01.04.003.C.02.b de estas Especificaciones. El diseño deberá basarse en el criterio de resistencia última, utilizando los factores de carga señalados en el Título IV del RCDF.

004.C.03 ESTRUCTURAS DE LOS EDIFICIOS DE ACCESO PARA LAS ESTACIONES EN TUNEL

El diseño de estas estructuras deberá basarse en el criterio de resistencia última, utilizando los factores de carga como se indica en el Título IV del RCDF, tomando en cuenta el tipo de combinaciones de carga.

En el caso de que el edificio de acceso sea subterráneo, su diseño deberá seguir los lineamientos indicados en la cláusula 2.01.04.004.B de estas Especificaciones.

004.C.04 LUMBRERAS

Como en el caso del túnel, las lumbreras deberán diseñarse conforme a lo señalado en 2.01.04.004.C.01 de estas Especificaciones.

004.D ESTRUCTURAS PARA EL METRO CON SOLUCION EN VIADUCTO ELEVADO

En el diseño se utilizarán los diagramas envolventes de los elementos mecánicos producidos por las diferentes combinaciones de carga debida al peso propio de la estructura, carga de trenes y efectos sísmicos.

Se deberán seguir los lineamientos de diseño por resistencia última, utilizando los factores de carga señalados por las normas del RCDF y por las especificaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Trans-

portes para puentes carreteros; el diseño finalmente adoptado será aquél que resulte más crítico.

Cuando se trate de estructura metálica, deberá hacerse una revisión de esfuerzos de tal manera que éstos no excedan los valores admisibles especificados en las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras Metálicas del RCDF y en las normas de la SCT.

En los casos no cubiertos por las normas del RCDF ni de la SCT deberán emplearse las especificaciones de los Ferrocarriles Nacionales, de la SCT.

En el diseño de elementos presforzados, ya sean pretensados o postensados, deberán considerarse en la evaluación de las pérdidas de presfuerzo, las características de los agregados del concreto que se vaya a utilizar, así como los efectos que éstos puedan provocar, tales como los de contracción, flujo plástico y las variaciones en el módulo de elasticidad.

En el diseño de la cimentación, deberán ser consideradas las recomendaciones dadas en 2.01.04.003.D.04, así como las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Cimentaciones del RCDF.

004.E PUENTES VEHICULARES

Para el diseño deberán emplearse los diagramas envolventes de los elementos mecánicos obtenidos del análisis para las diferentes combinaciones de carga muerta, viva y accidentales.

El diseño se realizará conforme al criterio de resistencia última establecido por las normas del RCDF y las de la SCT, siendo el que rija aquél que resulte más crítico.

En los casos no cubiertos por las normas mencionadas, se podrá recurrir a las especificaciones de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), 11a. edición.

El diseño de la cimentación podrá hacerse conforme a lo expuesto en 2.01.04.003.E.02 de estas Especificaciones.

004.F NAVES DE TALLERES

El diseño de los elementos estructurales se hará conforme a las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras Metálicas del RCDF. En los casos no cubiertos por las normas citadas se podrán utilizar las especificaciones del "Manual of Steel Construction", 8a. edición, publicado por el American Institute of Steel Construction (AISC).

El diseño de la cimentación podrá realizarse utilizando las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto del RCDF.

004.G PASOS PEATONALES

Dependiendo del tipo de material que se emplee para la superestructura, el diseño deberá contemplar las Normas Técnicas Complementarias del RCDF para el Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto o Metálicas, según sea el caso.

Cuando se tenga una estructura metálica que no esté cubierta por las normas del RCDF, se podrá hacer uso de las normas especificadas por el AISC.

El diseño de la cimentación deberá hacerse mediante el criterio de resistencia última establecido por las Normas Técnicas Complementarias del RCDF para el Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto en su capítulo 2. Sin embargo, para casos de falla frágil tales como tensión diagonal o penetración de la columna en la cimentación, se deberá hacer una revisión de esfuerzos de tal manera que éstos no excedan los valores admisibles especificados por las Normas Técnicas Complementarias del RCDF para el Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto en su capítulo 9.

004.H EDIFICACIONES

Para el diseño de trabes, columnas, muros de concreto, losas y cimentaciones, se recurrirá al criterio de diseño por resistencia última especificado por las Normas Técnicas Complementarias del RCDF para el Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto en su capítulo 2. Se deberá tener especial cuidado en detallar en planos estructurales la unión entre trabes y columnas así como el refuerzo transversal de estos elementos de tal manera que se logre en la construcción el confinamiento requerido para su buen comportamiento. Para el diseño de muros de mampostería se deberán seguir los lineamientos establecidos en las Normas Técnicas Complementarias del RCDF para el Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería. Toda la estructura metálica deberá diseñarse conforme el criterio de diseño por esfuerzos admisibles, especificado en el capítulo 10 de las Normas Técnicas Complementarias del RCDF para el Diseño y Construcción de Estructuras Metálicas; los casos no contemplados por dichas normas podrán diseñarse con las normas del "Manual of Steel Construction", 8a. edición, publicado por el AISC.

CAPITULO 2.02.01.001
INTRODUCCION

Para la elaboración de las especificaciones correspondientes a cada una de las partes en que se dividió el área electromecánica, fue necesario tomar como base, los avances tecnológicos alcanzados en otros Metros del mundo, pero sobre todo, la experiencia adquirida en el proyecto y en la operación de prácticamente nueve líneas terminales, enmarcadas dentro del Programa Maestro del Metro de la Ciudad de México.

Es importante de todas maneras señalar, que estas especificaciones pretenden enmarcar la filosofía que dentro de las normas y reglamentos correspondientes en vigor, servirá de base para diseñar todas las instalaciones que darán vida al sistema Metro, quedando a criterio del diseñador, previa autorización de COVITUR, el hacer propuestas tendientes siempre a mejorar la calidad y confiabilidad de los proyectos.

CAPITULO 2.02.01.002
SIMBOLOGIA Y TERMINOLOGIA

002.A DEFINICION DE TERMINOS

	ACOMETIDA	Cableado de toma de fuerza de un consumidor. Punto de conexión del dispositivo de un puesto de rectificación a la línea del Metro.
	AISLADOR	Cuerpo que permite de una manera casi nula el paso de una corriente a través de él.
	BARRA	Sección rectangular de cobre utilizada con el fin de conectar un número definido de cables a un mismo punto de referencia.
	BOGIE	Es la parte del material rodante que soporta y fija la carrocería, además de servir de integrador de los equipos de tracción y frenado.
	BUS	Alambre generalmente en forma de barra rectangular usado para realizar los arreglos de conexiones entre terminales dentro de un gabinete o equipo.
	CAIDA DE TENSION	Llamada también caída de voltaje, es la reducción del voltaje entre dos puntos, debido a la reactancia o resistencia de un circuito.
AWG-MCM	CALIBRE	Se utiliza para designar el diámetro de un conductor.
	CALIBRE DE MOTORES	Gráficas en las cuales se indica el comportamiento de los motores bajo diferentes valores de aceleración y velocidad.
	CAMARA PLENA	Area confinada que tiene como fin servir como medio de transporte a un volumen de aire.
C1, C2, C4, C6	CIRCUITO	Sistema de conductores, alambres o cables por los cuales fluye energía eléctrica necesaria para la operación de uno o varios aparatos conectados al sistema.
	CLEMA	Dispositivo, generalmente de madera, utilizado para fijación y peinado de cables.
	CONDUIT	Ducto para contener y proteger conductores eléctricos.

CONEXION A TIERRA

Conexión que se utiliza para establecer una tierra y consiste en un conductor puesto a tierra, en un electrodo puesto a tierra, y del suelo o tierra propiamente dicho, que circunda o rodea al conductor o al electrodo.

CONTACTOR DE PROTECCION O SECCIONAMIENTO

Dispositivo utilizado para seccionar un circuito en forma automática sin capacidad interruptiva.

CORRIENTE ALTERNA

Corriente eléctrica a una determinada frecuencia cuyo valor medio durante un periodo es cero.

CORRIENTE CONTINUA

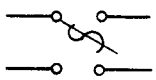
Corriente unidireccional cuyo valor es sensiblemente constante.

CRAN

Grado o paso de tracción o frenado que se selecciona en la palanca del manipulador de mando, el que se encuentra sobre el pupitre de la cabina de conducción.

CREMALLERA

Dispositivo metálico con perforaciones que se utiliza para soportar ménsulas y modular su separación.



CUCHILLA

Dispositivo utilizado para seccionar un circuito.

DEVANADO

Arrollamiento de alambre sobre un núcleo distribuido en una o más capas.

DIAGRAMA UNIFICADOR

Es aquél que muestra mediante una línea las conexiones entre los dispositivos eléctricos, tableros y los circuitos eléctricos representados por símbolos.

DIODO

Semiconductor que tiene como fin rectificar la forma de onda de la tensión y la corriente.

DUCTO

Cualquier conducto destinado a contener y proteger cables, alambres o barras de energía eléctrica o control.

EFECTO CORONA

Ionización del aire que rodea a un conductor causada por la influencia de un alto voltaje.

ESTANQUEIDAD

Impermeabilidad, es decir, que no permite el paso del agua (hermético).

FACTOR DE DEMANDA

Relación de la demanda máxima a la carga total conectada.

FACTOR DE DIVERSIDAD

Relación del total de las demandas individuales a la demanda máxima de un alimentador, subestación o todo un sistema.

FASE

Nombre con que se designa a los conductores con potencial distinto de cero.

FRANQUEAMIENTO DE LA SEÑAL

Paso del material rodante sobre una señal en alto.

FUSIBLE

Dispositivo de protección que interrumpe el paso de corriente eléctrica cuando el amperaje sobrepasa cierto valor.

HIGROSCOPICO

Material que tiende a absorber y retener la humedad.

HISTERESIS

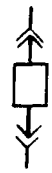
Fenómeno por el cual la imanación de cuerpos ferromagnéticos depende no sólo del valor presente del campo magnético, sino también de un previo estado magnético.

IMPEDANCIA

Suma vectorial de la resistencia y las reactancias capacitiva e inductiva.

INTERRUPTOR

Dispositivo que sirve para seccionar un circuito en forma automática y cuenta con capacidad de apertura bajo falla.

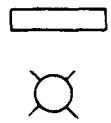


INTERRUPTOR ELECTROMAGNETICO

Dispositivo de corte de la corriente eléctrica cuya apertura es actuada por relevadores.

INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO

Dispositivo de corte de la corriente eléctrica cuya apertura es actuada por dispositivos operados por la elevación de temperatura y la inducción magnética producida por una circulación de corriente peligrosamente elevada.



LUMINARIO

Aparato que distribuye, filtra o controla la luz proporcionada por una lámpara o lámparas, el cual incluye todos los accesorios para fijar, proteger y operar estas lámparas.

LUX

Unidad de iluminación equivalente a un lumen por metro cuadrado.

MATERIAL RODANTE

Trenes para el servicio al usuario del Metro.

MORDAZA

Parte conductora estacionaria cuya función es la de alojar la navaja o barra del equipo y garantizar un buen contacto eléctrico.

NEUTRO

Conexión a tierra en forma directa de un circuito de referencia.

NICHO

Local destinado para alojar equipos de tracción.

PUESTO DE RECTIFICACION

Subestaciones que tienen como función transformar la tensión y rectificarla a fin de alimentar los motores del material rodante.

RECTIFICADOR

Dispositivo que convierte la corriente alterna en corriente unidireccional.

REGULADOR DE LINEA

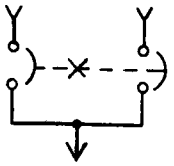
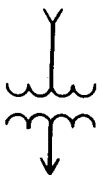
Persona (agente) que tiene la responsabilidad de supervisar y tomar decisiones en la operación de una línea desde el Puesto Central de Control.

RUEDA PORTADORA

Neumático que soporta el material rodante.

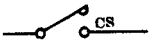
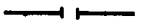
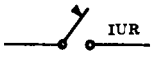
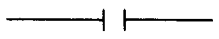
SECCION

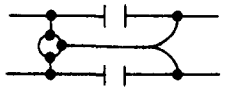
Tramo de línea limitado eléctricamente por seccionadores de aislamiento telemandado y contactores de seccionamiento.

	SECCIONADOR	Dispositivo manual que tiene como fin seccionar un circuito sin capacidad interruptiva.
	TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL	Formado por uno o varios gabinetes o armazones autosoportados, en los cuales están alojados los dispositivos de control y protección, instrumentos de medición, etc., necesarios para poder controlar y/o distribuir la energía eléctrica.
	TRACCION	Acción de mover vehículos sobre las vías por medio de algún tipo de energía.
	TRANSFERENCIA AUTOMATICA	Equipos destinados para cambiar automáticamente la carga de una fuente de energía eléctrica a otra, para asegurar la continuidad del servicio.
	TRANSFORMADOR	Dispositivo eléctrico sin partes en movimiento el que por inducción electromagnética, transforma la energía eléctrica.
	ZONA	Tramo de línea limitado eléctricamente por contactores de seccionamiento.

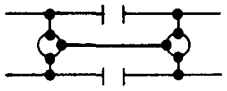
002.B SIMBOLOGIA

AA	Armario de lógica de alarmas; procesador de alarmas
AL	Armario de lógica
AT	Anulación temporizada; ondulador de alimentación; alimentación de fracción
ATI	Armario de telefonía e intercomunicación
AX	Sección advertidora
AXCDV	Función auxiliar circuito de vía
BT	Baja tensión
——	Barra guía
⊤⊥⊤ (−)	Barra negativa
⊤⊥⊤ (+)	Barra positiva
CA	Corriente alterna monofásica
CC	Centro de comunicaciones
CDV	Circuito de vía
CI	Itinerario formado; conexión inductiva
CLT2	Conducción manual limitada a tracción (al cran) T2
CMC	Conducción manual controlada
CML	Conducción manual limitada
CMR	Conducción manual restringida

	Contactor de protección
	Contactor de seccionamiento
	Corte de barra guía no puenteable
	Corte de barra guía puenteable
CS	Concentrador de señales
CT	Contactor de terminal
CTP	Contactor de tramo de protección
CU	Corte de urgencia
CUFS	Indicador de corte de urgencia fuera de servicio
DA	Disyuntores de alimentación; destrucción automática
DBO	Despacho bajo orden
DMT	Disyuntores de mediana tensión; detector de minitensión
DO	Destrucción ordenada
DTP	Destrucción del trazo permanente
DU	Destrucción de urgencia
E	Señal de entrada
EI	Itinerario registrado
EMA	Baja presión en conducto de alimentación de aire
◑	Estación
F	Señal franqueable; botón en posición cerrada
FU	Frenado de urgencia
HF	Indicador de presencia
HT	Alta tensión
I	Señal intermediaria
IVA	Indicador de velocidad autorizada
IVL	Indicador de velocidad limitada
	Interruptor automático (IVS, IVE, IVL, IFV, etc.)
IFV	Interruptor de fosa de visita
	Interruptor ultrarrápido
IVT	Interruptor de talleres
IVP	Interruptor de vía de prueba
IVS	Interruptor de vía secundaria.
IVE	Interruptor vía de enlace
IVL	Interruptor de lavado
	Junta aislante



Junta de fin de vía



Junta inductiva

LED — Light Emitting Diode

LM — Límite de maniobra

M — Unidad motriz de cabina

MR — Material rodante

N — Unidad motriz sin cabina

NF — Señales no franqueables

O — Botón en posición abierta

ORB — Sistema onduladores - rectificadores y baterías

PA — Pilotaje automático

PAF — Puesto de alumbrado y fuerza

PCC — Puesto Central de Control

PCI — Protección contra incendio

PDC — Puesto de despacho de carga

PGT — Programadora general de tráfico

PMT — Puesto de maniobra local

PR — Puesto de rectificación

R — Carro remolque

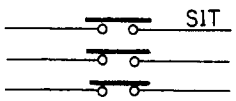
RA — Repartidor de alarmas

Rectificador salida negativos

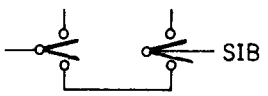
Rectificador salida positivos

Riel

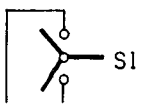
SAP — Función selección de aproximación



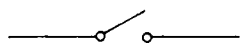
Seccionador de aislamiento telemandado



Seccionador inversor bipolar



Seccionador inversor sencillo



Seccionador manual

SEI — Sobrerregistro de un itinerario

SP — Servicio provisional

SR	Subestación de rectificación
SS	Servicio de seguridad
SSO	Servicio de seguridad bajo orden
SV	Seccionador de vía
TAA	Armario de teletransmisión
TCO	Tablero de control óptico
TP	Trazo permanente
UN	Enclavamiento de sentido "frente a frente"
V, CA	Tensión corriente alterna
V, CC	Tensión corriente continua
V, CD	Tensión corriente directa

CAPITULO 2.02.01.003
SISTEMAS DE TRACCION

Dentro de la presente especificación se define el sistema de tracción como la totalidad de los equipos e interconexiones que se encuentran comprendidas desde la salida del equipo de medición de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro (CLFC) en 23 kV hasta la llegada a las barras guía en 750 V, CC.

003.A SISTEMAS DE ALIMENTACION EN ALTA TENSION

La forma de suministro de energía para alimentar el sistema de tracción del Metro de la Ciudad de México, se realizará por medio de cables alimentadores de uso exclusivo para el Sistema de Transporte Colectivo (STC) a la tensión de distribución de la Ciudad de México, que es de 23 kV, es decir, que no deberán existir otros abonados conectados a estos alimentadores. El calibre y tipo de cable que se utilizará será seleccionado por la CLFC, la cual será propietaria de dichas instalaciones desde su propia subestación de distribución hasta la frontera que se establece en el equipo de medición, que se localiza en la subestación de rectificación propiedad del STC.

003.A.01 DEMANDA DE ENERGIA DEL SISTEMA DE TRACCION

La energía que demanda una línea para alimentar su sistema de tracción, que comprende desde las subestaciones de rectificación hasta los motores del material rodante, se ve afectada por los siguientes parámetros:

— Trazo de la línea

— Perfil de la línea

— Intervalo de tráfico

— Geometría de la vía

— Tipo de material rodante

— Número de trenes

— Velocidades de circulación, etcétera.

Dichos parámetros están en función de la capacidad de transporte que se desea ofrecer al público.

Tomando como base todos estos datos y partiendo de la capacidad de transporte que se desea ofrecer durante la operación, se obtiene el posible número de trenes que en un momento dado se encontrarán demandando energía a lo largo de la línea. Esta energía deberá ser suministrada a través de las subestaciones de rectificación, las cuales son alimentadas por la red de distribución de la CLFC, empresa suministradora que deberá garantizar que durante la operación el servicio no se interrumpa. Cuando algunas subestaciones de rectificación se encuentran fuera de servicio, la compañía suministradora deberá poder soportar algunas sobrecargas que permitan garantizar la continuidad del servicio; asimismo, existirán sobrecargas durante las horas pico a todo lo largo de la línea (fig 003-1) que deberán ser previstas por parte de la empresa suministradora para fines de ubicación de las subestaciones de rectificación.

Tomando como punto de partida las características técnicas y funcionales de un determinado tipo de material rodante y conociendo la cantidad de plazas que puede ofrecer ese tipo de tren, se puede determinar con base en los estudios de planeación el número de plazas que deben ofrecerse para satisfacer la demanda estimada, es decir, el número de trenes que en un momento dado deberán encontrarse circulando para poder garantizar la capacidad de transporte de diseño de la línea.

Una vez determinado el número de trenes requeridos para poder cumplir con la capacidad de transporte de diseño, pueden obtenerse ciertos parámetros, tales como el intervalo entre trenes y su velocidad comercial los cuales si son expresados en términos de los calibres de los motores con que cuenta el material rodante, permitirán conocer los consumos específicos de energía por tren y por vuelta, dato a partir del cual pueden calcularse dichos consumos en cada punto de la línea para la totalidad de los trenes que se encuentran circulando por ella. En otras palabras, si el dato antes mencionado es función del intervalo mínimo, querrá decir que podrá conocerse el consumo específico y el horario de máxima demanda, que debe suministrarse a la línea con el fin de satisfacer el número de plazas ofrecidas de diseño.

003.A.02 ALIMENTACION EN ALTA TENSION

La recepción de la energía eléctrica para las subestaciones de rectificación se realiza mediante un sistema de corriente alterna en 23 kV, tres fases, 60 Hz, a partir de la red de distribución de la CLFC (fig 003-2). Las tensiones de alimentación podrán variar en un 10 por ciento y los dos alimentadores que llegan a cada subestación deberán provenir de diferente subestación de la CLFC.

Cada una de las líneas, designadas como normal y emergente, respectivamente, llegará a un local especial para alojar el equipo de transferencia automática, propiedad de la CLFC, en el interior del predio de cada puesto de rectificación con acceso exclusivo directamente de la calle para el personal.

Cada uno de estos alimentadores podrá servir a dos subestaciones de rectificación como máximo; mientras que una de éstas actúa como alimentador normal en la otra subestación el mismo circuito será designado de servicio emergente, es decir, que cada uno de estos circuitos deberá de soportar el 100 por ciento de carga de dos subestaciones, además de las sobrecargas especificadas de diseño.

003.A.03 PREPARACIONES NECESARIAS EN OBRA CIVIL

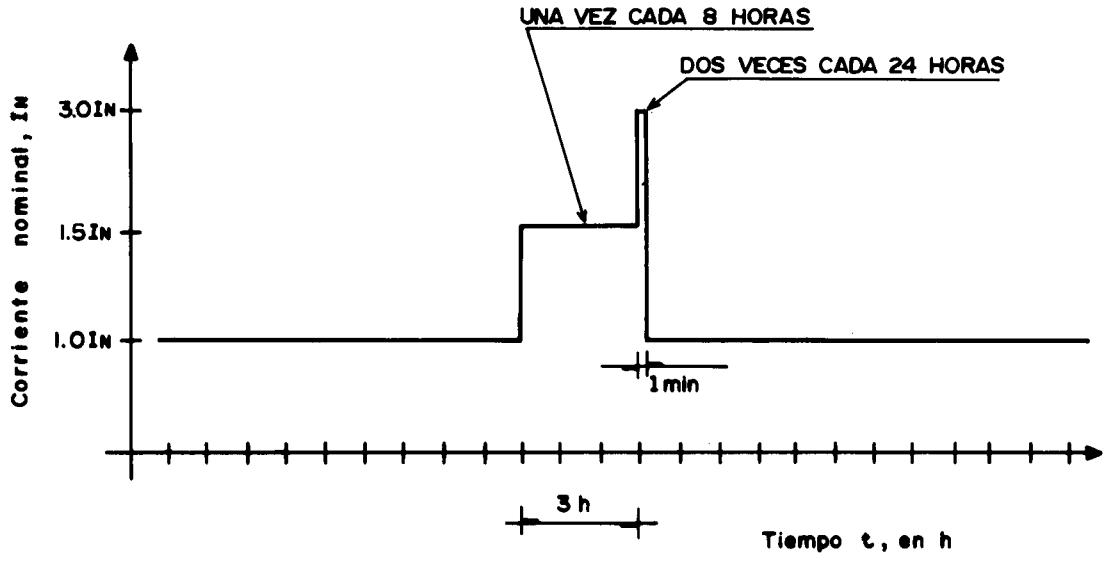


Fig 003-1 Ciclo de sobrecarga

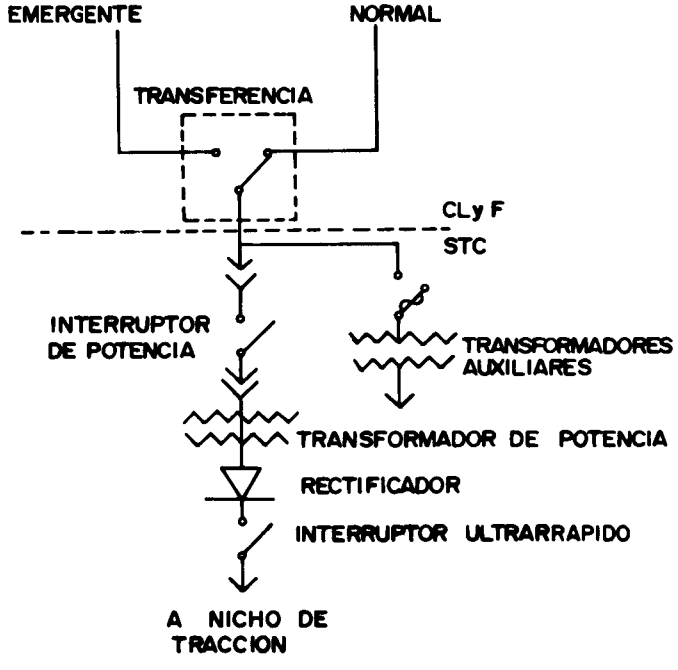


Fig 003-2 Diagrama típico de subestación de rectificación

Con el fin de garantizar un manejo fácil y seguro de los cables de alta tensión, que sirven como alimentadores a las subestaciones de rectificación, se deberán considerar una serie de preparaciones de obra civil (Ver capítulo 2.02.01.008) que permitan cumplir con los objetivos antes mencionados, respetando los lineamientos que a continuación se indican.

Normalmente todas las preparaciones de obra civil requeridas para la alimentación de las subestaciones de rectificación son realizadas por la propia compañía alimentadora, excepto aquéllas que se encuentran dentro del terreno de la subestación de rectificación, las cuales se desglosan en los siguientes conceptos:

003.A.03.a Acometida

Dependerá de las necesidades que la CLFC plantee para cada caso en particular, por lo que el proyectista deberá solicitar esta información a COVITUR.

003.A.03.b Trincheras

Dependerán también de las necesidades que la CLFC requiera para cada caso en particular, por lo que el proyectista deberá solicitar esta información a COVITUR. Asimismo, dependiendo de la información que ésta proporcione, se deberá hacer una preparación para enlazar el equipo de medición con las celdas de alta tensión, propiedad del STC.

003.A.03.c Varillas de tierra

El sistema de tierra para el local de la CLFC lo define la misma empresa suministradora de energía, la cual proporciona los conectores mecánicos necesarios.

El sistema de tierra de alta tensión que se encuentra dentro de los locales del STC, es un sistema independiente del que existe en el local de la CLFC y deberá estar prevista su conexión con la red general de tierras de la línea del Metro.

003.A.03.d Drenaje

Se deberá evitar la entrada de cualquier clase de agua de la calle al local. Asimismo, deberá contarse con una pendiente adecuada que permita drenar cualquier cantidad de agua que pueda llegar a la trinchera. El propio piso del local deberá tener una pequeña pendiente para evitar encharcamientos. Los registros y trincheras deberán tener el drenaje adecuado para evitar que circule agua a través de los ductos.

003.A.03.e Puerta

El local contará con una puerta para acceso de equipo y personal, con las dimensiones adecuadas para permitir el paso libre de los equipos e instalaciones que se vayan a alojar en este local; dicha puerta deberá constar de dos hojas con abatimiento hacia el exterior.

Para la ubicación de esta puerta se deberá consultar el proyecto correspondiente, ya que dependerá de cada arreglo de equipo en particular.

003.A.03.f Equipo de medición

Sobre el muro frontal del local y al lado derecho de la puerta, se deberá localizar el gabinete de los medidores, el que requerirá un hueco de dimensiones adecuadas para el equipo seleccionado, de acuerdo a las necesidades de la CLFC.

003.A.03.g Local de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro

Con el fin de alojar los equipos de la CLFC dentro del terreno de la subestación de rectificación, se deberá prever un local cuyas dimensiones libres interiores mínimas las indicará la propia CLFC por escrito ante COVITUR, que se reserva el derecho de aprobarlas o rechazarlas.

003.A.03.h Ventilación del local de Compañía de Luz y Fuerza del Centro

Se deberá prever un sistema de ventilación natural en este local, de tal manera que se garantice la evacuación del calor generado por los equipos y que al mismo tiempo evite la entrada de agua, insectos y animales que puedan dañar los equipos.

Para los detalles y preparaciones de la ventilación natural, se deberá consultar el proyecto correspondiente, el cual dependerá de cada arreglo de equipo en particular.

003.B SUBESTACIONES DE RECTIFICACION

Con el fin de contar con un local en el cual se lleve a cabo la transformación de la tensión alterna que suministra la CLFC, en tensión rectificada adecuada para alimentar directamente los motores del material rodante, se deberán instalar subestaciones de rectificación a lo largo de las líneas del Metro, las cuales tendrán como objetivo principal realizar una alimentación uniforme y garantizar la continuidad del servicio.

003.B.01 CAPACIDAD POR INSTALAR

Para definir la capacidad óptima a instalar se deberá considerar que cuando una subestación quede fuera de servicio, las subestaciones adyacentes puedan absorber la carga demandada. Asimismo, la potencia de corto circuito que se deberá considerar para la red de la CLFC será de 500 MVA.

La capacidad de cada subestación se ha fijado en 4000 kW. Sin embargo, esta potencia podrá variar en función de nuevos requerimientos o modificación de los parámetros operativos del material rodante, como son la tensión de alimentación, etcétera.

003.B.02 CARACTERISTICAS DEL EQUIPO

Todos los equipos que se instalen en las subestaciones de rectificación deberán operar bajo las siguientes condiciones ambientales:

— Altitud:	2300 m s.n.m.
— Temperatura máxima:	40°C
— Temperatura mínima:	−10°C
— Aceleración sísmica:	0.15g
— Humedad relativa máxima:	60 %
— Humedad relativa mínima:	21 %

— Medio ambiente: Contaminado

— Presión atmosférica: 585 mm Hg

— Temperatura de enfriamiento promedio: 30°C

El Contratista deberá tomar en cuenta todos estos parámetros para que el equipo opere en condiciones satisfactorias, sobre todo en lo concerniente a su aislamiento y enfriamiento.

Dentro de las subestaciones de rectificación básicamente existen los siguientes equipos, los cuales podrán estar agrupados o separados, dependiendo de las características propias de cada proveedor:

— Celdas de alta tensión

— Transformador de auxiliares

— Interruptor de potencia

— Transformador de potencia

— Rectificador

— Interruptor ultrarrápido

— En algunos casos, contador de seccionamiento

003.B.02.a Celdas de alta tensión

Las celdas de alta tensión conforman un grupo de gabinetes metálicos, formados por secciones verticales blindadas METAL-CLAD, rígidas y autosoportadas. L s secciones deberán contar con la estructura apropiada para el montaje de los equipos en forma accesible, siendo además necesario que cuando el equipo esté en posición desconectado o fuera del cubículo, hayan barreras aislantes de seguridad que garanticen que no exista la posibilidad de un contacto accidental con las partes vivas.

Estas celdas deberán estar divididas en secciones y cada una de las secciones contará con dispositivos para izamiento, que deberán estar diseñados para soportar los esfuerzos propios del peso del equipo más su embalaje, sin sufrir ningún tipo de daño.

Las celdas de alta tensión deberán tener un arreglo tal que permita que la subestación se pueda controlar a distancia desde el Puesto Central de Control (PCC) sin intervención de personal adicional en el local.

Deberán tener la protección y bloqueos adecuados para evitar daños al equipo y al personal, aun cuando este último efectúe una falsa maniobra.

En caso de que se utilicen interruptores del tipo extraíble, se deberá poner especial atención al sistema de fijación del equipo, para evitar que con la vibración ocasionada por sismos o por las operaciones de cierre y apertura, se desplacen provocando arcos intermitentes y daños en sus mordazas de contacto. El diseño de las celdas deberá considerar la facilidad del mantenimiento y la sustitución de los equipos en falla.

003.B.02.a.01 *Interruptor de potencia.* Este equipo podrá ser del tipo enchufable o conectable, quedando la elección a juicio del proyectista, para aprobación de COVITUR.

El sistema de aislamiento y extinción del arco no deberá representar riesgos de propagación del fuego o de explosión.

003.B.02.a.02 *Terminales de cables.* Las terminales deberán proyectarse para un voltaje de 34.5 kV, es decir, que las distancias de cortes y preparaciones de la terminal deberán cumplir con los requisitos que se establecen para estos niveles de aislamiento. Se podrán utilizar como guía en la elaboración de estas terminales, las publicaciones IT027-0972, CMIT/E-7 e IT029-0972 de Conductores Monterrey, o cualquier otra guía que sea aprobada por COVITUR. Asimismo, para la realización de pruebas de las terminales se deberá consultar la norma CCONIE 15.2-2 de octubre de 1971, "Norma de Calidad, Funcionamiento y Métodos de Prueba de Terminales en Cables Aislados"*.

003.B.02.b Transformador de potencia

Los transformadores podrán ser sumergidos en aceite mineral o en cualquier otro aislante, a condición de que no se presente riesgo de explosión o incendio. Se instalarán dentro de las subestaciones de rectificación y tendrán como fin el transformar la tensión de acometida de la CLFC de 23 kV, a una tensión apropiada para alimentar el grupo rectificador de cada subestación.

El diseño, fabricación y pruebas de este equipo se regirán de acuerdo con la última revisión de las normas ANSI C57 y UTE C-52-100 para transformadores, así como las ANSI C-76 para boquillas; toda modificación a lo indicado en estas normas deberá manifestarse claramente, indicando la diferencia que existe entre lo establecido y lo que se propone. En caso de que el fabricante sea extranjero, las normas del país de fabricación podrán sustituir a las aquí mencionadas, siempre y cuando exista un mutuo acuerdo entre el fabricante y COVITUR y se garantice por escrito que las normas sustitutas son equivalentes o mejores que las aquí especificadas.

003.B.02.b.01 *Diseño y construcción.* El diseño deberá ser tal que reduzca al mínimo las corrientes parásitas y tenga alta permeabilidad. No deberá presentar deformaciones permanentes en ninguna de sus partes, debiéndose prever que no existirá ningún desajuste o deformación debido a los esfuerzos incidentes durante un cortocircuito o embarque.

Se deberá garantizar la inalterabilidad del núcleo con el tiempo, así como su resistencia al calor y al aceite. El aislamiento de los tornillos de apriete deberá ser garantizado y la puesta a tierra del núcleo se realizará con conexiones de cobre de dimensiones sobradas.

Los devanados podrán ser de cobre o aluminio y previstos para poder resistir sobretensiones y sobrecorrientes en el caso de un cortocircuito franco.

* En caso de no encontrar la norma que se indica en la Especificación, se deberá consultar la norma nacional equivalente.

Si las bobinas son impregnadas, el compuesto aislante que se use deberá ser no higroscópico, insoluble y resistente a la acción del aceite a las temperaturas de sobrecarga. Todos los materiales aislantes incluyendo cualquier barniz, que sean usados en la fabricación de los transformadores, no deberán ser afectados por los destilados ordinarios del petróleo, con valores de encendido superiores a 170°C.

003.B.02.c Rectificador

El equipo constará de rectificadores hexafásicos o dodecafásicos, enfriados por medio de ventilación natural, según proponga el fabricante y apruebe COVITUR. Estos equipos se instalarán dentro de las subestaciones de rectificación y tendrán como fin el rectificar la tensión alterna que entrega el transformador de potencia para obtener tensión continua a 750 V, CC necesaria para alimentar el material rodante del Metro de la Ciudad de México.

Este rectificador estará constituido por semiconductores que podrán ser diodos o tiristores.

003.B.02.c.01 *Diseño y construcción.* La construcción del carro rectificador deberá ser realizada de tal manera que permita su fácil transportación y manejo, debiendo cumplir con las funciones específicas esperadas de este equipo, las cuales son:

— Rectificar la tensión alterna suministrada; y

— Realizar la protección de los circuitos de 750 V, CC.

El diseño del carro rectificador deberá contemplar que este equipo opere bajo condiciones normales en forma automática, sin intervención de ninguna persona, debiendo estar sujeta su operación a la puesta bajo tensión del transformador de potencia o a la desenergización de éste.

El carro rectificador podrá ser del tipo enchufable a base de mordazas, o conectable a base de conectores mecánicos atornillables; la decisión del tipo de conexión será indicada por COVITUR en el momento oportuno.

El rectificador estará compuesto de semiconductores a base de diodos de silicio, donde cada diodo estará protegido por medio de un fusible con indicador de fusión. Sin embargo, el fabricante podrá proponer semiconductores a base de tiristores en lugar de los diodos mencionados, siempre y cuando presente ante COVITUR por escrito las ventajas y desventajas técnicas y económicas con respecto a los diodos.

Las características de los semiconductores formarán parte de la propuesta formal del fabricante; sin embargo, deberá respetarse como mínimo una tensión inversa de pico repetitiva de 2200 V de cresta y una tensión inversa no repetitiva de 2400 V de cresta.

003.B.02.c.02 *Accesorios de conexión eléctrica entre los diferentes equipos.* Los accesorios de liga eléctrica entre los diferentes equipos estarán sujetos a la opción que se plantee del tipo de conexión del rectificador, es decir, que podrá ser enchufable o a base de conectores mecánicos atornillables.

003.B.02.c.03 *Diseño y construcción del interruptor ultrarrápido.* El diseño y fabricación de este equipo deberá ser realizado de tal manera que permita su fácil transportación, manejo y mantenimiento; deberá contar con una estructura que reúna la resistencia mecánica adecuada, así como con una cámara de arqueo, que garantice que no existirá ningún tipo de contaminación durante la extinción de los arcos generados durante la apertura del interruptor con las demás partes del equipo. Asimismo, se deberá prever que no exista ningún tipo de desajuste o deformación permanente debido a los esfuerzos inherentes durante la apertura de un cortocircuito.

003.B.02.d Contactor de seccionamiento

El contactor de seccionamiento (CS) tiene como finalidad garantizar por una parte, la continuidad de la corriente de tracción entre dos zonas adyacentes y por otra permitir el aislamiento entre ellas, en caso de una situación anormal o de emergencia.

El fabricante podrá poner a consideración de COVITUR que la liga eléctrica de los circuitos de 750 V, CC entre el contactor de seccionamiento y las barras de salida se realice a base de una conexión enchufable o por medio de conectores atornillables.

Este equipo deberá preverse para una operación de cierre y apertura de las siguientes características:

Para cierre, el contactor de seccionamiento únicamente podrá cerrarse bajo dos condiciones: la primera de ellas es por una acción voluntaria ejecutando el mando forzado del contactor de seccionamiento a nivel de PCC. La segunda corresponderá a un cierre automático, el cual se ejecutará al detectar la presencia de tensión en ambas zonas adyacentes siempre y cuando en el PCC se cumplan las condiciones de zona en ambos lados, y dejar transcurrir un tiempo preestablecido de temporización. Cabe aclarar que es requisito indispensable para la ejecución de este cierre en forma automática, la presencia de tensión de 220 V a los circuitos auxiliares, desde dos fuentes distintas.

Por lo que respecta a la apertura del contactor de seccionamiento, ésta deberá realizarse únicamente cuando ocurra una de las tres condiciones siguientes: La primera de ellas ocasionará la apertura cuando se excite la línea de enclavamiento que indica un incidente en línea, detectado por los diferentes puestos de rectificación (PR) que se encuentran dentro de las zonas adyacentes al contactor de seccionamiento. La segunda condición se debe a la acción voluntaria de ejecutar el mando forzado de apertura desde el PCC; por último, la tercera condición es la falta de tensión de 220 V en los circuitos auxiliares, o de 750 V, CC en las dos zonas.

El armario auxiliar de mando de este equipo deberá permitir que existan dos alimentaciones independientes de 220 V, CC, las cuales contarán con un dispositivo de transferencia automática con una posición preferente que permitirá seleccionar uno de los alimentadores en forma automática en caso de ausencia de tensión en el otro.

003.B.02.e Seccionadores manuales de 8000 A

Tienen como finalidad el permitir aislar eléctricamente la subestación de rectificación respecto a la línea y viceversa, tanto en el polo positivo como en el negativo.

003.B.02.e.01 *Accesorios.* El seccionador manual estará equipado obligatoriamente con los siguientes accesorios:

— Una palanca o manivela aislada, que permita el mando manual de cierre o apertura del equipo.

— Un sistema de bloqueo que impida modificar la posición del seccionador cuando así se desee, en posición de abierto o cerrado.

003.B.03 SISTEMA DE TIERRA

Dentro de las subestaciones de rectificación existirán tres sistemas de tierra diferentes, de los cuales uno de ellos es independiente y los otros dos se encuentran ligados entre sí.

El sistema de tierra que se localiza dentro del área del local de la CLFC, no se encuentra ligado con los otros dos sistemas de tierra de la subestación. El segundo sistema de tierra consta de una malla que recorre toda la subestación. Esta red de tierra en su circuito principal ligará entre sí las diferentes varillas y estará formada por cable de cobre desnudo, de calibre adecuado a cada proyecto en particular. Para los conductores derivados que servirán de liga entre la red principal y los equipos, se preverá cable de cobre desnudo y de calibre adecuado, según indicaciones del proyecto.

Esta red del sistema de tierra deberá cumplir con los requisitos y criterios de diseño que se indican en la norma IEEE No. 80 "Guide for Safety in A.C. Substations Grounding".

A este sistema de tierra se deberán conectar todos los equipos de alta y baja tensión (220 V), así como las pistas de rodamiento que se utilizarán para maniobra de los equipos. Asimismo, deberán conectarse a este sistema todos los armarios de automaticidad y los equipos de ventilación mecánica si éstos existieran, y deberá conectarse a su vez, con el sistema general de tierra que existe en la línea del Metro.

Las pistas que se utilizan para fijar los equipos de corriente directa, así como para la fijación del propio transformador, deberán conectarse con un sistema de aislamiento que permita conectar la pieza metálica inferior al sistema general de tierra, mientras que la pieza metálica superior o pista, que se utiliza como medio de rodamiento de los equipos, se deberá conectar al sistema aislado de tierra.

Este sistema consiste en una red de conductores aislados, el cual tiene como fin reunir la masa de los equipos de corriente directa y del transformador con la barra colectora del sistema aislado.

Cada uno de estos equipos, contactor de seccionamiento (CS), rectificador, transformador, etc., deberá contar con un cable independiente para conectarlo a la barra colectora del sistema aislado, la cual se conectará a su vez al sistema general de tierra a través de un relevador de protección de falla a tierra. Este relevador tiene como finalidad proteger al personal de algún contacto accidental del circuito de potencia de los equipos de corriente continua y el transformador

003.B.04 CABLES DE ALIMENTACION A LA VIA

La alimentación desde la subestación de rectificación a los equipos de tracción que se encuentran a nivel de la vía se realizará por medio de cables, los que deberán tener una alta resistencia a la humedad y estarán protegidos contra roedores por medio de agentes químicos. En su construcción deberá evitarse que haya capas de diferente material, por ejemplo aislamiento y cubierta, que permita la formación de óxido ferroso que provoque fenómenos de electroendosmosis o electrólisis.

Estos cables serán colocados en clemas, charolas, ductos y canaletas.

El radio de curvatura mínimo que se deberá respetar durante la instalación de estos cables será el que indique el fabricante; el número de cables que se instalarán entre la subestación y los equipos de tracción a nivel de vía, dependerá del tipo de subestación a que correspondan, es decir, que para una subestación de conexión en "T" de 4000 kW se utilizarán 20 cables de 240 mm^2 de sección transversal cada uno, mientras que en una subestación con seccionamiento en "S", el número de cables necesarios para realizar la liga será de 28. Cabe aclarar que este número de cables corresponde únicamente al positivo, ya que por lo que respecta al negativo será de 20 cables de 240 mm^2 de sección, cada uno.

El número mencionado de cables corresponde a una distancia preestablecida entre la subestación de rectificación y el punto de inyección inferior a 50 m. En caso de que por características propias del proyecto esta distancia se incremente, se deberá calcular el nuevo número de cables para cada caso en particular.

003.B.05 SISTEMA DE CONTROL Y MANDO DE LA SUBESTACION

El sistema de control y mando de una subestación de rectificación deberá prever que ésta pueda ser supervisada y controlada desde un puesto central. Asimismo, deberá permitir las maniobras necesarias para un contral y mando local, que a su vez sirva para realizar las pruebas requeridas para garantizar el buen funcionamiento de la subestación de rectificación.

003.B.05.a Descripción de los controles y mando de una subestación de rectificación

El fabricante deberá prever una serie de controles y mandos que permitan manejar la subestación, tanto a distancia como en forma local. Esta lista de mandos y controles deberá contemplar cuando menos los siguientes, sin que por ello el fabricante pueda proporcionar a su criterio algunos otros adicionales:

a) Información que se deberá transmitir al puesto de despacho de carga.

1. De las celdas de alta tensión:

— Presencia de tensión del cable de 23 kV

— Posición del equipo de transferencia automática

— Cierre y apertura del interruptor de potencia

— Posición del interruptor de potencia

— Señalización del funcionamiento de la protección del interruptor de potencia

2. Grupo rectificador:

— Posición del Conmutador Local-Distancia

— Señalización de incidentes en línea

— Posición del interruptor ultrarrápido

— Señalización de incendio en transformador

3. Subestación de rectificación:

— Relevador de tierra

b) Contactor de seccionamiento (CS)

— Apertura y cierre del CS

— Posicionamiento del CS

— Mando forzado del CS

— Presencia de tensión a 750 V, CC en ambas zonas adyacentes al CS

— Ausencia de tensión a 750 V, CC en ambas zonas adyacentes al CS

c) Información y mando local

En forma general todos los incidentes que ocurran en la subestación de rectificación mantendrán señalizado localmente dicho incidente, no importando el tratamiento posterior de esta información. La señalización se preverá de preferencia a base de un sistema de anuncios mecánicos, como botones deslizables de colores.

Además de que se señalice por separado cada incidente, las fallas que ameriten que la subestación salga de servicio se reunirán y accionarán un dispositivo de avería de grupo con bloqueo, el cual permanecerá fuera de servicio hasta que el personal de mantenimiento acuda a la revisión de la subestación. Asimismo, si algún equipo no está conectado, se prohibirá que la subestación pueda ser puesta en servicio.

En caso de la detección de un cortocircuito, se generará una señal con la suficiente energía y duración, que provoque la apertura de todas las subestaciones que estén alimentando la zona y la de los dos contactores de seccionamiento que encuadran la zona, a fin de que ésta quede aislada. La aparición de incidente en línea no bloqueará las subestaciones y se podrá cerrar nuevamente desde el puesto de control (PDC).

Todos los disparos que se originen por cualquiera de las protecciones deberán señalizarse localmente en las subestaciones de rectificación.

003.B.06 PREPARACIONES NECESARIAS DE OBRA CIVIL

Dentro de la subestación de rectificación se deberán considerar diferentes tipos de preparaciones, las cuales son necesarias para su buen funcionamiento.

Por lo que respecta a los requerimientos de obra civil que se deberán considerar en el local de alta tensión del STC, éstos consisten en trincheras localizadas bajo los tableros de alta tensión para los cables de control, las cuales deberán contar con una pendiente adecuada que evite que el agua pudiera acumularse en éstas o fluir hacia la trinchera de cables de tracción.

Asimismo, en la zona donde se ubique el transformador de potencia deberá existir un cárcamo en donde pueda acumularse el aceite derramado accidentalmente, evitando de esta manera que se dañen otros equipos de la subestación o propiedades colindantes, ya que el aceite puede estar inflamado.

Se deberán de prever las canalizaciones necesarias para la interconexión de los cables de control entre los diferentes equipos.

Dentro de la zona del rectificador se deberá dejar un hueco centrado con respecto a la posición que guarda el equipo de rectificación, que comunicará el local del rectificador con la cámara plena, la cual se encuentra en un nivel inferior con respecto al piso del rectificador. Esta cámara que liga entre sí el local del rectificador con el del ventilador, tiene como fin servir de conducto para el flujo de aire que inyecta el ventilador, el que a su vez sirve como refrigerante del equipo de rectificación. La cámara plena deberá tener 2.0 m de ancho por 2.35 m de alto, y contará con las curvas aerodinámicas necesarias para evitar pérdidas y turbulencias en el mencionado ducto. Asimismo, en el cuarto para tableros deberá existir un paso de hombre con sección de 0.75 x 0.75 m como mínimo, que permita inspeccionar esta cámara.

El hueco de la descarga del ventilador deberá ser de 1.23 x 1.23 m y estará localizado de acuerdo con la posición que guarde el equipo de ventilación, según indique el proyecto correspondiente.

En caso de que COVITUR decida modificar las características del grupo rectificador, se deberá redimensionar tanto la cámara plena como los huecos de entrada y salida de aire a ésta, ya que las dimensiones antes mencionadas corresponden a una subestación de 4000 kW. Asimismo, si COVITUR decide utilizar rectificadores del tipo de ventilación natural, estas preparaciones no son necesarias.

Por lo que respecta a las preparaciones de obra civil que se requieren para la salida de los cables de tracción, se deberá considerar una trinchera en la parte posterior de los equipos de corriente directa, que comunicará con la galería de cables hacia las vías; esta trinchera tendrá una profundidad variable, pero su ancho será de 2.36 m. Se deberán de prever tirantes en su interior a todo lo ancho del canal tipo profundo, que servirán como soportes para los cables de tracción.

Entre el transformador y el rectificador deberá existir una ventana de dimensiones adecuadas a los equipos adquiridos, con el fin de permitir el paso de barras entre el transformador y el rectificador. Asimismo, deberán considerarse huecos de paso de barras en la parte posterior de los equipos de corriente directa, con sección de 0.33 x 0.33 m, cuya localización se indicará en el proyecto correspondiente. Por otro lado, deberá existir la posibilidad de que se puedan

realizar inspecciones visuales en la parte posterior del rectificador, para lo cual se preverán los pasos de hombre en cada proyecto en particular.

Por lo que respecta al registro de salida R1 éste permitirá ajustar los niveles de desplante de las canalizaciones que vienen de la calle con respecto al nivel de la trinchera; tanto la geometría como la profundidad de este registro serán definidos de acuerdo a las necesidades propias de cada proyecto en particular.

Estos equipos se alojarán en un edificio adecuado, cuya distribución interior será realizada de acuerdo a cada proyecto en particular.

003.C SISTEMA DE DISTRIBUCION TRACCION

Quedan comprendidos dentro de este sistema los equipos y componentes que se localizan desde la salida de los seccionadores positivo y negativo que se ubican dentro del PR hasta las barras guía de la vía a todo lo largo de la línea.

La distribución de la energía de tracción en la línea se deberá efectuar con una tensión nominal de 750 V, CC, la cual se aplicará a las barras guía, que a su vez deberán estar conectadas en paralelo a todo lo largo de la línea.

Las barras guía se encuentran seccionadas eléctricamente a lo largo de la línea, con el fin de permitir en el mayor grado posible una continuidad en el servicio, aislando el punto de falla de tal manera que se permita operar la línea en forma parcial en la mayor parte de ella.

Los cables positivos se conectan a la barra guía, mientras que los cables negativos se deberán conectar al riel y pista de rodamiento, de tal manera que no interfieran con el manejo de información de señalización. Para el caso del Metro de la Ciudad de México, el negativo se une a los rieles a través de conexiones inductivas que permiten dar continuidad al negativo a lo largo de las vías, sin interferir con el sistema de señalización utilizado.

Las subestaciones de rectificación que suministran la energía de tracción de 750 V, CC, son exclusivos para una sola línea, es decir, que no deben alimentar dos líneas a un mismo tiempo, ya sea directa o indirectamente. Una alimentación indirecta entre líneas podría llevarse a cabo a través de las vías de enlace entre líneas. Este principio de autonomía en la operación permite confinar de una manera sencilla las consecuencias de un incidente eléctrico únicamente a la línea sobre la cual se produce. La forma de cómo se deben disponer entre sí los diferentes equipos para permitir una operación eficiente, corresponde a un proyecto de distribución tracción.

003.C.01 DISTRIBUCION TRACCION

Una vez que las subestaciones de rectificación son ubicadas a lo largo de la línea de tal manera que todas ellas se encuentren igualmente cargadas, se deberá prever que el disparo de cualquier subestación a lo largo de dicha línea no afecte bajo ninguna circunstancia su operación, es decir, que la falla de una subestación de rectificación deberá ser transparente para la operación. Este principio de operación deberá obligar a que en el diseño de las subestaciones de rectificación, así como en su emplazamiento, esté previsto que cuando una subestación de rectificación sale fuera de servicio por cualquier razón, las dos subestaciones adyacentes a ésta deberán absorber cada una de ellas el 50 por ciento de la carga.

003.C.01.a Esquema de alimentación de las vías principales

La distribución de corriente de tracción se efectúa por medio de la barra guía y retorna a través de los rieles y pistas de rodamiento; se controla por medio del interruptor ultrarrápido (UR), el cual deberá permitir poner bajo tensión los perfiles antes mencionados o ponerlos fuera de tensión; asimismo, este interruptor deberá tener la posibilidad de actuar con la ayuda de dispositivos adecuados como elemento de protección, recibiendo la señal del detector de cortocircuito para librar alguna falla.

Con el fin de asegurar una protección eficaz, la línea es seccionada eléctricamente en diferentes puntos, donde cada uno de ellos sirve de frontera a diferentes zonas o secciones. Cuando la frontera entre dos puntos de la línea está limitada eléctricamente por medio de contactores de seccionamiento, se definirá que este tramo de vía corresponde a una "zona"; asimismo, cuando una zona se encuentra a su vez subdividida eléctricamente por medio de seccionadores de aislamiento telemandado SIT, se definirá que estos tramos de línea o de vía corresponden a una "sección".

En condiciones normales tanto las secciones como las zonas deberán de garantizar una continuidad eléctrica a lo largo de la línea. Esta continuidad eléctrica deberá ser realizada para el caso de las zonas por medio de los CS y para el caso de las secciones, por medio de los SIT.

Por otra parte, cuando exista cualquier tipo de situación anormal en la línea, las fronteras de las zonas o secciones deberán garantizar que bajo ninguna circustancia existirá una continuidad eléctrica entre zonas o secciones adyacentes, cuyos equipos CS o SIT estén abiertos.

A las fronteras entre las zonas y secciones antes mencionadas se les denomina tramos de protección o cupones de protección. Estos tramos de protección deberán de cumplir con los siguientes requisitos:

a) Garantizar la continuidad mecánica de la barra guía bajo cualquier situación.

b) Garantizar bajo condiciones normales que por lo menos una de las escobillas del tren se encuentre bajo tensión.

c) Garantizar que en situaciones anormales y bajo ninguna circunstancia, exista puenteo eléctrico entre zonas o secciones a través de los trenes.

Para tal efecto se preverán en los tramos de protección unos contactores, los cuales se denominarán contactores de tramo de protección (CTP). Estos equipos tendrán como finalidad alimentar los tramos de protección, a fin de cumplir con los requisitos antes mencionados y se localizarán únicamente en las acometidas de las subestaciones de rectificación que cuen-

ten con CS. Para el caso de las fronteras entre secciones, el mismo equipo del SIT deberá prever los elementos de alimentación o desenergización del tramo de protección como cuchillas secundarias.

La alimentación de los CTP deberá hacerse de la transferencia del CS.

La localización de estos equipos a lo largo de la línea dependerá de cada proyecto de tracción en particular y deberá ser congruente con el proyecto operativo de la línea.

003.C.01.b Esquema de alimentación en terminales y vías de enlace

003.C.01.b.01 *Terminales.* Las terminales estarán constituidas principalmente por vías de entrada y salida de la estación así como de la vías secundarias, las cuales se denominan a base de números y letras respectivamente; en circunstancias normales la alimentación de tracción de una terminal principia en el contactor de terminal y puede considerarse que su frontera eléctrica, a nivel de vías, se localiza en el aparato de vía de entrada (maniobra "O").

El contactor de terminal (CT) es un interruptor automático que tiene como finalidad alimentar la vía de llegada a la estación a partir de las vías principales, o ponerla fuera de tensión según se desee. Este interruptor se encontrará conectado en paralelo con un seccionador inversor bipolar, el cual se podrá cerrar o abrir manualmente en caso de fallar el interruptor automático.

El CT podrá ser abierto o cerrado por medio de un telemando o por medio de un mando local; el telemando se realizará por medio de un conmutador rotativo situado en el Tablero de Control Optico del PCC.

Para el caso del mando local se preverán dos conmutadores, los cuales tendrán las siguientes funciones:

— El primero permitirá seleccionar el tipo de mando, es decir, podrá seleccionar "mando local" o "mando a distancia"; cuando este conmutador se encuentre en "mando local" deberá quedar totalmente inhibido el "mando a distancia".

— El segundo conmutador servirá para poner el interruptor en "servicio" o "fuera de servicio", es decir, "cerrado" o "abierto", respectivamente.

Estos conmutadores se localizarán en el local del CT.

Otra de las partes importantes de una terminal es la alimentación tracción a las vías secundarias, la cual se realizará de la siguiente manera:

La alimentación a las vías secundarias que se encuentran atrás de las vías de operación de una estación terminal, deberá ser separada eléctricamente por medio de cortes no puenteables y la alimentación eléctrica a ellas se realizará a través de interruptores automáticos de vía secundaria (IVS), los cuales tomarán la energía de las vías principales de la estación por medio de un seccionador bipolar sencillo; cuando la estación sea del tipo dos andenes – dos vías, este seccionador bipolar estará conectado en uno de sus extremos a las vías de entrada y salida de la estación V-1 y V-2 y se conectará a las vías de salida, V-2 y V-Z, cuando la estación sea del tipo dos andenes-tres vías; el otro extremo de este seccionador bipolar se conectará a un par de interruptores automáticos, conectados en paralelo y bloqueados eléctricamente entre sí, de los cuales se derivarán las alimentaciones que cada proyecto en particular requiera.

003.C.01.b.02 *Fosas de visita.* Las fosas de visita serán alimentadas a través de un interruptor automático (IFV), el cual estará conectado en paralelo con un seccionador bipolar doble que permitirá alimentar dichas fosas en caso de falla del interruptor, que a su vez deberá contar con un sistema de bloqueo a base de llave y botoneras. Todas las fosas de visita deberán contar con un aislamiento eléctrico a nivel de vías, por medio de un corte no puenteable en cada extremo de la fosa.

003.C.01.b.03 *Vías de enlace.* Todas las vías de enlace deberán contar con un interruptor automático (IVE) a la entrada y a la salida de cada vía de enlace, el cual será controlado a distancia desde el TCO correspondiente de cada línea con bloqueo entre ellas. Asimismo, se deberá prever tanto a la entrada como a la salida de cada vía de enlace un aislamiento eléctrico por medio de cortes no puenteables. La manera como se ubicarán tanto los equipos como los cortes no puenteables corresponderá a cada proyecto en particular.

Deberán existir ruptores para abrir el IVE que esté en servicio, en caso de urgencia.

003.C.02 DISTRIBUCION DE CARGA DE LAS SUBESTACIONES

Una vez que se determine la cantidad de energía que se debe suministrar a cada línea en particular, lo que conduce a determinar el número de subestaciones que son requeridos en una línea, se procederá a ubicar estas subestaciones a lo largo de ella, tomando en cuenta la optimación de la combinación de los siguientes parámetros:

— Caída de tensión

— Análisis de cortocircuito

— Balanceo y regulación de carga

— Mínimo de pérdidas.

Es decir, que la distancia entre subestaciones de rectificación, tomando en cuenta tanto las curvas horizontales como verticales, así como la capacidad de transporte de la línea, deberá garantizar que existan siempre las mínimas fluctuaciones de carga en todas y cada una de las subestaciones y que en caso de falla de una de éstas, las subestaciones adyacentes acepten la carga de la subestación dañada en forma igualmente proporcional. Asimismo, la caída de tensión entre dos subestaciones de rectificación deberá mantenerse dentro de los límites que marcan las normas del material rodante, tomando en cuenta que esta caída es función de la distancia entre las dos subestaciones y deberá ser lineal e igual para cada una de ellas.

Por otra parte, los cálculos de cortocircuito deberán determinar tanto la sensibilidad de calibración de los equipos como la capacidad de detección de cortocircuito para definir la distancia óptima entre subestaciones de rectificación, la cual será función del trazo y perfil de la línea.

Para la combinación óptima de los parámetros antes mencionados, se deberá realizar el proyecto correspondiente de cada línea en particular.

003.C.03 SISTEMA DE MANDO Y CONTROL DE LOS EQUIPOS DE DISTRIBUCION DE TRACCION

Los equipos susceptibles de contar con un mando remoto y un mando local, que les permita cambiar su posición a abierta o cerrada, se pueden clasificar básicamente en tres grupos perfectamente definidos, como son:

— Los contactores de seccionamiento

— Los seccionadores de aislamiento telemandado

— Los interruptores automáticos

La forma como se deberán operar estos equipos, tanto en mando remoto como en mando local, es la siguiente:

003.C.03.a Contactor de seccionamiento

Para conocer las características de mando y control que se deberán satisfacer durante la operación de este equipo, consúltese el párrafo 003.B.02.d.

003.C.03.b Seccionador de aislamiento telemandado

Tiene como finalidad establecer la continuidad eléctrica entre dos secciones adyacentes, cuando las condiciones de operación son las normales, o por el contrario, garantizar un aislamiento eléctrico entre secciones adyacentes, cuando las condiciones de operación así lo requieran, por ejemplo en los casos de servicios provisionales, fallas de la vía, incidentes en línea, etcétera.

Estos equipos son montados en serie con unos seccionadores manuales, a razón de un seccionador por vía y por sección, los cuales tienen la finalidad de aislar el SIT a fin de realizar en él trabajos de mantenimiento.

Tienen la particularidad de que no pueden abrirse bajo carga, pero pueden cerrarse con las vías bajo tensión. Para conocer las características de mando y control que se deberán respetar durante la operación de este equipo, consúltese el párrafo 003.C.04.d.

003.C.03.c Interruptores automáticos

003.C.03.c.01 *Contactor de terminal.* Para conocer las características del mando y control de un contactor de terminal se deberá de consultar el párrafo 003.C.01.b.01.

003.C.03.c.02 *Interruptores de vías secundarias, vías de enlace y fosas de visita.* Tienen como finalidad alimentar cualquier tipo de vía secundaria tomando la energía de las vías principales, actuando como protección entre ambos tipos de vía con el fin de aislar cualquier incidente o falla que pudiera ocurrir en las vías secundarias, evitando las repercusiones de éstas en las vías principales y como consecuencia, en la operación.

Estos equipos deberán contar con dispositivos detectores de sobrecorriente, que les permita abrir el interruptor en caso de existir sobrecorrientes anormales.

Además, deberán contar con mando remoto y mando local, de tal manera que el cierre de los interruptores pueda ser realizado a través de un selector localizado sobre el TCO del PCC, para los IVS e IVE.

Por lo que respecta a la apertura de dichos interruptores automáticos, ésta únicamente podrá ser provocada por alguna de las siguientes condiciones:

— Por operación voluntaria del selector de apertura y cierre que se localiza en el PCC

— Por sobrecorriente

— Por accionamiento de alguno de los ruptores de urgencia, que se encuentre dentro del bucle al que está conectado el interruptor.

003.C.04 CARACTERISTICAS DE INVERSORES Y SECCIONADORES

Existe una gran variedad de equipos de tracción que se implantan a nivel de vías, debido a que cada equipo debe cumplir con ciertas características operativas. A continuación se analizará cada uno de ellos.

003.C.04.a Seccionadores e inversores

Los seccionadores y los inversores de tracción de 1500, 3000 y 5000 A, que deberán utilizarse bajo una tensión de 750 V, CC, serán montados sobre barras aislantes ensambladas sobre viguetas o canales "U" galvanizadas, de dimensiones adecuadas a cada proyecto en particular.

Las barras de aislamiento deberán diseñarse de tal manera que puedan soportar las presiones y los esfuerzos requeridos por la maniobra, inclusive brutal o un cortocircuito franco. La prueba de resistencia dieléctrica se efectuará bajo una tensión alterna de 60 Hz, partiendo de 6000 V y aumentando progresivamente por pasos de 750 V a cada 30 s; la resistencia dieléctrica no deberá efectuarse bajo una tensión inferior a 10 000 volts.

Todos los seccionadores e inversores serán equipados con contactos de "fin de carrera" de apertura y cierre.

Los seccionadores y los inversores tendrán como mínimo dos contactos "apertura" y dos contactos "cierre" en cada posición.

Las mordazas de cobre podrán estar constituidas por dedos de contactos múltiples, montados con resortes y articulados. Todas las piezas de las mordazas serán rigurosamente intercambiables. El aparato no deberá tener ningún volante de apriete.

La cuchilla principal que sirve de seccionador estará compuesta por tres láminas de cobre como mínimo; estará articulada sobre un eje independiente de las mordazas, que no forma parte del circuito eléctrico.

— Seccionador de 1500 A

  La cuchilla principal estará constituida por lámina de cobre y será montada sobre barras aislantes.

— Seccionador doble de 1500 A

Estará constituido por dos cuchillas principales de 1500 A, montadas sobre barras aislantes ensambladas sobre un mismo chasis.

— Inversor sencillo de 1500 y 3000 A

Incluirá tres apoyos de conexión al nivel de las mordazas centrales. La cuchilla principal, estará compuesta por láminas de cobre idénticas a las del seccionador de 1500 o de 3000 A, y estará articulada.

Este último podrá ser cerrado en posición alta o baja y sobre las mordazas inferiores será fijada una barra aislante abatible que puede cerrar estas últimas de manera que se utilice sólo la parte alta del inversor.

— Inversor doble de 1500 y 3000 A

Este aparato estará constituido por dos cuchillas principales de 1500 o 3000 A, montadas sobre barras aislantes ensambladas sobre un mismo chasis y articuladas al nivel de las mordazas centrales. En el caso de utilización de este inversor como inversor de puenteo, las mordazas inferiores que no tendrán apoyos de conexiones serán puestas en derivación eléctricamente y estarán dotadas de un sistema de aislamiento de las mordazas superiores, de tal manera que se utilice eventualmente sólo la parte alta del aparato.

— Seccionadores de 3000 y 5000 A

Los contactos puntuales bajos y altos serán de plata maciza y el mando del aparato se obtendrá por medio de un sistema de palancas articuladas alrededor de un eje principal y manejado por medio de una palanca de material aislante, que tendrá la posibilidad de ser colocada a la derecha o a la izquierda del aparato.

La presión de los contactos móviles al momento del cierre deberá ser tal que el seccionador esté en condiciones de asegurar el paso de 4000 A durante una hora, para el aparato calibrado a 3000 A y 6500 A durante una hora, para el aparato calibrado a 5000 A.

Todas las piezas de acero del sistema de mando serán al cadmio.

El proveedor podrá proponer a COVITUR equipos de dimensiones y materiales diferentes a los mencionados aquí, siempre y cuando se garantice que tanto en la capacidad de los equipos como en la temperatura de los puntos de contacto se obtienen condiciones iguales o mejores a las aquí mencionadas.

— Poder de corte y calentamiento

Todos los aparatos de mando manual estarán equipados con un dispositivo de ruptura brusca, que asegure una potencia de corte de 500 A, bajo 750 V, CC.

Las temperaturas límite debidas al calentamiento de los diferentes tipos de materiales y mecanismos deberán de respetar las indicaciones establecidas en la norma NF-63130.

003.C.04.b Contactores

— Contactor de 800 A a 750 V, CC

El contactor será del tipo "desnudo sobre barras" e incluirá fundamentalmente:

Dos polos accionados por campo magnético, los cuales serán montados en serie uno con respecto al otro.

Una bobina de atracción para accionamiento de los polos alimentados con una tensión de 220 V, 60 Hz

Dos contactos auxiliares de cierre

Dos contactos auxiliares de apertura

Los contactores de 800 A serán utilizados en grupos de dos y deberán ser accionados simultáneamente por medio de un relevador que cuente con dos contactores de 10 A al cierre y una bobina cuya tensión de alimentación sea de 220 V, 60 hertz.

Los contactos principales serán de "alto poder de corte", de cobre, de material no soldable, para servicio intensivo.

El conjunto compuesto por dos contactores de 800 A con todo el equipo de funcionamiento será montado sobre dos bastidores metálicos perfilados y galvanizados; el circuito principal de 750 V será montado con doble aislamiento.

El contactor podrá soportar una sobreintensidad de 22 000 A durante un tiempo de un segundo y tendrá una potencia de corte de 15 000 A bajo una tensión de 750 V, CC.

— Contactor 3000 A a 750 V, CC

El contactor será del tipo "desnudo sobre barras" e incluirá fundamentalmente: dos polos accionados por campo magnético, los cuales serán montados en serie uno con respecto al otro.

003.C.04.c Interruptores

Todos los interruptores serán del tipo "barras desnudas" de 4000, 3000 y 1800 A a 750 V, CC, e incluirán en particular:

— Dos polos accionados por campo magnético, los cuales serán montados en serie, uno con respecto al otro.

— Una bobina de atracción para accionamiento de los polos, alimentada por una tensión de 220 V a 60 Hz.

— Tres contactos auxiliares para cierre.

— Tres contactos auxiliares para apertura.

Cada interruptor será montado con doble aislamiento sobre un chasis metálico perfilado y galvanizado.

003.C.04.d Seccionador de aislamiento telemandado (SIT)

— Características generales

Se localizará en los nichos de tracción y será del tipo autosoportado; por consiguiente, las dimensiones límite impuestas tienen una importancia particular. Es posible que este equipo sea instalado en un ambiente húmedo y cargado de polvos conductores y por esto los materiales ferrosos empleados en la construcción de este seccionador deberán ser protegidos contra las oxidaciones, ya sea por medio de galvanización, o por medio de un tratamiento químico aprobado por COVITUR.

El aparato estará concebido para una utilización con corriente continua de 750 V, CC 6000 A, CC para la cuchilla principal y de 750 V, CC 800 A, CC para las dos cuchillas auxiliares previstas. COVITUR podrá aumentar o disminuir el número de cuchillas auxiliares de acuerdo a características propias del proyecto en particular.

La apertura del SIT se efectuará sin carga, mientras que su cierre podrá hacerse bajo tensión.

— Funcionamiento de emergencia del SIT

En caso de avería del mando o de falta de alimentación de corriente alterna, el aparato deberá poder maniobrarse manualmente y solamente cuando no exista tensión en las vías.

— Aislamiento

Deberá realizarse un doble aislamiento entre las piezas bajo tensión de 750 V, CC y el chasis.

El servomotor será aislado por una parte con el chasis-soporte y por otra parte con la leva de mando.

— Armario de mando local

El equipo de control y de mando será colocado en un armario llamado de "mando local".

Dado que este armario al igual que el SIT, deberá ser instalado en el nicho de tracción o sea, en un ambiente húmedo y cargado de polvos conductores, deberá ser estanco y protegido especialmente contra los riesgos de corrosión.

— Pruebas de buen funcionamiento

Una vez que el equipo se encuentre instalado, el proveedor en presencia de COVITUR o de su representante, procederá a realizar las siguientes pruebas bajo su cargo y responsabilidad.

— Apertura y cierre del SIT con mando local

— Apertura y cierre del SIT con mando remoto

— Operación manual

— Verificación de la señalización en el PCC y localmente de la posición del SIT para cada caso.

En caso de que por alguna razón las pruebas no sean satisfactorias, el proveedor hará los arreglos necesarios en el menor tiempo posible y por su cuenta, hasta dejar el equipo en condiciones de operación satisfactorias.

003.C.05 PREPARACIONES DE OBRA CIVIL

Las preparaciones de obra civil que se requieren dentro del sistema de tracción, se pueden clasificar de manera muy bien definida en tres tipos:

— Locales para alojar equipos

— Canalizaciones fuera de la sección de Metro

— Canalizaciones a nivel de vía.

003.C.05.a Locales para alojar equipos

Las preparaciones de obra civil que se requieren para alojar los equipos de tracción son de dos tipos: las subestaciones de rectificación que se localizan a nivel vialidad y los locales que se encuentran a nivel de vía.

Por lo que respecta a las preparaciones de las subestaciones de rectificación, éstas se trataron en el inciso 003.B.07 de estas Especificaciones.

En el presente párrafo se tratarán únicamente las necesidades de obra civil que deberán preverse a nivel de vía.

Constarán principalmente de una serie de locales, los cuales se encuentran repartidos a lo largo de la línea y su localización se define a partir del proyecto de distribución tracción. Estos locales tienen características diferentes, dependiendo de las necesidades específicas de los equipos de tracción que se vayan a alojar en ellos; asimismo, dichos locales podrán variar en cuanto a su geometría y dimensiones, dependiendo del procedimiento constructivo de la línea o tramo de ésta donde dichos locales se ubiquen y de las dimensiones del equipo por instalar.

Las dimensiones generales de los locales se presentan en la tabla 003-1.

Las características de diseño que deberán respetarse para el proyecto de estos locales son las siguientes:

003.C.05.a.01 *En túnel.* Cuando estos locales se encuentran en líneas en túnel y la implantación de vía sea sobre concreto, los nichos deberán tener su nivel de piso terminado a nivel de rasante; asimismo, deberán contar con un canal-dren perimetral, que tenga como fin desalojar todos los posibles escurrimientos, para lo cual se deberán prever las pendientes correspondientes, las que en ningún momento deberán ser superiores a 2.5 ni inferiores al 0.5 por ciento. Así mismo, cuando la implantación de vía en túnel se realice sobre balasto, el nivel de piso terminado de estos locales será el del nivel de balasto, respetando los requerimientos del dren y las pendientes antes mencionadas.

Por otra parte, todos aquellos locales que por alguna razón se ubiquen en el cuerpo de la estación, deberán contar con los huecos necesarios para paso de cables, los que se dimensionarán y ubicarán en cada proyecto en particular.

003.C.05.a.02 *En cajón.* Cuando los locales de tracción se encuentran en líneas en cajón y la implantación de vía sea sobre balasto, los nichos deberán tener su nivel de piso terminado a nivel balasto; asimismo, deberán contar con un canal-dren perime-

tral que tenga como fin desalojar todos los posibles escurrimientos.

003.C.05.a.03 *Superficial.* Cuando estos locales se encuentran en líneas en superficie y la implantación de vía sea sobre balasto, los nichos de tracción se podrán diseñar de dos maneras, dependiendo de las condiciones y características del tramo. La primera de ellas permitirá colocar los nichos en forma elevada, apoyados en la estructura, tomando en cuenta que se deberán de respetar los gálibos dinámicos y estáticos del material rodante; estos nichos denominados pajareras, deberán contar con techo, paredes de confinamiento, ventilación natural del local y pasos de cables y de hombre por el piso, tomando en cuenta que la altura a que se desplante este tipo de locales, deberá permitir que exista una distancia libre entre el nivel del balasto y la losa interior del nicho de 1.95 m. Los detalles y diseños específicos de este tipo de locales serán motivo de cada proyecto en particular.

El otro tipo de nichos son casetas que se ubican a nivel de vía y deben contar con techo y paredes de confinamiento; asimismo, el nivel de piso terminado deberá coincidir con el del balasto. Todos los nichos deberán tener puertas de 2 x 2 m de dimensiones interiores libres mínimas; el número de puertas se

Tabla 003-1. Dimensiones generales de los nichos de tracción para el Metro de la Ciudad de México, de acuerdo con el tipo de solución de la línea

Tipo de local	Túnel profundo	Cajón subterráneo	Superficial	Elevado
Nicho de PR en "T"	Túnel de 4.2 m de altura x 2.7 m de ancho x 7 m de largo	Nicho de 7.5 m de largo x 2.5 m de ancho y del mismo alto que el cajón principal	Nicho de 7.5 m de largo x 2.5 m de ancho y 3 m de alto	Nicho de 10.5 m de largo x 3 m de ancho y 2.10 m de alto
Nicho de PR en "S"	Túnel de 4.2 m de altura x 2.5 m de ancho x 7 m de largo	Nicho de 7.5 m de largo x 2.5 m de ancho y del mismo alto que el cajón principal	Nicho de 7.5 m de largo x 2.5 m de ancho y 3 m de alto	Nicho de 10.5 m de largo x 3 m de ancho y 2.10 m de alto
Nicho de SIT	Túnel de 4.2 m de altura x 2.5 m de ancho x 7 m de largo	Nicho de 7.5 m de largo x 2.5 m de ancho y del mismo alto que el cajón principal	Nicho de 7.5 m de largo x 2.5 m de ancho y 3 m de alto	Nicho de 10.5 m de largo y 3 m de ancho y 2.10 m de alto
Nicho de un PR en "T", más un SIT	Túnel de 4.2 m de alto x 2.5 m de ancho x 12 m de largo	Nicho de 12 m de largo x 2.5 m de ancho y del mismo alto que el cajón principal	Nicho de 12 m de largo x 2.5 m de ancho y 3 m de alto	Nicho de 10.5 m de largo x 5 m de ancho y 2.10 m de alto
Nicho de vía de enlace	Túnel de 4.2 m de alto x 2.5 m de fondo x 4.5 m de largo	Nicho de 4 m de largo x 2.5 m de ancho	Nicho de 4 m de largo x 2.5 m de ancho y 3 m de alto	Nicho de 4 m de largo x 2.5 m de ancho y 2.1 m de alto
Nicho de fosa de visita	Túnel de 4.2 m de alto x 4 m de fondo x 4.5 m de largo	Nicho de 4 m de largo x 4 m de ancho	Nicho de 4 m de largo x 4 m de ancho x 3 m de alto	Nicho de 4 m de largo x 4 m de ancho x 3 m de alto
Nicho de CT	Túnel de 4.2 m de alto x 4 m de fondo x 4.5 m de largo	Nicho de 4 m de largo x 4 m de ancho	Nicho de 4 m de largo x 4 m de ancho x 3 m de alto	Nicho de 4 m de largo x 4 m de ancho y 3 m de alto
Nicho de terminal	Túnel de 4.2 m de alto x 2.5 m de fondo y el largo que se requiera	Nicho de 2.5 m de ancho y el largo que se requiera	Nicho de 2.5 m de ancho y el largo que se requiera	Nicho de 2.5 m de ancho y el largo que se requiera
Nicho de garage	Túnel de 4.2 m de alto x 2.5 m de fondo y el largo que se requiera	Nicho de 2.5 m de ancho y el largo que se requiera	Nicho de 2.5 m de ancho y el largo que se requiera	Nicho de 2.5 m de ancho y el largo que se requiera
Nicho de vía de lavado	——	——	Nicho de 3 m de ancho x 4 m de largo	——

definirá de acuerdo al siguiente criterio:

1. Los nichos de 4 m de largo o menores, contarán con una puerta de las dimensiones antes indicadas, colocada según el proyecto específico en cada caso.

2. Los nichos que tengan una longitud superior a 4 m, deberán tener dos puertas de las dimensiones antes indicadas, colocadas una en cada extremo del local.

3. Las puertas deberán ser metálicas y corredizas; no se aceptarán puertas que tenga algún tipo de abatimiento o plegadizas y no deberán contar con chapa sino únicamente con algún tipo de traba o pestillo que pueda ser accesible fácilmente sin requerir llave, siempre y cuando garantice que la puerta pueda permanecer cerrada, sin que se abra por sí sola.

   Los pasos de cables de estos nichos hacia las vías serán motivo de cada proyecto en particular.

003.C.05.a.04 *Tramo elevado.* Cuando los locales de tracción se encuentren en líneas elevadas soportadas por columnas y la implantación de vía sea sobre balasto, los nichos de tracción se deberán diseñar de tal manera que se localicen inmediatamente abajo de las vías, debiendo preverse que existirán pasos de hombre y cables a nivel de vías, mientras que los pasos de equipo se podrán situar en algún punto del nicho que permita maniobrar los equipos directamente de la vialidad hacia el nicho, sin pasar por el área de vías. Para la localización de estos huecos de paso de equipo se deberán tomar en cuenta las posibles maniobras y posiciones de acercamiento que puedan tener los camiones que transportan el equipo, a fin de que se faciliten al máximo los movimientos de izaje. Deberá preverse además para su localización que en caso de que tengan acceso desde la calle, no sean susceptibles de ser empleados por personal no autorizado en las áreas del Metro.

Este tipo de nichos deberá contar con tapas desmontables, según los requerimientos de cada proyecto en particular, tanto en los pasos de hombre como en los pasos de cables que se encuentrán a nivel de vía.

003.C.05.b Canalizaciones fuera de la sección del Metro

Las canalizaciones que se encuentran fuera de las áreas confinadas del derecho de vía del Metro son básicamente de dos tipos:

a) Canalizaciones entre las subestaciones de rectificación y la línea.

b) Canalizaciones a base de bancos de ductos, para librar alguna interferencia de la propia línea, sacando los cables de la sección del Metro y volviéndolos a introducir a una cierta distancia más adelante.

   Las canalizaciones antes descritas se tratarán en detalle en el Capítulo 2.02.01.008.

003.D SISTEMA DE TRACCION EN TALLERES

Los sistemas de alimentación tracción en los talleres se realizarán bajo el criterio de alimentación a vías secundarias, es decir, que se zonificarán las zonas del taller por medio de interruptores automáticos, los cuales contarán con bucles de ruptores de urgencia propios, que actuarán sobre cada interruptor en particular sin afectar las zonas adyacentes.

Las zonas de talleres se dividirán principalmente en cuatro partes:

— Zona de estacionamiento

— Zona de taller de pequeña revisión

— Zona de vía de pruebas

— Zona de taller de gran revisión.

Las subdivisiones que normalmente existen en cada una de estas zonas serán definidas de acuerdo con las características propias de cada proyecto en particular.

La alimentación eléctrica de 750 V, CC hacia los talleres, deberá prever una alimentación normal a través de la subestación de rectificación más próxima y una alimentación socorro, a través de las vías principales o secundarias de la estación más próxima.

Dentro de la zona de talleres deberá preverse la alimentación tracción de las siguientes áreas:

003.D.01 CASETAS DE TRACCION

Deberá preverse un número determinado de casetas, las cuales tendrán como fin alojar los equipos del sistema de distribución tracción dentro del área de talleres.

Estas casetas deberán alojar seccionadores, contactores e interruptores, así como los arreglos de barras necesarios para el correcto funcionamiento de los talleres. Todos estos equipos deberán ser montados sobre bastidores diseñados para tal fin.

A un lado de la base de los soportes deberán preverse huecos de dimensiones suficientes, que permitan la entrada y salida de cables de una manera libre y sencilla; la localización y dimensionamiento de estos huecos será la indicada en el proyecto correspondiente.

En el nivel inferior de las casetas deberá existir un sótano con acceso por medio de una escalera marina y cubierto con tapa, el cual tendrá como finalidad alojar las charolas que servirán para distribuir de una manera ordenada los cables entre los equipos y los bancos de ductos.

La localización de estas casetas se realizará de acuerdo con el criterio siguiente:

— Una caseta por cada centro de carga que exista, como es nave de depósito, pequeña o gran revisión, etc. Su localización se llevará a cabo tratando de que exista la menor distancia posible entre el centro de carga y las casetas.

Los equipos mínimos que deberán existir dentro de cada caseta serán los siguientes:

— Un seccionador de llegada a 3000 A

— Dos interruptores de 3000 A

— Un seccionador inversor bipolar de 3000 A.

— Un número determinado de seccionadores manuales, que alimentarán las vías cuya capacidad dependerá de la carga de diseño de cada caso en particular.

003.D.02 NAVE DE PEQUEÑA REVISION

Cerca del centro de carga de pequeña revisión, que representa tanto la nave como el peine de pequeña revisión, se deberá prever una caseta de tracción con los equipos necesarios que permitan alimentar o aislar eléctricamente esta zona, sin que existan consecuencias sobre el resto del taller.

La sección correspondiente al peine de vías que permite el acceso a la nave, será alimentada por medio de seccionadores manuales y la ubicación y distribución de éstos se efectuará de acuerdo con los requerimientos correspondientes de cada proyecto en particular.

Por lo que respecta a la alimentación dentro de la nave de pequeña revisión, se efectuará a través de armarios de tracción, que tendrán como función alimentar las líneas de troles en forma independiente, es decir, una línea de alimentación para cada vía.

Cada línea de alimentación deberá ser capaz de poner bajo tensión el positivo del trole y al mismo tiempo conectar los rieles con el polo negativo del sistema de tracción; asimismo, cuando por alguna razón se desee desenergizar la línea del trole, se deberá cortar también el circuito negativo de la vía, y al mismo tiempo un contactor conectará los rieles de la vía correspondiente al sistema de tierra, a fin de proteger al personal de mantenimiento cuando las vías se encuentren desocupadas.

La alimentación del trole al tren se realizará por medio de un conector de 750 V, CC denominado toma PAT hembra; este conector deberá contar con un aislamiento de 2.5 kV, que servirá como protección para el personal que lo maneja.

El número de armarios, su distribución, así como el número de vías por alimentar dependerá de cada proyecto en particular.

003.D.03 NAVE DE GRAN REVISION

Dependiendo de la posición que guarde este centro de carga con respecto al resto del taller, se derivará una alimentación de 750 V, CC exclusiva, la cual deberá llegar a un interruptor automático, que se localizará en algún punto dentro de la nave de gran revisión. Este interruptor tendrá como fin derivar una serie de alimentaciones, cuyo número y características dependerá de cada proyecto en particular con la protección adecuada para evitar contactos accidentales.

003.D.04 VIA DE PRUEBAS

Se deberá prever una alimentación exclusiva de 750 V, CC a través de un interruptor automático, el cual se podrá localizar ya sea en algún punto de la zona de vía de pruebas o en algún punto de derivación. Este interruptor tendrá como fin alimentar y proteger la vía de pruebas durante su operación.

003.D.05 VIA DE LAVADO

Se deberá prever una alimentación exclusiva de 750 V, CC a través de un interruptor automático, el cual se podrá localizar en algún punto de la zona de vía de lavado o en el punto de derivación. Este interruptor tendrá como fin alimentar y proteger la vía de lavado durante su operación.

Las características del equipo así como su ubicación y alimentadores dependerá de cada proyecto en particular.

003.D.06 TALLER ELECTRICO

Se deberá ubicar en alguna zona de los talleres y solamente cuando se considere necesario se preverá una plataforma de pruebas para las subestaciones de rectificación, que se ubicará en el mismo inmueble en que se aloje el taller eléctrico.

La plataforma de pruebas deberá ser capaz de permitir calibrar los equipos de corriente alterna y de corriente continua, ya sea en condiciones reales, conectándose directamente a la línea, como en condiciones simuladas, por medio de un banco de resistencias. Los equipos que se deberán poder probar y calibrar, pertenecientes a las subestaciones de rectificación, son los siguientes:

— Interruptor ultrarrápido

— Transformador de potencia

— Interruptor de potencia

— Rectificador

— Contactor de seccionamiento

— Transformador de auxiliares

— Seccionadores manuales.

Aun cuando no exista equipo sobre la plataforma, deberá permitirse la alimentación preferencial de la energía de tracción hacia los talleres, así como los bloqueos correspondientes cuando la plataforma esté en operación o cuando se encuentre en pruebas.

Los arreglos de equipo, así como las alimentaciones derivadas de esta plataforma, corresponderán a cada proyecto en particular.

CAPITULO 2.02.01.004
SISTEMAS ELECTRONICOS

004.A SEÑALIZACION

004.A.01 GENERALIDADES

El sistema de señalización tiene por objeto mantener la seguridad en el recorrido de los trenes en las líneas de red del Metro, restringiendo la autorización de circulación y la velocidad bajo ciertas condiciones de operación, que dependen del estado general de las líneas. Las funciones fundamentales de este sistema son las siguientes:

— Evitar durante la circulación de los trenes sobre la misma vía y en el mismo sentido, todo posible alcance entre ellos, independientemente del tipo de marcha utilizado, así como evitar cualquier incidente contrario a la seguridad en el movimiento de los trenes en las zonas de maniobras.

— Mantener el movimiento telemandado o local de los aparatos de vía, conservando siempre todas las condiciones o enclavamientos eléctricos y mecánicos a fin de evitar cualquier riesgo de colisiones o descarrilamientos en los movimientos de trenes.

Lo antes mencionado se logra con la utilización del sistema llamado de señalización lateral de bloqueo automático luminoso, en el cual las indicaciones relativas a la automatización y límites de velocidad son dadas mediante indicadores luminosos y semáforos instalados a todo lo largo de la línea; la detección del tren se realiza mediante circuitos de vía CDV, a dos filas de riel aislado, con juntas aislantes de separación y conexiones inductivas que aseguran la continuidad del retorno de tracción. El control y tratamiento de las informaciones procesadas por un sistema de lógica de seguridad intrínseca, se aloja en los locales técnicos de cada estación. Las informaciones y las condiciones necesarias del sistema lógico se transmiten a los puestos de maniobra en terminales y al Puesto Central de Control PCC, desde los cuales se realizan los mandos o cancelaciones de los movimientos o itinerarios, con la utilización del pupitre de mando y del Tablero de Control Optico TCO, en el que se visualiza la posición de los trenes, el estado de la señalización y la posición de los aparatos de vía.

004.A.02 CLASIFICACION DE LAS SEÑALES

004.A.02.a Señalización de espaciamiento

Esta señalización normalmente abierta, es a sección tapón, es decir, que un tren es en principio protegido al menos por dos señales sucesivas al alto.

Con objeto de disminuir el tiempo de "intervalo mínimo" entre trenes, se podrán desbloquear anticipadamente las señales, mediante "juntas aislantes de desbloqueo anticipado", derogando la "sección tapón".

Las señales de espaciamiento son aquéllas que no presentan jamás la indicación de alto absoluto. Dichas señales están provistas de foco piloto blanco lunar, siempre encendido, de una placa de identificación de fondo blanco y letras en negro reflejantes, así como de una placa F , en fondo negro con letras blancas.

— Nomenclatura:

E	Señal de entrada
Ep	Señal de entrada permisiva
S	Señal de salida
I	Señal intermediaria única
I1	Primera señal intermediaria
I2	Segunda señal intermediaria
Ax	Señal advertidora de la señal siguiente
In + Ax	En caso de agrupar una señal advertidora con una señal de espaciamiento.

— Las señales advertidoras no tienen luz roja ni foco piloto, pero presentan una luz verde si la señal siguiente es verde y dos luces amarillas de advertencia, si la señal siguiente no presenta el verde.

En la tabla 004-1 se presenta el código de señales de espaciamiento.

Cuando la distancia de visibilidad es insuficiente (señal ubicada en una curva por ejemplo), esta señal será precedida de una señal advertidora.

En ciertos casos, donde las reglas de implantación de señales conducen a tener distancias pequeñas entre ellas, la señal advertidora es ubicada en el mismo soporte de la señal precedente; se dice entonces que la señal advertidora es conjugada con una señal de espaciamiento.

Tabla 004-1. Código de señales de espaciamiento

Señal de espaciamiento		Señal advertidora	
Aspecto	Significado	Aspecto	Significado
Una señal roja apagada o dudosa	Alto. Espaciamiento	Dos señales amarillas	Advierte que la señal siguiente está en rojo o en amarillo
Una señal amarilla	Reducir la velocidad a 15 km/h, salvo otra indicación de IVA		
Dos señales amarillas (In + Ax)	La señal advertidora informa que la señal siguiente (x) no presenta el verde y que la señal asociada (In) se encuentra permisiva	Una señal verde	La señal siguiente está en vía libre o en amarillo lo que implica reducción de velocidad
Una señal verde	Vía libre		

004.A.02.b Señalización de maniobra

La señalización de maniobra tiene por objeto permitir la ejecución de movimientos en tramos de vía donde es posible realizar itinerarios en más de un sentido o dirección, cruzando o no aparatos de vía.

Los movimientos de trenes se efectúan por medio de itinerarios que mandan la apertura de señales de maniobra, si las condiciones lo permiten.

Las señales de maniobra están provistas de un foco piloto blanco lunar, de una placa de identificación de fondo blanco y letras en negro, reflejante, así como de una placa NF, en fondo negro con letras blancas. Estas señales pueden también desempeñar el papel de señales de espaciamiento. A continuación se presenta el código de señales de maniobra.

Una luz verde:	Vía libre. Foco piloto encendido
Una luz amarilla:	Disminución de velocidad a 15 km/h, salvo otra indicación. Foco piloto encendido
Una luz roja con foco piloto encendido:	Alto; espaciamiento
Una luz roja con foco piloto apagado:	Alto total

El código de señales de espaciamiento y maniobras se presenta en la tabla 004-2.

Según las condiciones de empleo, las señales presentan las diferentes combinaciones de luces representadas en los planos de "implantación de señales".

004.A.02.c Particularidades concernientes al funcionamiento de señales

Una vez destruidos los itinerarios autorizados por una señal, la sección tapón se suprime.

A la aproximación de un tren, una señal no debe pasar a una indicación más imperativa; excepto en caso de una destrucción de urgencia.

En el momento de una maniobra, las señales concernientes deberán presentar alto absoluto, a más tardar a la liberación del circuito de vía de aproximación.

Las señales de espaciamiento precedentes a las señales de maniobra no deben pasar a una indicación imperativa cuando la señalización de maniobra cambia de estado.

La extinción de una luz verde o amarilla debe hacer pasar la señal al rojo.

La luz verde de un repetidor y la luz verde de la se-

Tabla 004-2. Código de señales de espaciamiento y maniobras

Luces encendidas	Foco piloto	Naturaleza de la señal considerada	Significado
Una luz verde	Encendido	Todas las señales	Vía libre
Una luz roja	Encendido	Señal de espaciamiento o señal de maniobra	Alto, espaciamiento
Una luz roja	Apagado	Señal de maniobra	Alto total
Una luz amarilla.	Encendido	Señal de espaciamiento o señal de maniobra	Disminución de velocidad a 15 km/h, salvo otra indicación
Dos luces amarillas		Señal advertidora de espaciamiento o maniobra	La siguiente señal no presenta el verde

ñal repetida se conectan en serie.

Las señales de salida de las terminales son mantenidas en alto absoluto hasta que el regulador mande la apertura de la señal.

Cuando una señal no sea suficientemente visible a la distancia de visibilidad, será necesario prever señales advertidoras, las cuales son implantadas en algunos casos durante la ejecución de la obra.

Se hará lo necesario para mejorar la visibilidad de las señales, a 3 m frente a ellas y al centro de la vía, sin detrimento de la buena visibilidad de la señal a partir de la "distancia de visibilidad".

004.A.03 COMPOSICION DE LOS INDICADORES DIVERSOS

Los diferentes indicadores luminosos se presentan bajo la forma de una caja en lámina galvanizada, pintada y con una tapa con bisagra que contiene lo siguiente, salvo en el caso del indicador de dirección:

— Un soporte de lámpara

— Una placa que presenta la indicación del caso

— Una o dos pantallas

— Un monitor para el paso del cable

— Una lámpara.

Las cajas luminosas utilizadas en tramo subterráneo o aéreo son idénticas, pero las que están instaladas en tramo aéreo se equiparán con una visera.

004.A.03.a Indicadores de velocidad

004.A.03.a.01 *Indicadores de velocidad autorizada.* Los indicadores de velocidad autorizada están destinados a indicar, en blanco con fondo negro, la velocidad autorizada cuando ésta es superior a 15 km/h y están asociados a las señales provistas de luz amarilla. Estos indicadores son luminosos y se iluminan sólo si la luz amarilla está encendida; cuando están apagados no deben presentar ninguna indicación visible. Cuando se instalan en tramos aéreos deberán estar provistos de una visera.

Si una señal está provista de un indicador de dirección, éste deberá instalarse junto al indicador de velocidad autorizada.

Las indicaciones presentadas son las siguientes:

PA — CMC + una velocidad en cifras

CMC + una velocidad en cifras

siendo PA el indicador de pilotaje automático y CMC el de conducción manual controlada.

Pueden variar estas indicaciones según el itinerario autorizado. Se encienden simultáneamente y la extinción de una de ellas provocará la extinción de la otra.

004.A.03.a.02 *Indicador de velocidad limitada (IVL).* Estos indicadores instalados a lo largo de la vía previenen permanentemente a los conductores de velocidad límite, señalando las cifras en negro con fondo blanco. Se utilizan dos tipos diferentes:

— Un indicador de "aviso de velocidad límite", que señala la velocidad a respetar en el próximo indicador de velocidad límite. La indicación se presenta en cifras negras, en un círculo blanco sobre fondo negro.

— Un indicador de ejecución de velocidad límite, que indica con cifras negras sobre un cuadrado de fondo blanco, la velocidad a respetar a partir del

franqueamiento de este indicador.

004.A.03.b Indicador de dirección

Esta asociado a las señales de maniobra que se encuentran en el origen de itinerarios divergentes, e informa al conductor la dirección que va a tomar para su ubicación (ver "planos de programa de maniobras" emitidos por COVITUR); se enciende en forma permanente y sólo depende de los controles de posición de aguja.

El indicador presentado por una letra o cifras luminosas, está constituido a partir de una matriz de lámparas. Una matriz de diodos selecciona las lámparas a encender, según la indicación que se requiere presentar.

Se utilizan dos tipos de indicador de dirección:

— Tipo aéreo, donde la altura del carácter es de 200 mm ± 5 por ciento y utiliza lámparas de 2 W ± 5 por ciento. Este indicador está equipado de una visera para evitar todo reflejo proveniente del exterior, en particular del sol.

— Tipo subterráneo, donde la altura del carácter es de 125 mm ± 5 por ciento y utiliza lámparas de 1 W ± 5 por ciento.

Su alimentación es similar a la prevista para los indicadores de velocidad.

004.A.03.c Indicador de fosa de visita

Los indicadores de la fosa de visita con dos luces rectangulares color verde y rojo son instalados a cada extremo dentro de las fosas de visita.

Los dos indicadores son mandados por dos cofres instalados a cada lado de la fosa, muy cerca de las señales de maniobra, origen de los itinerarios de salida.

Cada cofre tiene dos botones [O (abierto) y F (cerrado)] accesibles después de haber quitado la cerradura de la puerta, y dos lámparas de control (blanco y amarillo).

Cuando la fosa está libre, los indicadores son verdes. El bloqueo de un tren sobre la fosa se efectúa apoyando sobre uno de los botones F después de la apertura de la puerta de acceso.

El cierre de la fosa de visita es efectivo solamente si el circuito de vía de la fosa está ocupado y si ningún itinerario de entrada o de salida de éste sea registrado o sea formado.

El cierre de la fosa se indica por la puerta en rojo de los indicadores de fosa así como por el encendido de las lámparas amarillas y el apagado de las lámparas blancas de los cofres.

La puesta en rojo de los indicadores de fosa de visita impide el mando de los itinerarios de entrada y de salida.

El desbloqueo de la fosa que provoca el encendido en verde de los indicadores de fosa se obtiene por acción sobre uno de los botones "O" de los cofres de mando. Esta acción también provoca el apagado de las lámparas amarillas y el encendido de las lámparas blancas de los cofres.

004.A.03.d Indicador de servicio provisional (SP)

Los indicadores SP están instalados en las estaciones equipadas para efectuar el servicio provisional.

Si están encendidos, indican a los conductores que un servicio ha sido mandado. No presenta indicación alguna si el servicio provisional no ha sido mandado. La inscripción se realiza con letras blancas sobre fondo negro y se alimenta según lo indicado para la lámpara de los indicadores de velocidad.

Llevará la indicación SP con luz intermitente (encendida durante 0.5 s y apagada durante 0.5 s), y se empleará sólo cuando un servicio provisional se está realizando.

Este control se llevará a cabo con un dispositivo de dos estados, encendido-apagado, que permanece excitado durante el tiempo que se requiera el encendido intermitente del indicador. La prueba de rigidez dieléctrica, será idéntica a la detallada para indicadores de velocidad.

004.A.03.e Indicador de maniobra (LM)

004.A.03.e.01 *Ubicación.* Los indicadores se ubican en los servicios provisionales y enlaces (ver planos del "programa de maniobras" emitidos por COVITUR). Encendidos indican al conductor el punto en que el tren libera totalmente el último CDV de tránsito y además quedará frente a la señal que le autorizará continuar la maniobra.

004.A.03.e.02 *Condiciones.* El indicador LM se encenderá en fijo cuando un movimiento SPV o de vía de enlace, esté en curso y el CDV correspondiente esté ocupado.

004.A.03.e.03 *Realización.* La indicación LM será visible aun con la lámpara apagada. La inscripción es realizada con letras negras sobre fondo blanco.

El indicador luminoso está formado por una caja en lámina galvanizada y pintada, con una tapa con bisagras que contiene:

— Un soporte de lámpara

— Una placa que presenta la indicación LM

— Una pantalla

— Un monitor para el paso de cable.

— Una lámpara de bajo voltaje.

Las cajas luminosas utilizadas en tramo subterráneo o aéreo son idénticas, pero cuando están instaladas en tramo aéreo, estarán dotadas de una visera.

La entrada del cable a la caja luminosa deberá impedir el ingreso del polvo y la humedad.

004.A.03.f Indicador de recuperación de velocidad

Señalan al conductor cuándo puede retomar la velocidad normal de la línea, después de una restricción de velocidad impuesta por un indicador de velocidad

limitada o de velocidad autorizada.

Se utilizan dos tipos diferentes:

— Indicador de recuperación de IVA, no alumbrado en permanente. Presenta la letra R en blanco sobre fondo negro.

— Indicador de recuperación de IVL, alumbrado en permanente. Presenta la letra R en negro sobre fondo blanco.

004.A.03.g Placa de identificación

Con la finalidad de diferenciar los dos tipos de señales (espaciamiento y maniobra) y al mismo tiempo asignar a cada una de ellas una identificación, se coloca una placa distintiva, es decir, aquellas señales que protegen un aparato de vía o la circulación de un tren en contrasentido; son señales NO FRANQUEABLES (NF) y su identificación será numérica, de acuerdo al circuito de vía de origen del itinerario que protegen.

Para señales de bloque, que aseguran la sección tapón, llevarán una placa franqueable (F) y su identificación será de acuerdo a su posición, o sea, las señales de la estación podrán ser de entrada (E) o de salida (S); las señales de interestación son intermediarias (I), llevando un número consecutivo si existe más de una (I1, I2 . . . , In). Cuando existen señales advertidoras (Ax), no llevan placas NF ni F, ya que son preventivas tanto de señales de espaciamiento como de maniobras, llevando consigo la asignación de la señal que anuncian (AIn, AEp, etc.).

004.A.03.h Indicador "próximo tren"

Los indicadores de "próximo tren" se instalan en las terminales definitivas de tres vías y dos andenes, asignando un indicador por cada tren. Encendidos señalan a los pasajeros el lado del andén por donde el próximo tren saldrá de la terminal hacia la línea.

El encendido y apagado de los indicadores podrá hacerse indistintamente en forma automática o en forma manual desde el puesto local de maniobras y desde el PCC, donde se integrará a los respectivos pupitres.

Interfaces. Señalización proporcionará a "Mando Centralizado" para los mandos del PLC y a "Baja tensión" para el encendido de los indicadores de "próximo tren", la información necesaria por medio de contactos secos (sin alimentación).

Los dispositivos electromecánicos o electrónicos que se utilicen en la lógica del indicador, pueden ser o no de alta seguridad (intrínseca, por ejemplo).

004.A.04 CARACTERISTICAS DE LAS SEÑALES E INDICADORES

004.A.04.a Unidades luminosas para las señales de espaciamiento y maniobra

Las lámparas de las señales serán alimentadas por un transformador enchufable instalado en el local técnico.

La apertura de las puertas para mantenimiento no deberá interferir con el gálibo dinámico, de 30 cm para instalación lateral y de 10 cm para instalación superior (sobre el tren).

004.A.04.b Disposición de unidades luminosas

La luz roja deberá estar siempre situada en la parte inferior del conjunto para una señal vertical y a la derecha para una señal horizontal, como se indica enseguida:

Disposición de unidades luminosas

Unidades luminosas (No. de luces)	Señales verticales		Señales horizontales
2	V RO	A RO	V R O A R O
3	V A RO	A V A	V A R O A V A
4	A V A RO		A V A R O

Nomenclatura: V Verde R Rojo
A Amarillo O Foco piloto

En todas las instalaciones es necesario respetar el gálibo y la altura de la señal roja, de 2.80 m a partir del nivel de rodamiento al eje de la primera luz para arreglo vertical con fijación lateral.

004.A.04.c Señales en exteriores.

Las señales en exteriores se componen de lo siguiente

— Unidades luminosas con sistema óptico, de por lo menos 160 mm ± 5 por ciento de diámetro

— Una pantalla metálica de fondo negro, rodeada de una línea blanca, para mejor visibilidad en la luz. Esta línea está dentro del mismo fondo negro

— Visera para cada luz, a fin de evitar toda reflexión parásita del medio ambiente, en particular de la luz solar.

004.A.04.d Señales en interiores

Las señales en subterráneo están equipadas con unidades luminosas con sistema óptico, de por lo menos 125 mm ± 5 por ciento de diámetro.

004.A.04.e Orientación de luces

Las unidades luminosas deben estar equipadas con mecanismos que permitan la orientación y enfoque adecuado para tener visibilidad continua, como mínimo de la "distancia de visibilidad" hasta el punto normal de paro al centro de la vía.

004.A.04.f Instalación de señales

El soporte del conjunto que constituye la señal más la base orientable, se adosará al muro, a la losa superior o a un poste fijado al piso, según planos de instalación.

En la instalación de equipos en los muros, deberá respetarse al gálibo dinámico de 300 mm como mínimo, entre los costados del tren, 50 mm en la parte inferior del tren y 100 mm en la parte superior del tren y la losa del túnel, entendiendo como gálibo la distancia mínima entre el tren y las instalaciones fijas.

La unidad luminosa roja se instala a 2.80 m de altura, medida a partir de la rasante al eje horizontal de la mencionada unidad luminosa.

004.A.04.g Alimentación

La alimentación de las lámparas se hará a tensión reducida para aumentar su vida útil.

Las unidades luminosas tanto en maniobra como en espaciamiento y los focos piloto en señales de espaciamiento, se alimentan con corriente alterna. Cuentan con una resistencia variable para el ajuste de intensidad.

Los focos piloto en señales de maniobra se alimentan con corriente continua por medio de un circuito individual, provisto cada uno de ellos de una resistencia variable para el ajuste de intensidad. El foco piloto y la lógica asociada a él, se conectan a las baterías de socorro en el local técnico de cada zona de maniobras.

Todas las lámparas de señales, foco piloto e indicadores diversos tendrán una vida útil mínima de 17 000 horas.

Todos los equipos del sistema de señalización son alimentados desde el local técnico de cada estación, tanto los de la lógica del puesto como los instalados en campo.

De igual forma, las baterías, cargador y rectificador que forman un solo conjunto, estarán alojados en el local técnico respectivo, en zonas de maniobras.

004.A.05 CIRCUITO DE VIA CON CONEXIONES INDUCTIVAS (CDV)

004.A.05.a Generalidades

Los rieles de seguridad y las pistas de rodamiento que conducen la corriente de retorno de tracción y la corriente de señalización, son divididos en circuitos de vía CDV, separados unos de otros por juntas aislantes. Estos circuitos de vía son del tipo birriel. En cada extremo de los circuitos de vía, están instaladas conexiones inductivas que sirven de transformadores, destinados a la alimentación del CDV, para el extremo "salida" del CDV, respecto al sentido de circulación y para la alimentación del receptor para las instaladas, a la "entrada" del CDV. Las primeras son llamadas conexiones inductivas de emisión y las segundas de recepción.

En el lugar en que se presenta una junta aislando dos circuitos de vía consecutivos, el regreso de la corriente de tracción se logra uniendo los dos puntos neutros de los embobinados de alambre grueso de las conexiones inductivas emisión y recepción.

Cuando un CDV termina frente a una vía no señalizada, el punto neutro de su conexión terminal se liga a los dos rieles de la vía mencionada con conexión de tipo retorno de tracción.

Las polaridades de circuitos de vía deberán escogerse de tal manera que cualquier falla en el aislamiento de una junta aislante, se manifieste como CDV ocupado.

En pista, riel y aparatos de vía, todas las uniones mecánicas se puentean por medio de planchuelas y cables desnudos. Se puentean también los extremos de pista-riel, que son aislados por medio de juntas aislantes.

Por otro lado, en lo que se refiere a los desvíos deberá instalarse un conductor de retorno de tracción, a razón de dos cables por conexión inductiva, CI, 1400 A, o tres para 2000 amperes.

Esta conexión deberá efectuarse en tal forma que todos los elementos del riel que constituye el circuito de vía, queden conectados en serie; por otro lado, cualquier mal aislamiento en la junta aislante debe manifestarse como CDV ocupado.

En los puntos de inyección de puestos de rectificación, serán instalados unos puentes de inductancia, en cada vía, para garantizar el retorno de la corriente de tracción.

Frente al puesto de rectificación se instalarán conexiones inductivas complementarias, que será un circuito de vía técnico por crear, cuando la distancia entre el punto de inyección del puesto de rectificación y la junta aislante más cercana, límite de dos circuitos de vía, rebase los 40 metros.

Las barras de cobre que conectan las dos conexiones inductivas de un mismo puente se prevén de manera que puedan recibir las zapatas de ocho cables de retorno de tracción de 240 mm^2, cada uno.

El circuito de vía de cada zona de aguja será temporizado (relé temporizado a la tracción), en dos segundos para evitar despuenteo en falso del CDV.

004.A.05.b Inmunidad a las corrientes parásitas

La elección de la señal aplicada (forma de onda, amplitud y frecuencia) al CDV de juntas aislantes debe ser tal que sea insensible a corrientes parásitas tales como armónicas de la corriente de retorno de tracción y toda señal ajena a la señal original emitida.

Además, la señal emitida resolverá el problema del contacto imperfecto riel-escobilla.

004.A.06 ENCLAVAMIENTOS

004.A.06.a Enclavamiento de incompatibilidad

El enclavamiento de incompatibilidad se opone a la formación de todo itinerario incompatible con un itinerario ya formado (CI). No se permitirá formar simultáneamente dos itinerarios incompatibles; sin embargo, un itinerario puede ser registrado o sobrerregistrado, según el caso, aun existiendo un itinerario incompatible formado, excepto en caso de enclavamiento "frente a frente" (ver planos de "programa de maniobras" y planos de "pupitre, telecontroles y

enclavamientos" elaborados por COVITUR).

En un grupo de itinerarios incompatibles puede haber un solo itinerario formado (CI) y uno registrado (EI).

004.A.06.b Enclavamiento de tránsito

El enclavamiento de tránsito prohibe, a partir del franqueamiento de la señal de origen de un itinerario, toda modificación de la posición de sus agujas hasta el recorrido completo de dicho itinerario, esto es, la liberación de todos los CDV de tránsito comprendidos en el itinerario.

004.A.06.c Enclavamiento de aproximación

El enclavamiento de aproximación o acercamiento, se opone a la destrucción inmediata de un itinerario, después de la desaparición del control al alto absoluto de la señal de maniobra situada en el origen del itinerario, cuando el CDV precedente o circuito de aproximación de dicha señal, está ocupado.

004.A.06.d Enclavamiento de zonas de agujas

Una aguja es enclavada por todos los circuitos de vía comprendidos entre las señales origen de itinerarios que dan acceso a la aguja, hasta la liberación completa de este itinerario; sin embargo, uno de esos CDV puede ser ocupado por un movimiento que no utilice esta aguja; conviene en este caso enclavarla por los circuitos de vía de tránsito sólo en la dirección que da acceso a dicha aguja.

004.A.06.e Función selección de aproximación (SAP)

Es un enclavamiento que tiene por objeto inmovilizar las agujas de un itinerario, si la señal origen de este itinerario está o estuvo mandada a la apertura o si hubo desaparición de control de presentación efectiva de la señal o desaparición del control de presentación efectiva de las dos señales amarillas de la eventual señal advertidora.

003.A.06.f Control imperativo permanente de las agujas

Las señales de maniobra presentan la indicación alto absoluto, si los cerrojos de los aparatos de vía que ellas protegen no están asegurados en la buena posición y si las puntas de las agujas no están controladas en la posición correcta.

004.A.06.g Función auxiliar circuito de vía (AXCDV)

Dado el montaje utilizado para la implantación de los circuitos de vía en las comunicaciones, puede existir un "hueco de puenteo" en el que puede haber un pequeño vehículo sin detectarse.

A fin de evitar una liberación prematura de enclavamientos (tránsito, incompatibilidad entre itinerarios, etc.), este "hueco de puenteo" es cubierto por la función AXCDV.

Si un tren recorre el itinerario de vía desviada y pasa por los CDV de tránsito de aguja, el primer CDV de la comunicación no podrá ser considerado liberado —después de su recorrido completo— si no ha sido ocupado el segundo CDV de tránsito de esta comunicación.

004.A.06.h Condiciones de apertura controlada

Para ciertas señales, el desbloqueo no puede tener lugar sino hasta cierto tiempo después de ciertas condiciones. Este retardo se obtiene por medio de un temporizador ajustable de 0 a 45 segundos.

Las señales de maniobra sometidas a la condición de apertura controlada estarán indicadas en el programa de maniobras.

004.A.06.i Enclavamiento de sentido UN

El enclavamiento de sentido UN se encuentra en la configuración "frente a frente" y tiene por objeto impedir la apertura de la señal de origen de itinerario A/B, cuando después de la destrucción de urgencia de otro itinerario "frente a frente" C/B, el tren para el que es mandada esta destrucción de urgencia ya ha ocupado al menos un circuito de vía de tránsito de este itinerario.

004.A.06.j Enclavamiento de deslizamiento

Si un tren está recorriendo un itinerario A/B en modo de conducción automática y franquea la señal B y la distancia entre el punto a proteger de un aparato X colocado después de la señal B ("punta" para un aparato tomado en punta), es menor que la "distancia de deslizamiento", es necesario enclavar el aparato X en una posición controlada (izquierda o derecha), a partir de la apertura de la señal A y por la ocupación de los CDV de tránsito y destino de este itinerario A/B.

Este enclavamiento se anula a fin de establecer otro itinerario que requiera las agujas del aparato X en una posición diferente de la originalmente enclavada, por medio de una temporización que se inicia a la ocupación del CDV de destino y liberación del CDV de tránsito del itinerario A/B. Esta temporización cubre como mínimo el tiempo correspondiente al recorrido de la distancia de deslizamiento.

Cuando la aguja equipada de un retorno automático ocupa la posición correspondiente al itinerario de continuidad, el enclavamiento de deslizamiento se instala sólo para esta posición y no es anulable.

004.A.07 ITINERARIOS

004.A.07.a Itinerarios simples

Son aquéllos que por sí mismos pueden realizar los movimientos previstos de un tren. Se componen de un circuito de vía CDV de origen, uno o más de tránsito y uno de destino; excepcionalmente no hay CDV de tránsito.

La formación y destrucción de cada itinerario simple se efectuará mediante algún dispositivo de posiciones estables, de tal manera que al cortar la alimentación al circuito, éste mantenga la información o estado que tenía antes del corte.

004.A.07.a.01 *Fases del funcionamiento de un itinerario.* Los itinerarios deben prever las siguientes fases de funcionamiento:

a) Mandos. El mando de un itinerario se obtiene a partir de un pulso de corriente. Los mandos de cada puesto de maniobras pueden provenir de los

orígenes siguientes:

— Programadora PGT situada en el PCC

— Pulsadores de mando instalados en el pupitre del PCC

— Pulsadores de mando instalados en el pupitre de un puesto local de maniobras, en terminales

— Botones de mando instalados en cofres en campo, SP, enlace, V1, V1T o V2

— Condiciones internas de funcionamiento o automatismos.

b) Registro (EI). La función registro transforma un mando instantáneo en acción permanente baja reserva de que las condiciones de incompatibilidad al registro lo permitan. Si un itinerario A está formado, el mando de otro itinerario B incompatible es registrado, excepto en caso de incompatibilidad nariz-nariz UN y el itinerario B será formado después de la destrucción del itinerario A. En un grupo de itinerarios incompatibles, todas las funciones EI son incompatibles.

La destrucción manual DO o DU, del destino correspondiente al itinerario registrado, provoca la anulación de la función registro.

La función registro realizada provoca el encendido en blanco intermitente de la lámpara intermitente de la lámpara incorporada al botón de mando correspondiente; la función formación realizada provoca el encendido en blanco fijo de esta misma lámpara.

c) Función sobrerregistro de un itinerario (SEI). Tiene por objeto guardar en memoria un mando de registro en el caso de que éste no pueda realizarse inmediatamente. En un grupo de itinerarios incompatibles todas las funciones SEI son incompatibles.

d) Preparación. El mando de las agujas se realiza por la formación de los itinerarios que involucran esta aguja si las condiciones de enclavamiento (selección de aproximación, enclavamiento de tránsito, enclavamiento de deslizamiento, etc.) están satisfechas.

e) Establecimiento. El encerrojado y de manera general esta fase, verifica el control de las agujas en buena posición para el itinerario correspondiente.

f) Autorización. El establecimiento de un itinerario implica que todas las agujas del itinerario sean mandadas y encerrojadas en la buena posición, pero la apertura de la señal origen es posible sólo si las condiciones siguientes están satisfechas:

— Las agujas están en concordancia con el órgano de enclavamiento del itinerario formado. Además, las agujas no están mandadas en socorro eléctrico ni manual

— El itinerario formado no está en proceso de destrucción automática o de urgencia

— Las condiciones diversas de enclavamiento están satisfechas (enclavamiento UN)

— Por lo que concierne a las señales de salida a línea (en terminales), la apertura de ésta se efectúa sólo después de accionar el botón de "salida" en el pupitre del puesto local de maniobras o PCC; esta acción no es sin embargo efectiva si el itinerario de salida no está formado o si está en proceso de destrucción automática.

El foco piloto totaliza las condiciones de la autorización de apertura de una señal en una zona de maniobras, por lo que deberá estar socorrido con baterías cuando la corriente alterna falte.

g) Destrucción. La destrucción de los itinerarios puede realizarse automática y manualmente (ver planos de "programa de maniobras" y de "pupitre, telecontroles y enclavamientos" elaborados por COVITUR), mediante la destrucción automática DA y las destrucciones DO y DU.

h) Función destrucción automática DA. Cuando un itinerario está formado (CI), se destruye automáticamente al paso (control de pasaje) de todo tren que haya liberado todos los circuitos de tránsito, es decir, que haya recorrido por completo el itinerario. En este caso, la señal de origen se deberá bloquear al alto total en cuanto el tren libere el circuito de vía de aproximación.

La función DA se aplica a todos los itinerarios de acuerdo a los programas de maniobras.

i) Función DO. La acción simultánea del operador sobre el botón DO, común al conjunto del puesto y sobre el botón del destino del itinerario correspondiente, provoca la destrucción inmediata del itinerario si los enclavamientos de aproximación y de tránsito no están en acción.

Esta función se obtiene por el accionamiento de botones DO o según descripción indicada en el plano de programas de maniobras o por el mando de ciertos itinerarios incompatibles.

j) Función destrucción de urgencia (DU). La acción simultánea del operador sobre el botón DU, común al conjunto del puesto sobre el botón de destino del itinerario correspondiente, provoca, bajo reserva que un solo botón sea accionado:

— El incremento del contador asociado al botón

— El cierre inmediato, o sea alto absoluto de la señal origen del itinerario

— La destrucción inmediata del itinerario si los enclavamientos de aproximación y de tránsito no están en acción.

— La destrucción temporizada del itinerario por medio de una minutería ajustable, si el enclavamiento de aproximación o de tránsito está en acción, bajo reserva de que la señal presente efectivamente el alto absoluto que evita la destrucción de un itinerario no protegido.

La destrucción de urgencia es realizada manualmente por el botón DU, según se indicó anteriormente, o por los automatismos según se indica en el "programa de maniobras", al mandarse ciertos itinerarios incompatibles.

k) Función TP. Ciertos itinerarios están provistos de la función TP (ver plano de "Programas de maniobras" elaborado por COVITUR). Esta función se obtiene por medio de un pulso de corriente.

En régimen TP las destrucciones automáticas no intervienen al paso del tren y el itinerario se mantiene establecido hasta que una destrucción del trazo permanente se manda, o bien un DO o DU, del itinerario en TP.

l) Función DTP. Una función DTP está siempre asociada a una función TP. Esta función es obtenida por medio de un pulso de corriente y tiene por objeto la anulación de la función TP.

m) Botones de destrucción. Los botones de anulación son instalados por un grupo de itinerarios incompatibles, definidos por el CDV de destino.

En los pupitres de puestos locales, existe un contador de cinco cifras asociado al botón DU.

Todas las destrucciones se mandan solamente apoyando simultáneamente el botón de anulación del itinerario y el botón DO o DU, según el caso.

Si un itinerario simple A, es parte de un itinerario combinado B, la acción de una destrucción que afecta al itinerario A, produce el mismo efecto sobre el itinerario B.

Los accionamientos de DO o de DU son transmitidos al PCC a razón de:

— Una transmisión por DO

— Una transmisión global para los DU.

El accionamiento de una DU provoca la puesta en obra simultáneamente de una transmisión de DO y la transmisión DU. La selección de los mandos se efectuará en el puesto de maniobra, según planos de pupitre.

004.A.07.b Itinerario combinado

Los itinerarios combinados se valen de varios itinerarios simples para realizar los movimientos compuestos.

Los diferentes itinerarios simples, que intervienen en la ejecución de un itinerario combinado, se deben establecer, y destruir sucesiva y automáticamente para permitir el movimiento de trenes.

La anulación de la función itinerario combinado, mandado para un solo recorrido se obtiene:

— Por destrucción manual de uno de los itinerarios simples, que pertenecen al itinerario combinado

— Por recorrido.

La anulación de la función itinerario combinado mandado en trazo permanente se obtiene:

— Por acción "instantánea" del operador sobre el botón de anulación del trazo permanente, efectuado en el local o en el PCC

— Por destrucción manual de uno de los itinerarios simples que pertenecen al itinerario combinado.

Si un tren sale del trayecto previsto antes de llegar al destino final, el itinerario combinado se destruye, a menos que un mando del TP sea establecido.

Por otra parte, un tren podrá entrar en la trayectoria de un itinerario combinado establecido sin destruirlo, utilizando un itinerario convergente, pero solamente en la medida en que los itinerarios simples lo permitan.

En fin, si un tren se encuentra recorriendo un itinerario combinado, los primeros itinerarios simples compatibles se establecen, y los itinerarios restantes a realizar se efectuarán en la medida en que el tren libere circuitos de vía y destruya los itinerarios incompatibles previamente formados.

004.A.07.c Itinerarios conjugados

En el caso en que el tiempo de recorrido de un itinerario que incluye varias agujas sea largo y esto pudiera afectar la operación de la zona de maniobras en cuestión, la destrucción automática se efectúa en dos tiempos, uno después de rebasar el cruzamiento bueno de la primera aguja, permitiendo de esta manera liberar el enclavamiento de incompatibilidad con otro itinerario que incluye esta aguja y el segundo, después del recorrido completo del itinerario, lo cual permite conservar el enclavamiento de las otras agujas de dicho itinerario (ver "Programa de maniobras", Fig. 004.1).

004.A.08 APARATOS DE CAMBIO DE VIA

004.A.08.a Mando de las agujas

En vías señalizadas, todos los aparatos de vía son mandados eléctricamente, a razón de un motor eléctrico por aguja.

Todas las agujas son de lámina flexible, excepto para algunos casos particulares, en donde las láminas son articuladas. El mando de las agujas se efectúa por medio de un dispositivo de dos posiciones estables y está subordinado: al enclavamiento de aproximación al control de encendido; al alto absoluto de las señales de maniobra que aseguran la protección de agujas (selección de aproximación); a la liberación de las zonas de agujas (enclavamiento de zona de aguja); y al control en posición reposo del relé que manda la alimentación de motores.

El mando de un aparato de vía puede ser efectuado en socorro mediante dos formas:

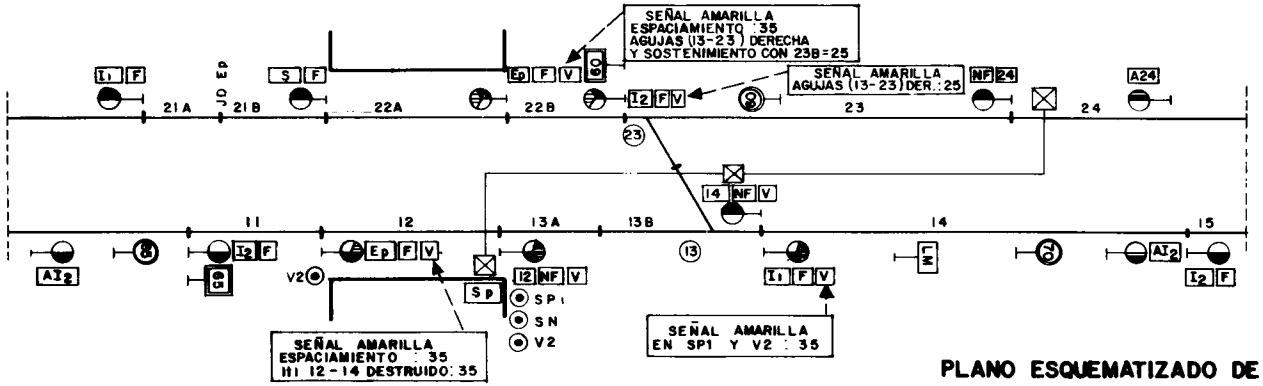
— Por medio de un mando eléctrico

— Por medio de una palanca de maniobra manual, incorporada al motor.

Estos dos procesos son materializados por un cofre de socorro, a razón de un cofre por desvío (una aguja) o por comunicación (dos agujas).

004.A.08.b Mando de socorro eléctrico

Estos cofres serán instalados sobre las vías, generalmente en los nichos reservados a los motores de agujas. Su función operativa será la de poder realizar en socorro el movimiento de las agujas.



PLANO ESQUEMATIZADO DE VIAS

NUMERO	TIPO DE TRAZO	DESIGNACION	MANDOS: CS	CC	L	T	C	AUTOMATICO	DO: L	T	C	CONDICIONES	DU: L	T	C	CONDICIONES	PARTICULARIDADES: Δ	SE	AGUJAS DE REGRESO AUTOMATICO	SEÑALES: No	INDICACION	VIA LIBRE	DESBLOQUEO: PARTICULARES	C.D.V. LIBRES	INDICADOR DE DIRECCION	VELOCIDAD PERMITIDA	INCOMPATIBILIDADES:	12-14	14-22	24-22
1	TA	12-14	X					$\overline{SP1}$ x $\overline{V2}$				SP1				SP1 x 14				12	V			13A-13B-14			12-14	■	X	
		12-14	X					SP1 x 12 x 14												12	J			13A-13B-14		35	14-22	X	■	X
		12-14	X					CON V2 MANDADO												12	J			13A-13B-14		35	24-22		X	■
2		14-22	X					SP1 x $\overline{14}$ x 22B											13-23(IZQ.)	14	J			13A-13B-23-22		25				
		14-22	X					V2 x 14 x 22B											13-23(IZQ.)	14	J			13A-13B-23-22		25				
3	TA	24-22	X					$\overline{SP1}$ x $\overline{V2}$				SP1+V2				SP1				24	V			22B-23						
4	CY	SP1		X		X	I2	SIN ACERCAMIENTO	X	I2																				
5		V2		X		X		SUBORDINADO A (12-14) FORMADO																						

NOTA : LOS TELEFONOS ESTAN CONECTADOS AL PCC

SP1 = (12-14) x (14-22)
V2 = (12-14) x (14-22)
22 = 22A x 22B

CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO DE LOS ITINERARIOS

SIMBOLOGIA

ADVERTIDORA DE SEÑAL	SP	SERVICIO PROVISIONAL	L LOCAL
SEÑAL DE 2 LUCES		TELEFONOS FIJOS DE SEÑALES CONECTADOS EN PARALELO	T TELEMANDO
SEÑAL DE 3 LUCES	(12)	NUMERO DE AGUJAS	C CAJA DE BOTON (EN LA SEÑAL)
ADVERTIDORA ILV	◇	TIPO DE CONDUCCION EN EL ITINERARIO	CC MANDO COMBINADO
INDICADOR DE LIMITE DE VELOCIDAD ILV	V	PA [1] CML 25 (1) CML 15	CS MANDO SIMPLE
INDICADOR DE LIMITE DE MANIOBRA	15	INDICADOR DE VELOCIDAD AUTORIZADA IVA	CY CICLO
10	VI	NUMERO DE C D V	DO DESTRUCCION ORDENADA
NF F	SN	BOTON DE MANDO DE ITINERARIO VI (idem V2, SP..., E...,)	DU DESTRUCCION EMERGENCIA
PLACA DE SEÑALES		BOTON DE ANULACION DE SP	Δ DESTINACION
			SE SOBRERREGISTRO
			TA TRAZO AUTOMATICO

Fig 004-1 Programa de maniobras

Estará provisto de todos los órganos de mando para este propósito, se identificará con el mismo número del aparato de vía en cuestión y constará de lo siguiente:

— Un conmutador de puesta a mano M, de tres posiciones: Normal, Manual y Señal

— Un conmutador de mando eléctrico de socorro, A, de tres posiciones: Neutro, Izquierda y Derecha

— Un indicador luminoso blanco

— Un indicador luminoso amarillo

— Una minutería ajustable, de 30 a 90 segundos

— Una cerradura de enclavamiento S que mantenga prisionera una o dos llaves (una llave por motor).

El cofre de socorro se presenta en la forma de una caja metálica, y cuando estén instalados en lineas aéreas, serán equipados con una visera y una puerta, quedando reservado el acceso a su interior solamente al personal de mantenimiento.

Un sistema de enclavamiento mecánico entre los conmutadores A y M permitirá realizar las condiciones siguientes:

— Cuando el conmutador M se sale de la posición N, Normal, un enclavamiento mecánico impide el regreso a esta posición, excepto para un agente de mantenimiento

— El conmutador A sólo puede salir de su posición Neutro hasta que el conmutador M se ubica en posición Manual

— Las llaves no pueden ser retiradas del conmutador de llaves, sino después de que el conmutador M ha sido ubicado en posición Manual.

— El conmutador M no puede ser puesto en posición Señal (S), sino después de que el conmutador A ha sido ubicado en posición Neutro, y que las llaves sean de nuevo enclavadas en la cerradura. El mando de socorro eléctrico se efectúa según las operaciones siguientes:

004.A.08.b.01 *El conmutador M es dispuesto en posición Manual.* Esta acción provoca lo siguiente:

— La puesta en acción del enclavamiento mecánico de este conmutador, que impide el regreso a posición Normal

— La liberación del enclavamiento mecánico entre los conmutadores M y A, permite la selección de la posición Izquierda o Derecha del conmutador A

— Se enciende en fijo la lámpara blanca del cofre

— El corte del circuito de alimentación de motor que proviene del local técnico (mando normal)

004.A.08.b.02 *El conmutador A es ubicado en posición Derecha o Izquierda.* Esta acción provoca:

— La puesta en acción del mando perdido de la alimentación del motor, a reserva de que las condiciones de enclavamiento de agujas correspondientes hayan sido satisfechas.

— El encendido en fijo de la lámpara amarilla del cofre durante todo el tiempo de alimentación del motor

— La alimentación del motor en el sentido deseado, a partir de la alimentación proveniente del circuito de mando de emergencia (circuito campo).

004.A.08.b.03 El conmutador A se regresa a la posición Normal, lo que permite la liberación del enclavamiento entre conmutadores.

004.A.08.b.04 El conmutador M se ubica en posición Señal, acción que provoca la apertura de la señal de protección de la aguja, bajo reserva de que se cumplan todas las otras condiciones de seguridad.

004.A.08.c Mando en socorro manual

Se efectúa según las operaciones siguientes:

004.A.08.c.01 *El conmutador M se ubica en posición Manual.* Esta acción provoca:

— La puesta en acción del enclavamiento mecánico de este conmutador, impidiendo así el regreso a la posición Normal

— La liberación del enclavamiento entre el conmutador y las llaves, permitiendo así el retiro de éstas

— El encendido en fijo de la lámpara blanca del cofre

— La apertura del circuito de alimentación del motor proveniente del puesto.

004.A.08.c.02 La o las llaves son retiradas de la chapa. Esta acción provoca o confirma el corte de alimentación del motor proveniente de los circuitos de mando de emergencia (circuitos campo), y prohibe la puesta en posición Señal del conmutador M.

004.A.08.c.03 *Mando de las agujas.* La llave, una vez retirada de la chapa del cofre, puede ser introducida en la chapa del motor, permitiendo así liberar el enclavamiento del órgano de selección Manual-Motor. Este órgano, normalmente ubicado en posición Motor, puede ahora ser ubicado en Manual, lo que permite el uso de la palanca para movimientos manuales de posición de agujas.

Después de la traslación de las agujas, la llave debe ser reintroducida en la chapa del cofre, permitiendo así liberar el enclavamiento con el conmutador M.

004.A.08.c.04 *El conmutador M se ubica en posición Señal.* Esta acción provoca la apertura de la señal de protección de las agujas a reserva de que las otras condiciones sean satisfechas.

004.A.08.d Controles de agujas

Las agujas susceptibles de ser tomadas en punta por trenes con viajeros, están dotadas de cerrojos individuales; el resto están provistas de cerrojos axiales. Estos cerrojos serán controlados eléctricamente, por lo que todas las láminas de agujas susceptibles de ser tomadas en punta con pasajeros serán controladas en su posición de láminas pegadas.

El constructor de la señalización tendrá a su cargo el suministro y la instalación de todos los controladores y accesorios de montaje que aseguren los controles antes mencionados. Los cerrojos de aguja no son parte de los alcances del proveedor de señalización.

004.A.08.e Función cerrojo

La función cerrojo permite el mando de una aguja si:

— Todos los CDV de tránsito de cada itinerario que da acceso a esta aguja, están libres.

— Los enclavamientos de aproximación no están activos, es decir, ejerciendo el enclavamiento.

— Los motores no están alimentados.

— Los controles imperativos de cierre de señales que la protegen están realizados (SAP).

Una de estas condiciones no realizada, prohibe el mando y movimiento de las agujas en cuestión.

004.A.08.f Función de mando perdido

Un dispositivo de mando perdido corta la alimentación de los motores después de 5 s de hecho el mando, impidiendo por tanto, todo movimiento intempestivo de aguja que no hubiera obedecido normalmente dicho mando.

004.A.09 MANDO, ANULACION Y CONTROL DE ITINERARIOS

004.A.09.a Cofre de botones de mando

En las zonas de maniobra que no cuentan con pupitre y TCO como los servicios provisionales, enlaces, etc., se instalará un cofre que permita el mando y anulación de itinerarios.

Se encontrarán próximos a las señales de acceso a los itinerarios en cuestión y estarán provistos de tantos botones como itinerarios a mandar existan y según el caso, de un botón de anulación así como de los indicadores luminosos que permitan visualizar la acción realizada sobre estas botoneras. Para los botones de anulación temporizada AT, los mandos se temporizan mediante una minutería que puede ajustarse de 30 a 90 segundos.

La acción sobre el botón de anulación AT para un itinerario dado, tiene las mismas consecuencias que la acción sobre el botón de destrucción de urgencia.

A cada botón de itinerario se asocia un indicador luminoso, encendido en amarillo si hay itinerario registrado o formado.

Cada cofre está provisto también de un indicador luminoso, encendido en blanco cuando el itinerario está destruido.

Las lámparas de los indicadores luminosos son de bajo voltaje y alimentadas a voltajes inferiores a su capacidad.

El mando por botón de un itinerario sólo es posible si está ocupado el CDV sobre el cual el tren se debe parar para mandar el itinerario; también los cofres contarán con una protección contra el mal uso de los botones, a fin de que éstos sean manipulados sólo por el personal autorizado.

004.A.09.b TCO y pupitre del puesto local de maniobras en terminal

El TCO y el pupitre se instalarán sobre uno a dos muebles adecuados de acuerdo con el estudio ergonómico.

Será reservada un área de 60 x 30 cm a la izquierda de la platina de mando de itinerarios para la instalación telefónica.

004.A.09.b.01 *Pupitre.* Se compone básicamente de los siguientes elementos (fig 004-2):

— Botones luminosos de mando de itinerarios simples

— Botones luminosos de mando de itinerarios combinados y de itinerarios de trazo permanente

— Botones luminosos de mando de destrucción de TP

— Los botones indicados en 1 y 2 se encienden en blanco intermitente para registro de itinerarios y encendido fijo para itinerarios formados; los botones de destrucción del TP están normalmente encendidos en fijo y se apagan al mandar el TP

— Botones de anulación no luminosos, uno por destino

— Botón general DO, no luminoso.

— Botón general DU, no luminoso

— Un contador de cinco cifras, asociado al DU

— Un botón de timbre no luminoso

— Eventualmente tres botones enclavados de mando de señal de salida, de los cuales dos serán luminosos, indicador de próximo tren.

— Control de puesta en manual del cofre de socorro

— Control de discordancia de agujas.

Todos los pupitres estarán enteramente cableados y el cableado estará conectado en repartidores apropiados.

En particular todos los circuitos de mando del timbre y botones de señales de salida serán conectados a repartidores independientes, donde se conectan los circuitos exteriores instalados por otros constructores.

Todas las lámparas serán de bajo voltaje y alimentadas a voltajes inferiores a su capacidad.

El pupitre estará provisto de un dispositivo que impida cualquier mando cuando así se requiera.

004.A.09.b.02 *Tablero de Control Optico (TCO).* En los TCO se representa el trazo y la orientación geográfica de vías y señales en una terminal.

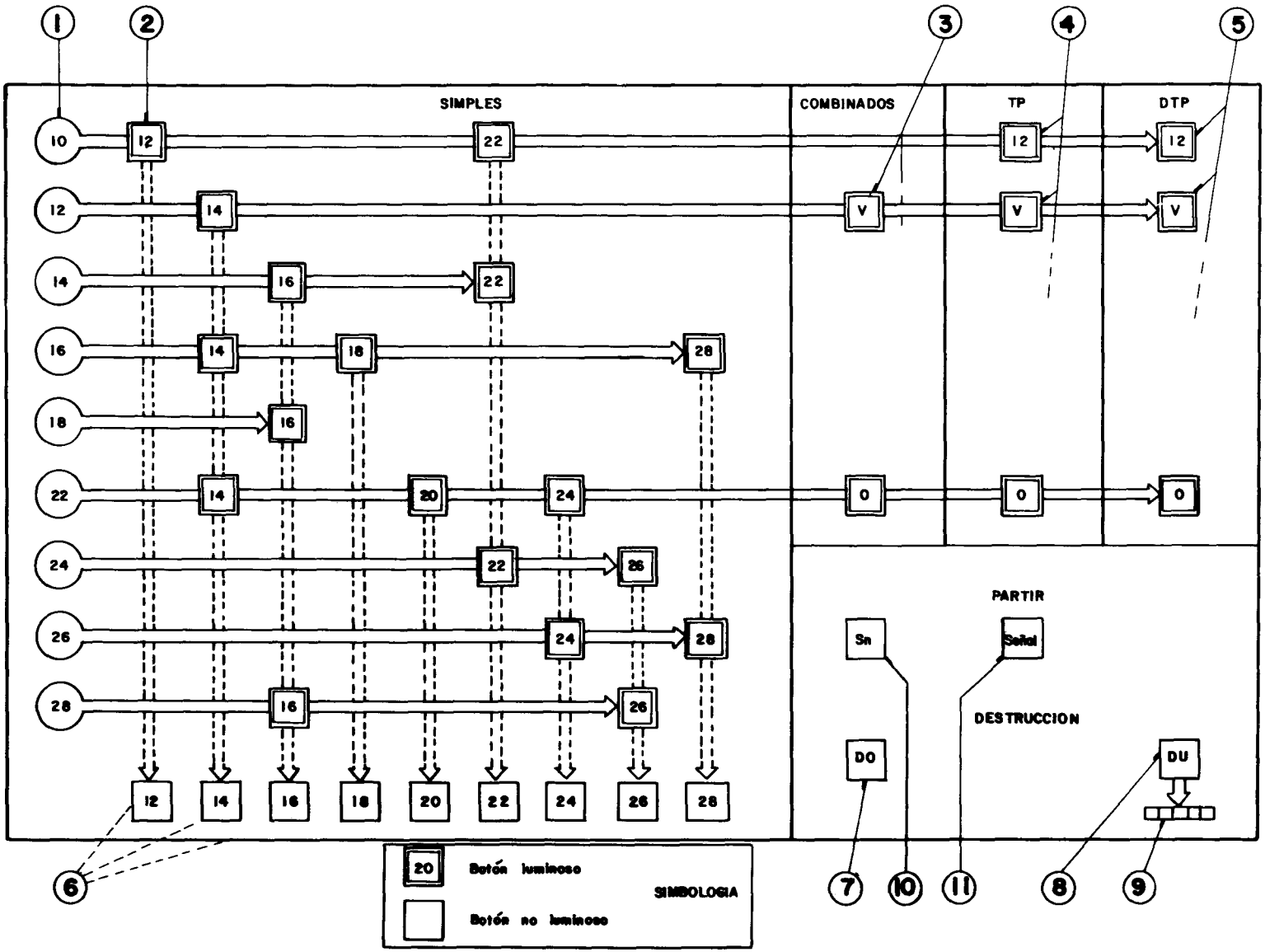


Fig 004 - 2 Pupitre de mando

Presentarán la siguiente información:

— La indicación de los CDV libres

— La indicación de los CDV ocupados

— El control de los aparatos de aguja, su posición y encerrojado

— El estado de las señales con el código siguiente:

Vía libre: Indicador en verde.

Señal en rojo: Indicador rojo (alto total), o blanco (alto espaciamiento).

Todas las lámparas serán de bajo voltaje y alimentadas a voltajes inferiores a su capacidad, recomendándose emplear tipo LED o lámparas fabricadas preferentemente en México.

El pupitre de mando estará protegido por una placa transparente abatible, cerrado con llave para evitar los mandos inoportunos cuando el PCC tiene los mandos del puesto.

004.A.10 LOCALES TECNICOS

004.A.10.a Disposiciones generales

004.A.10.a.01 *Seguridad y disponibilidad.* La seguridad debe ser considerada ante todo como una noción global a nivel del sistema de transporte y no en forma de elementos aislados. Por ello los equipos de señalización deben tener una gran disponibilidad, con el fin de no recurrir a la degradación del sistema, que repercute por lo general en una disminución del nivel de seguridad original.

004.A.10.a.02 *Fiabilidad.* Los equipos de seguridad de señalización deberán tener como mínimo los parámetros de fiabilidad que garanticen la seguridad en la operación del sistema.

El proveedor de señalización deberá presentar un estudio de fiabilidad del sistema propuesto para relevadores de seguridad y cartas electrónicas, según el caso.

004.A.10.a.03 *Expediente de seguridad.* El proveedor precisará en cada caso, si el circuito o elemento es o no de seguridad, o al menos justificará que ese circuito no ocasione algún incidente contrario a la seguridad general del sistema.

En el caso de un circuito de seguridad, el expediente incluirá la lista y los resultados de todas las pruebas de averías afectadas durante el diseño y pruebas de homologación en su caso.

004.A.10.b Descripción

Todo el equipo de alimentación, lógica y control del sistema de señalización, se instalará en un chasis o bastidor metálico dentro del local técnico.

Todos los bornes y el cableado deberán ser identificados conforme a los esquemas de ejecución, a fin de facilitar identificación en el sitio.

El cuerpo de los bornes de llegadas y de salida serán de material sintético, con una rigidez dieléctrica elevada.

En los locales técnicos, los circuitos interiores estarán aislados de los circuitos exteriores. Los circuitos interiores son todos aquellos elementos que constituyen un circuito alojado en el mismo local y no existe el riesgo de inducciones, puestas a tierra, etc.; estos circuitos serán realizados en "cortadura unipolar". Los circuitos exteriores son aquéllos que salen del local técnico.

Los circuitos que son alimentados en corriente continua serán realizados a dos hilos en forma bifilar y a doble cortadura.

Los circuitos que son alimentados en corriente alterna serán realizados por medio de un transformador de aislamiento sobre cada circuito, a fin de independizarlos entre ellos y con respecto a tierra, por lo que estos circuitos permiten ser realizados en cortadura unipolar.

El proveedor deberá tener cuidado y prever lo necesario a fin de no perturbar la operación durante la instalación de los equipos de señalización, en caso de ampliaciones de líneas en servicio.

Por otro lado, el basculamiento de las instalaciones se llevará a cabo de noche, fuera de los horarios de operación. Al reanudarse el servicio, las instalaciones serán nuevamente puestas a disposición del personal de operación, después de ser verificadas por el proveedor y por STC. El proveedor de señalización será responsable del buen funcionamiento de las instalaciones al reanudarse el servicio.

La conexión de circuitos a los repartidores de alimentación deberá cumplir con lo siguiente:

— Lado o fase positivo por medio de un fusible

— Lado negativo o neutro por medio de un borne.

En las instalaciones de señalización, es absolutamente necesario que un defecto se traduzca en una acción restrictiva para la operación y no en una acción permisiva que vaya contra la seguridad. En consecuencia:

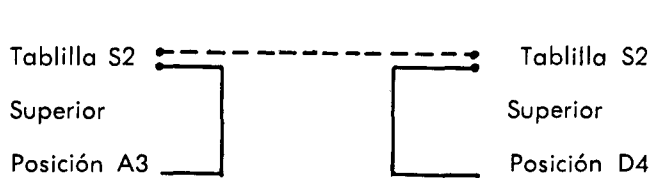
— Un corte de corriente provocará una prohibición

— Una emisión de corriente dará una autorización, y

— Una prohibición o enclavamiento será provocada por la apertura de un contacto-trabajo o desenergización de un equipo o sistema.

Todos los cables que correspondan a un mismo bastidor serán guiados en canales o en reservaciones laterales, a fin de que el origen y destino de ese hilo esté dentro del mismo bastidor.

Si en un circuito es necesario desarrollar un cableado de un bastidor a otro, esto se hará utilizando tablillas o repartidores ubicados en la parte superior de los bastidores, por ejemplo: si el cable del bastidor X1 en la posición A3 deberá ir al bastidor X2 en la posición D4, entonces tendría la siguiente secuencia:



Todo el cableado de los armarios deberá estar identificado en la punta de cada hilo, donde se marque el origen y destino de éste.

La alimentación a los equipos alojados en los bastidores se hará por la parte inferior de estos últimos, utilizando repartidores que a su vez se conectan en los bornes de fusibles, que también deberán estar ubicados en la parte inferior de los armarios.

Todo el cableado de los circuitos de señalización en los bastidores, deberá estar indicado conforme a los esquemas de ejecución.

Los bastidores deberán tener un código de coordenadas para facilitar la localización tanto del equipo alojado en ellos, como del mismo cableado.

La unión de los circuitos exteriores con los circuitos interiores se realizará en tablillas o bornes con puente móvil, en la parte inferior de los bastidores.

004.A.10.c Equipos y componentes electrónicos

El proveedor de señalización podrá proponer equipos o subsistemas, utilizando elementos electrónicos que por supuesto satisfagan completamente el aspecto funcional y de seguridad, como se marca en la presente especificación.

Esta proposición con tecnología electrónica, deberá estar acompañada de un estudio técnico-económico, en donde se muestren claramente las ventajas, si las hay, en relación con los sistemas a base de relevadores de seguridad intrínseca.

Los equipos o subsistemas presentados deberán cumplir las normas internacionales, vigentes para sistemas de señalización ferroviaria o del Metro.

004.A.10.d Utilización mínima de relevadores de seguridad

Si la lógica del sistema de señalización está formada por una parte electromecánica con relevadores y otra con elementos electrónicos, por lo menos las siguientes funciones deberán realizarse obligatoriamente con relevadores de seguridad tipo NS1, o equivalente.

— Formación de los itinerarios

— Mando y control de las agujas

— Control del foco piloto

— Recepción del circuito de vía

— Enclavamiento frente a frente

— Selección de aproximación

— Enclavamiento de deslizamiento

— Destrucción de los itinerarios.

004.A.10.e Cables e hilos de cableado

Los cables de control deberán cumplir con la especificación técnica para el suministro de cables de señalización K13MA; para estos cables el forro de protección exterior será de color verde.

Los cables de protección de uso rudo deberán cumplir con las normas Hn32-80, IPCEA, ICEA y UL-62.

Los cables de control y potencia deberán ser de producción nacional y de todo el cableado se deberá guardar un 20 por ciento de reserva.

No se aceptarán empalmes de cables en bajo andén ni dentro de ductos y estos empalmes no deberán ser realizados a menos de 100 m del más próximo.

El hilo de cableado utilizado en los chasis será del tipo CVZ.

004.A.10.f Fronteras o interfaces

004.A.10.f.01 *Frontera con PA y paro automático.* Estos dispositivos no forman parte del suministro ni de la instalación, pero las informaciones necesarias para ellos serán proporcionadas en una tablilla de conexiones, colocada en la parte superior de cada chasis en estaciones de paso; para las de maniobra se harán por medio del chasis de interfaces.

La lista no limitativa de las informaciones a proporcionar para los puestos de maniobra es la siguiente:

a) Tipo:

— CI posición derecha, mando de itinerarios

— CI posición izquierda, destrucción de itinerarios

— CI posición derecha de los itinerarios combinados SP1, SP2, V1 y V2

— CDV alto temporizado para las zonas de agujas

— KV KJ alto, control de señales

— CO excitado, control de foco piloto

— KAg posición izquierda alto, control de agujas

— Condiciones de enclavamientos particulares ligadas al PA.

b) Forma:

Las informaciones serán suministradas en forma independiente, por medio de un bucle sin corriente (circuito seco).

004.A.10.f.02 *Frontera con mando centralizado*

a) Telemando

Las informaciones necesarias para el telemando y los telecontroles serán proporcionadas en una tablilla de conexiones, ubicada en la parte superior de los bastidores o en un bastidor particular de interfaces en zonas de maniobra, a fin de conectarse con las instalaciones de mando centralizado.

La lista no limitativa de las informaciones siguientes a suministrar, se da a título indicativo.

b) Mandos

— Mando de los itinerarios en destrucción automática y trazo permanente

— Destrucción de los itinerarios en trazo permanente

— Mando de los ciclos

— Destrucción libre de los itinerarios

— Destrucción de urgencia de los itinerarios.

— Mandos de las salidas en señal de salida y sistema sonoro (timbre)

— Mandos de encendido y excitación de los motivos de próxima salida en terminales a tres vías con dos andenes.

c) Controles

— Control de la liberación y ocupación de los circuitos de vía de toda la línea

— Control de las posiciones derecha e izquierda de las agujas

— Control del registro y sobrerregistro de los itinerarios

— Control de la formación de los itinerarios

— Control de indicaciones de discordancia de agujas

— Control del mando manual de las agujas

— Control de la fosa de visita

— Control de los servicios provisionales.

d) Forma

Las informaciones enviadas y recibidas en el mando centralizado serán por medio de un circuito seco, en forma independiente.

Nota: El proveedor de señalización deberá ponerse en contacto durante los estudios con los proveedores de PA y mando centralizado, para definir la lista de las informaciones, los bornes en los que se conectarán, así como todas las condiciones técnicas de los circuitos de frontera que deberán utilizar bucles secos.

004.A.10.g Equipos de prueba y herramientas especiales

El proveedor de señalización deberá proponer los equipos y recomendaciones para el mantenimiento, tanto a nivel preventivo como correctivo.

Los equipos necesarios para el mantenimiento serán a nivel de laboratorio con la ayuda de bancos de prueba, donde se puedan verificar todas las características mecánicas y eléctricas de los equipos utilizados, así como los equipos requeridos para facilitar el mantenimiento de las instalaciones en operación.

En la proposición sobre equipo de prueba, el proveedor deberá entregar toda la documentación en español, necesaria para operar y reparar estos equipos.

004.A.10.h Protección contra incendio

Todos los materiales utilizados en los equipos de señalización deberán ser incombustibles o en su defecto autoextinguibles y no propagadores del fuego. La utilización de material que libere gases tóxicos, quedará prohibida.

004.B PILOTAJE AUTOMATICO

004.B.01 GENERALIDADES

Para obtener una adecuada capacidad de transporte, se debe contar con un sistema de conducción que permita a los trenes obtener un intervalo práctico mínimo, una velocidad comercial adecuada y un tiempo de recorrido óptimo con las máximas condiciones de seguridad.

El intervalo mínimo teórico no debe ser mayor de 90 s, de tal manera que se logre obtener una velocidad comercial comprendida entre 33 y 36 km/h, permitiéndose circular con varios tipos de marchas en las interestaciones, manteniendo una precisión de ± 5 segundos.

En caso de avería del modo principal de conducción, que es el pilotaje automático (PA) o el modo alterno, que es la conducción manual controlada (CMC), que permite al conductor tener el control manual del tren con un nivel de seguridad parecido al del pilotaje automático, se procederá a la toma de una conducción manual limitada (CML), la cual tendrá umbrales de velocidad, con lo que se deberá conservar un intervalo para los demás trenes en línea, tratando que este intervalo conserve la velocidad comercial y respetando siempre las indicaciones de señalización, tanto de velocidad como de paro frente a las señales restrictivas.

La CML no podrá utilizarse mientras estén en servicio el PA o la CMC.

En caso de indisponibilidad de estos modos de conducción, el único modo posible de circulación será la conducción manual restringida (CMR), que limita la velocidad a 35 km/h, la cual es un modo de conducción propio del tren, por lo que no existe la protección de paro ante las señales restrictivas.

La CMR no podrá utilizarse mientras estén en servicio el PA, la CMC o la CML.

Toda falla o avería de cualquier elemento deberá provocar el paro total del tren, o bien la aplicación de una orden más restrictiva que la que se hubiese dado, cualquiera que sea el origen de la falla.

Por último, el tren podrá conducirse en conducción limitada al cran T_2 (CLT_2), la cual no tiene protección de paro ante señales restrictivas ni control de velocidad.

El sistema contará con un control permanente de velocidad en PA, CMC y CML, de tal manera que:

— No se rebasen las indicaciones de límite de velocidad dadas por la señalización

— La velocidad sea tal que el tren no pueda franquear una señal de alto, y en caso contrario, entrará en funcionamiento el control de franqueamiento, protegiendo la señal restrictiva

— En caso de sobrevelocidad, se mandará el frenado de urgencia hasta el paro total del tren.

Las informaciones correspondientes a las instalaciones fijas que permiten los diferentes modos de conducción, no dependerán de un mismo canal de transmisión, el cual no deberá estar instalado sobre algún elemento energizado con alta tensión.

En los casos de conducción automática y manual limitada existirá en cabina una indicación luminosa, señalando la disponibilidad o indisponibilidad de estos dos modos de conducción.

El sistema contará en todos sus modos de conducción con un dispositivo de control del sostenimiento del arillo de hombre muerto, permitiéndose liberar este arillo durante 2.5 s; en caso de rebasar este tiempo, deberá provocarse el frenado de urgencia hasta el paro total del tren.

Otro de los dispositivos de control con que deberá contar el sistema de PA es el de selección de apertura de puertas dependiendo de la posición del andén, de tal manera que se evite que se abran las puertas del lado equivocado.

Para evitar la circulación de los trenes con conducción desde la cabina trasera y efectuar movimientos en sentido contrario, existe un control del sentido de marcha, tanto en PA, CMC y CML, como en CMR.

004.B.02 MODO DE CONDUCCION AUTOMATICO

Todos aquellos lugares donde exista la posibilidad de conducir en PA se podrán operar en el modo manual controlado.

004.B.02.a Lugares de aplicación

004.B.02.a.01 *Vías principales.* El modo de conducción habitual con el que circularán los trenes en vías principales, es el de PA, el cual es totalmente independiente de los demás modos de conducción.

El PA protege en forma automática los obstáculos previstos en vías principales, como son las mismas estaciones y la señalización de espaciamiento.

004.B.02.a.02 *Zonas de maniobras.* En términales, algunos cambios de vía (por maniobras O, V, V1, V2 y V3), pueden hacerse en conducción automática, teniendo un margen de ± 2 s para el recorrido de cada uno de los itinerarios.

Todos los otros cambios de vía en zona de maniobra, como son servicios provisionales, enlaces, talleres, etc., no están equipados para efectuarse en pilotaje automático.

004.B.02.b Salida en modo de conducción automática

004.B.02.b.01 *Salida en estación.* Estando el tren detenido en el punto normal de paro de la estación, esto es, que el eje de puerta de la cabina de conducción esté alineado con el muro tímpano de la cabecera del andén, podrá salir en modo de conducción automática si:

— La señalización se encuentra en estado permisivo

— La regulación de tráfico mantiene el indicador DBO apagado

— Todas las puertas de los vagones están cerradas

— Los dispositivos embarcados y fijos están operando correctamente

— El conductor acciona el arillo de hombre muerto.

004.B.02.b.02 *Llegada a estación.* Para detenerse el tren en el punto normal de paro de la estación, automáticamente se aplica el freno de servicio, la tolerancia para detenerse ante el punto indicado es de ± 50 cm y una vez detenido completamente el tren, quedará totalmente desbloqueado, por lo que las estaciones deberán tener una pendiente nula.

004.B.02.b.03 *Salida en interestación.* Estando detenido el tren en el punto normal de paro de la señal, esto es, entre 3 y 14 m antes de dicha señal, podrá salir en modo de conducción automática si:

— La señalización se encuentra en estado permisivo

— Se confirma que todas las puertas del tren están cerradas

— Los dispositivos embarcados y fijos están operando correctamente

— El conductor acciona el arillo de hombre muerto.

En caso de que el conductor no realice la partida del tren después de cinco segundos posteriores a la autorización, se aplicará el frenado de urgencia, bloqueándose el tren.

004.B.02.b.04 *Marcha en interestación.* El tren circulará en interestación respetando las indicaciones de señalización, en lo que se refiere a limitaciones de velocidad como a las indicaciones de los semáforos.

Cuando el tren encuentre una señal restrictiva deberá detenerse en el punto normal de paro de señal, aplicando el frenado de servicio. El tren permanecerá frenado hasta que se inicie el procedimiento de partida.

En caso de que el conductor no realice la partida del tren cinco segundos después de la autorización, se aplicará el frenado de urgencia, bloqueándose el tren.

En caso de emergencia, el conductor podrá detener el tren en interestación, utilizando varios dispositivos

que tiene a su alcance, tales como el manipulador, la llave C, el KFS, liberando el arillo de hombre muerto, el KAD, apagando el tren, etcétera.

004.B.03 MODO DE CONDUCCION MANUAL LIMITADA (CML)

004.B.03.a Lugares de aplicación

004.B.03.a.01 *Vías principales.* Sólo en caso de avería del dispositivo de conducción automática, se deberá circular en CML en vías principales. Este modo de conducción será independiente del PA, de tal manera que una falla propia de una conducción no afecte a la otra.

004.B.03.a.02 *Zonas de maniobras.* El modo principal de conducción en zonas de maniobras de terminales, enlaces, servicios provisionales y talleres, excepto peines, será la CML, la cual respeta las indicaciones de velocidad dadas por la señalización:

— Vías de estacionamiento. La entrada, salida y recorrido de estas vías se hará en CML respetando siempre los límites de velocidad y la señalización.

  En cada posición de estacionamiento se contará con un control de franqueamiento de las señales de maniobra y de las placas de paro del tren.

— De igual forma se contará con un control de sobrevelocidad y en caso de rebasar los límites de velocidad permitidos, deberá actuar el frenado de urgencia en forma irreversible, FU, y el tren no podrá continuar en CML, por lo que tendrá que utilizar el modo de conducción CMR hasta la próxima señal o placa de paro.

  Estará prevista la continuidad del recorrido de varios itinerarios, sólo si la señalización se encuentra en estado permisivo. En caso contrario se deberán respetar los puntos de paro de cada una de las placas o señales.

— Vías de enlace. La entrada, salida y recorrido de todos los itinerarios del enlace se hará en CMC, respetando las limitaciones de velocidad y la señalización, así como el punto normal frente a las placas de límite de maniobra (3 m antes); en caso contrario, actuará el frenado de urgencia automáticamente.

— Servicio provisional (SP). Al establecerse un SP, se pierde el intervalo, de tal manera que el modo de conducción habitual es la CML.

  El dispositivo de CML proporcionará un umbral de velocidad, en conformidad con la señalización presentada al conductor para el recorrido de los itinerarios que componen el servicio provisional.

  Contará con un control de sobrevelocidad que deberá accionar el FU, en caso de rebasar la indicación de velocidad presentada por la señalización.

  En este modo de conducción, el tren deberá en todos los casos respetar el paro frente a la placa del límite de maniobra LM; en caso de no hacerlo, deberá actuar el FU hasta el paro total del tren y en forma irreversible.

  Después del paro obligatorio en la placa LM, la CML permitirá una salida por escape.

  En caso de destrucción de urgencia de los itinerarios de un SP o de un itinerario de cualquier zona de maniobras, tanto para el modo PA, CMC o CML, el sistema permitirá terminar el recorrido del tren siempre y cuando éste haya franqueado la señal y ocupado al menos el primer CDV de tránsito del recorrido. En caso contrario se provocará en forma automática e irreversible el FU.

  Después de la anulación del servicio provisional se deberá contar con las condiciones que permitan la circulación en PA o CML.

004.B.03.b Salida en conducción manual limitada

004.B.03.b.01 *Salida de estación.* Estando el tren detenido en el punto normal de paro de la estación, podrá salir de la estación para conducirse en CML si:

— La señalización se encuentra en estado permisivo

— La regulación de tráfico mantiene el indicador DBO apagado

— Todas las puertas del tren están cerradas

— Los dispositivos embarcados y fijos de CML están operando

— El conductor acciona el manipulador para traccionar y sostiene el arillo de hombre muerto.

En caso de que el conductor no traccione después de cinco segundos de la autorización de partida, el tren se bloqueará en frenado de urgencia.

En este modo de conducción, el conductor tiene los mandos de tracción y frenado del tren a través del manipulador, debiendo respetar los límites de velocidad autorizados por la señalización.

004.B.03.b.02 *Llegada a estación.* Para detener el tren en el punto normal de paro de la estación, el conductor deberá aplicar el frenado de servicio.

En caso de no cumplir con la curva de frenado se aplicará de inmediato el frenado de urgencia.

004.B.03.b.03 *Salida en interestación.* Estando detenido el tren ante el punto normal de paro de la señal, entre 3 y 14 m antes, podrá salir en CML, si:

— La señalización se encuentra en estado permisivo

— Se confirma el cierre de puertas del tren

— Los dispositivos de CML operan correctamente

— El conductor acciona el manipulador en posición tracción conjuntamente con el arillo de hombre muerto.

En caso de que el conductor no realice la partida del tren cinco segundos después de la autorización, se aplicará el frenado de urgencia.

004.B.03.b.04 *Marcha en interestación.* El conductor deberá respetar las indicaciones de señalización. Cuando el tren encuentre una señal restrictiva, el con-

ductor lo detendrá con frenado de servicio entre 3 y 14 m antes de la señal. El tren deberá permanecer frenado hasta después del procedimiento de partida.

El conductor podrá en todo momento utilizar todo el intervalo de tracción y frenado por medio del manipulador, teniendo la oportunidad de provocar el paro del tren en frenado de urgencia, con los medios que él tiene a su alcance, tales como manipulador en FU, accionando la llave C, accionando el KFS, liberando el arillo de hombre muerto durante más de 2.5 s, accionando el conmutador KAD, apagando el tren por medio del botón "preparación", etcétera.

En caso de sobrevelocidad deberá entrar en funcionamiento el control de sobrevelocidad, provocando el paro del tren en FU y en forma irreversible.

004.B.04 MODO DE CONDUCCION MANUAL RESTRINGIDA (CMR)

004.B.04.a Lugares de aplicación

Este modo de conducción será posible adoptarlo en vías principales y zonas de maniobras y talleres, siempre y cuando los modos de conducción automática y manual limitada no se encuentren disponibles.

004.B.04.b Salida en modo CMR

En este modo de conducción se tendrá una limitación de velocidad de 35 km/h, que será elaborada por los órganos propios del material rodante.

004.B.05 INTERFACES

004.B.05.a Pilotaje automático/material rodante

En el Metro de la Ciudad de México, existen dos tipos de convoy. El tren de nueve carros el cual está formado según el arreglo MRN-NRN-NRM y el tren de seis carros cuyo arreglo es MRN-NRM, en donde M es motriz con cabina, N es motriz sin cabina y R es remolque.

En el caso del convoy de nueve carros, el remolque central contiene los dispositivos del sistema de PA mientras que en el tren de seis elementos, queda en alguno de los dos remolques centrales.

En ambos casos, el punto normal de paro tanto para señales como para las estaciones es el mismo.

El material rodante del Metro de la Ciudad de México está equipado con mando continuo de la tracción y del frenado, a fin de lograr suavidad de marcha y confort a los usuarios. Estas mismas características imperan en el sistema de PA.

El tren utiliza tres fuentes de energía eléctrica y sus equipos están diseñados para operar dentro de los intervalos o tolerancias en baja tensión continua entre 85 V como máximo, 72 V como nominal y 50 V como mínimo. Las baterías a bordo son de cadmio-níquel, teniendo una capacidad de 60 amperes-hora.

La tracción y el frenado, pueden ser mandados por el manipulador o por el PA.

La lógica de control del tren está ubicada dentro de un cofre de fácil acceso y su unión con los demás componentes se realiza mediante tomas múltiples roscadas.

Las frecuencias presentes a nivel de tren son las siguientes:

— Chopper:	200 a 1200 Hz
— Radioteléfono:	90 kHz, FM
— Interfono:	200 a 4000 Hz
— Anuncio de salida a pasajeros:	400 Hz

Deberán considerarse estas frecuencias en el diseño, para evitar afectaciones al funcionamiento de otros equipos o sobre el mismo PA.

004.B.05.b Pilotaje automático/mando centralizado

Se deberán prever para las instalaciones de pilotaje automático fronteras con el mando centralizado.

Estas fronteras están al nivel de los armarios en el local técnico.

El mando centralizado da al PA a través de contactos de relevadores, las siguientes informaciones hasta el armario de PA.

— Salida bajo orden	DBO
— Marcha acelerada dos	A 2
— Marcha acelerada uno	A 1
— Marcha normal	N
— Marcha lenta	R
— Marcha de lluvia	V
— Mando inicialización	—

El proveedor de pilotaje automático será el responsable del cableado y la conexión hasta los armarios de mando centralizado de cada local técnico.

Los contactos pueden soportar un voltaje de 24 V, CC y una corriente de 2 A, como máximo.

004.B.05.c Pilotaje automático/baja tensión

En los locales técnicos de cada estación existe la alimentación eléctrica necesaria para los equipos de pilotaje automático.

Esta alimentación será 220 V, CA, trifásica, y se entregará en un tablero de distribución llamado tablero "U".

El cableado hasta el tablero "U" estará a cargo del proveedor.

004.B.05.d Pilotaje automático/señalización

La señalización a utilizar es del tipo lateral a dos aspectos con bloques automático-luminosos con sistema de detección a CDV, birriel aislado, utilizando como principio la sección tapón y el tránsito rígido.

Las informaciones dadas por la señalización se realizan a través de contactos secos, cuyo intervalo de

operación es 0.5 A para 127 V, CA a 0.2 A para 5 V, CA para relevadores del tipo NS1.

Los equipos de señalización y PA estarán siempre instalados dentro del mismo local. Las informaciones provenientes de la señalización se realizan con el método de corte simple.

Eventualmente, si estos equipos estuvieran en locales diferentes, las informaciones provenientes de la señalización se realizarán de la siguiente manera:

— Corte doble para informaciones de CC

— Transformadores de aislamiento para informaciones de CA.

El proveedor del PA será responsable del cableado y la conexión hasta los equipos de señalización.

004.C MANDO CENTRALIZADO

004.C.01 DESCRIPCION GENERAL

004.C.01.a Generalidades

El mando centralizado es un conjunto de medios que permiten regular la circulación de los trenes, así como el estado de la alimentación de tracción en las líneas. Estos medios están concentrados en el Puesto Central de Control (PCC) y se encuentran a disposición del regulador, agente responsable de la operación. Se componen de mandos o medios de intervención, que transmiten informaciones del PCC a las líneas y controles o fuentes de información, que envían informaciones de las líneas al PCC.

El PCC reunirá en una misma sala de operación y para cada línea del Metro lo siguiente:

— El pupitre del regulador, con sus platinas telefónicas de itinerarios, de despacho bajo orden DBO, de funciones de las zonas de tracción, periféricos de la computadora de tráfico PGT, así como platinas de marchas e inicialización en PA.

— El tablero de control óptico (TCO) que centraliza controles relativos a la circulación de los trenes, así como los mandos y controles correspondientes a la alimentación de tracción.

En el PCC una sala técnica agrupará el conjunto de otros equipos del mando centralizado, que se encontrará en el nivel inferior a la sala de operación.

En los restantes, las acciones del PCC designarán tanto las acciones manuales del regulador, como las automáticas de las computadoras de tráfico.

004.C.01.b Transmisión de las informaciones

Los intercambios de informaciones entre las líneas y el PCC se agrupan por una parte con un dispositivo de teletransmisión electrónico para las informaciones de tráfico y por otra con hilos para algunas informaciones de tracción.

004.C.01.c Funciones realizadas

En el PCC el regulador y operador de cada línea, dispone de funciones de mando y control así como de funciones de tratamiento, entre ellas:

— Mando directo y control de los itinerarios.

— Control de posiciones de las agujas y del aspecto de las señales de maniobra.

— Control de la posición de los trenes.

— Mando directo y control de indicadores de regulación en las estaciones sobre el DBO.

— Tratamiento Identificación de los trenes, que permite conocer la identificación de los trenes en línea con la visualización de su número sobre el TCO.

— Tratamiento Mando automático de las maniobras, que permite entrar en el mando automático de los itinerarios utilizados en operación normal.

— Tratamiento Salida de la terminal, que regula la salida de los trenes en las terminales en función del horario.

— Tratamiento Regulación, que regula automáticamente la marcha de los trenes de estación en estación, por acción sobre los tiempos de estacionamiento y sobre las velocidades del PA.

— Mando directo y control de los aparatos tracción, que alimentan las vías desde los puestos de rectificación, control de la presencia o ausencia de la alimentación tracción en línea, enclavamientos de seguridad correspondientes que provocan el corte automático de la tracción y enclavamientos de energía, en caso de accionamiento del corte de urgencia.

El regulador del PDC es quien manda y controla los puestos de rectificación (PR) y las cabeceras de líneas de alimentación de los PAF.

004.C.02 MANDOS Y CONTROLES DE TRAFICO

004.C.02.a Mandos y controles de las maniobras de trenes

— Los mandos abarcan el establecimiento de los itinerarios y sus mandos asociados (destrucción).

Estos mandos se llevan a cabo ya sea localmente en el PML de cada terminal de línea y sus platinas locales de mando, o por la platina del pupitre del regulador o por la PGT.

Los mandos mediante el pupitre son prioritarios respecto a los de la PGT.

En la platina de itinerarios, los mandos están asegurados por botones luminosos.

Los itinerarios pueden ser mandados en modo de destrucción automática; en este caso, después de la liberación del último circuito de vía de tránsito, el itinerario se destruye automáticamente. Ellos pueden igualmente ser mandados en trazo permanente; en este caso, el itinerario queda establecido hasta que se envía el mando de destrucción del trazo permanente, y el itinerario vuelve a permanecer en modo de destrucción automática.

A cada itinerario va asociado un mando de des-

trucción. En una misma zona de maniobra, los mandos de destrucción son agrupados por destino.

Una orden de destrucción sólo es activa si el regulador envía al mismo tiempo una orden de selección de destino de la destrucción y una orden de destrucción ordenada o destrucción de urgencia.

Los circuitos de mando de itinerario están concebidos de manera que no se pueda enviar la orden más que de un solo itinerario a la vez, aun en caso de falsa maniobra, como acción simultánea en dos botones.

Lo mismo ocurre con las órdenes de destrucción de una misma zona de maniobra.

Los controles comprenden:

— El aspecto de las señales de maniobra sobre el TCO. Cada señal incluye varias luces de las cuales una o dos están siempre encendidas.

Las señales con cuatro visualizadores están controladas; verde, vía libre; rojo, alto total, blanco y rojo o amarillo y rojo, alto espaciamiento. Este arreglo incluye además el control intermitente blanco y rojo o amarillo y rojo, llamada de maniobra, en vías de enlace mayores de 400 m. Las señales que no incluyen mas que indicadores de espaciamiento, no están controladas.

— El registro y el establecimiento de los itinerarios que están visualizados en las luces de los botones del pupitre de mando de los itinerarios. Los itinerarios combinados no incluyen ningún control de registro.

— La posición de las agujas, que es visualizada en el TCO. Es igualmente visualizada sobre el marco del TCO la puesta en mando manual de una o varias agujas de la zona de maniobras, así como la discordancia de posición.

Sobre el pupitre del regulador está el botón de reconocimiento general de la alarma "discordancia de posición" y también el botón de reconocimiento general de la alarma "puesta en manual".

— La posición del conmutador del mando local de las "señales de fosa de visita". Esta posición es visualizada en el TCO.

— El aspecto de los indicadores de servicio provisional en algunas estaciones. El indicador de servicio provisional en la estación donde se encuentra la comunicación de vía establecida para un cambio de vía, previene al conductor sobre la maniobra que va a realizar. El regulador deberá asegurarse de que, si el indicador luminoso de control SP está encendido en el TCO, el indicador SP esté realmente encendido en la estación.

El origen de los controles y el resultado de los mandos se encuentran en las instalaciones de señalización que realizan las condiciones de seguridad.

004.C.02.b Mandos de las salidas en terminales

La salida de un tren puede hacerse solamente desde un punto llamado andén de salida. La orden de salida es dada al tren mediante el aspecto permisivo, indicado por la señal de maniobra de salida. Esta orden es dada ya sea localmente por el PML, por el pupitre del PCC o por la PGT, como una orden de itinerario; la señal pasa a un estado permisivo únicamente cuando las condiciones locales de señalización lo permiten.

En el punto de paro de salida de las terminales, se coloca un tablero luminoso de salida que indica al conductor la hora efectiva de un reloj, la hora de salida prevista y la marcha tipo impuesta. Estas últimas indicaciones son mandadas por la PGT.

004.C.02.c Mando del sistema acústico de salida

El sistema acústico de salida en las terminales se encuentra en el andén de salida y es mandado ya sea localmente por el PML si está en servicio, o por la platina de maniobra del PCC o por la PGT.

El sistema acústico es accionado durante un tiempo regulable de 15 s por medio de una orden fugitiva procedente del PCC en las platinas de maniobras o del PGT. Las órdenes a control remoto son aseguradas por teletransmisión.

004.C.02.d Selección del andén de salida (terminal de tres vías)

La selección de andén de salida es mandada por el regulador, por la platina PGT o por el PML, si está en servicio.

004.C.02.e Control de la posición de los trenes

La posición de los trenes es visualizada en el TCO del PCC. La posición elemental es definida por los ocupados por el tren. Cada CDV ocupado es representado en el TCO con una raya luminosa roja.

La ocupación de los diferentes CDV es proporcionada en la estación por las instalaciones de señalización y desde ahí transmitida al PCC por teletransmisión.

Estos controles son visualizados en el TCO y utilizados por el dispositivo de identificación del tren y en parte por la PGT.

004.C.02.f Identificación de los trenes

Mediante un dispositivo se permite representar en el TCO el número de operación en dos cifras, de los trenes presentes en la línea; asimismo, incluye principalmente:

— Visualizadores en el TCO con su electrónica asociada

— En la línea, numeradores colocados en su mayoría en las terminales.

Este dispositivo utiliza:

— Controles ya utilizados para el TCO, CDV, señales de maniobra, agujas

— La teletransmisión para el enlace de los numeradores con el PCC.

004.C.02.g Mando de los indicadores en las estaciones

004.C.02.g.01 *Indicadores despacho bajo orden (DBO).* Los indicadores DBO son colocados en la cabecera de cada andén de estación, a la altura de la señal de salida a fin de indicar al conductor del tren que debe estacionarse hasta la extinción completa del DBO. Estos presentan aspecto de tres fuentes luminosas dispuestas en los vértices de un triángulo equilátero. El encendido de estos indicadores es intermitente. Junto a ellos están montados en la misma caja o en otra los indicadores de servicio de seguridad, de corte de urgencia fuera de servicio y de velocidades.

Cada estación cuenta con dos indicadores DBO independientes, uno en la vía 1 (V1) y otro en la vía 2 (V2).

Las terminales tienen un indicador DBO para una terminal de dos vías y dos indicadores DBO para una terminal de tres vías.

El encendido es mandado:

— Individualmente por el regulador del PCC mediante los botones de la platina DBO de la línea; el botón correspondiente se enciende también.

— Globalmente para una vía completa, mediante los botones V1 o V2 de la misma platina. Los botones de la platina de todas las estaciones así como el botón V1 o V2 de la vía considerada se enciende también.

— Para ciertas estaciones cercanas a una comunicación de vía en el momento del establecimiento del servicio provisional correspondiente o las salidas de un enlace. Los botones correspondientes de la platina se encienden también.

— Para todas las estaciones V1 y V2 de la línea, en el momento en que la corriente de tracción llega a faltar en una sección cualquiera de la línea, los botones de la platina se encienden también.

— Por la computadora de tráfico, sin encendido de los botones de la platina.

El apagado es mandado:

— Individualmente por los mismos botones de encendido de la platina DBO

— Globalmente mediante los botones de encendido V1 o V2 de la platina

— Por la computadora de tráfico; sin embargo, la computadora únicamente puede apagar los DBO que por ella misma son mandados.

El encendido de los indicadores DBO en estaciones es controlado en el TCO del PCC por teletransmisión.

004.C.02.g.02 *Indicadores de servicio de seguridad (SS).* El indicador SS está instalado en un cofre independiente al indicador DBO o integrado con él

Al estar encendido este indicador puede presentar dos opciones: SS, servicio de seguridad, o SSO, servicio de seguridad bajo orden. Las letras SSO aparecen en amarillo sobre fondo negro, estando las dos primeras letras o las tres, encendidas intermitentemente, de acuerdo a la posición del conmutador mencionado posteriormente.

El mando es asegurado localmente por un conmutador giratorio, colocado en una caja separada, y ubicada generalmente en el punto normal de paro del tren.

El conmutador tiene cuatro posiciones: Apagado - SS - Apagado - SSO, y es accionado por el conductor del tren.

004.C.03 MANDOS Y CONTROLES DE TRACCION

004.C.03.a Generalidades

Los mandos y controles relativos a esta alimentación y distribución están concentrados en dos grupos operacionales distintos.

Uno está constituido por el puesto de despacho de carga PDC y concierne al aspecto técnico de esta alimentación, actuando directamente sobre las subestaciones de rectificación.

El otro grupo lo constituye el Mando Centralizado de Tracción descrito más adelante, concerniente al aspecto operación de esta distribución y está confiado por una parte al PCC, y por otra, a los ruptores de urgencia de la línea cuya acción se limita al corte de la corriente de una zona determinada.

En el PCC los instrumentos de mando están dispuestos en el TCO y en la platina de condición de zona del pupitre del regulador. Asímismo, incluyen:

— El mando global de corte de la línea

— El mando de corte por zona de tracción

— Mandos de los seccionadores de aislamiento telemandados (SIT)

— Confirmación a la apertura de los contactores de seccionamiento (CS) y de los disyuntores de mediana tensión (DMT), que alimentan a las subestaciones de rectificación (PR).

— Mando de los contactores de terminal (CT)

— Mando de los interruptores de vía secundaria (IVS)

— Mando de los interruptores de vía de enlace (IVE)

— Enclavamientos de ciertas secciones de corte de urgencia

— El control de posición de los SIT, CS, disyuntores, interruptores y contactores, antes mencionados

— El control de discordancia de los CTP

— El control, la prueba y la puesta fuera de servicio de los circuitos de corte de urgencia

— El control de estado eléctrico de las barras de corriente.

El funcionamiento de los SIT, CS, disyuntores de mediana tensión e interruptores de vías secundarias está ligado además a enclavamientos eléctricos, para evitar las maniobras anormales o peligrosas asegurando el corte de urgencia.

004.C.03.b Mando de la alimentación de la línea

Las condiciones que permiten establecer la corriente de tracción se basan en los tres principios siguientes:

— La corriente sólo puede ser establecida en una sección, si están satisfechas las condiciones de los circuitos de corte de urgencia, es decir, si estos circuitos están en continuidad, lo que se traduce por la excitación del relevador de corte de urgencia, o si han sido puestos fuera de servicio por el regulador del PCC, mediante el botón CUFS del TCO

— El accionamiento del corte de urgencia en una sección, implica la suspensión de la corriente de tracción en toda la zona; el corte de la corriente de tracción no puede limitarse a la sección debido a que los SIT no cortan en "carga"

— Es posible en el momento de establecer un servicio provisional por ejemplo, quitarle a una zona una o varias secciones.

004.C.03.b.01 *Mando global de corte de tracción de la línea.* Al girar el botón a la posición apertura, se produce el corte general de la alimentación de la línea (SI botón enciende en rojo). Después de girar el botón a la posición cerrado y oprimirlo, se permite el mando de alimentación en las zonas.

004.C.03.b.02 *Condiciones de zona.* Para el mantenimiento de la corriente de tracción en dicha zona, se requiere:

— Autorización general de mando de la línea

— La autorización manual del regulador

— Las condiciones satisfechas de los circuitos de corte de urgencia en cada sección

— Eventualmente, si una sección no satisface las condiciones de corte de urgencia, se requiere el aislamiento de esta sección por medio del control abierto de los órganos de continuidad entre las secciones de la misma zona, es decir, de los SIT. Además, el aislamiento de esta sección puede tener lugar sólo en caso de que los órganos que la delimitan, CS o SIT, estén en posición de apertura en el TCO.

Si la condición de zona llega a faltar después, por la apertura de un circuito de corte de urgencia o por accionamiento de los botones de corte de corriente, entonces la corriente de tracción será cortada automáticamente. En caso de que el regulador desee cortar la corriente de tracción en una zona, sólo tiene que accionar el botón de corte correspondiente de la platina CZ, instalada sobre el pupitre.

El reestablecimiento de la corriente de tracción en una zona que requiere de las maniobras descritas anteriormente, así como de las órdenes telefónicas al PDC, deberá estar precedido del rearme de las condiciones de zona, que se obtiene accionando el botón de "rearme" correspondiente a dicha zona, ubicado en la platina CZ.

Alimentación de una zona. Una zona es alimentada por las subestaciones de rectificación y por los CS de las zonas adyacentes que la delimitan.

004.C.03.b.03 *Subestaciones de rectificación.* Las subestaciones de rectificación sólo pueden alimentar bajo mando del PDC previa orden telefónica dada por el regulador del PCC. Sin embargo, el mando del PDC está sujeto a las condiciones siguientes, dadas por la lógica tracción del PCC:

— Autorización del regulador mediante el botón en posición "cerrado". Esta autorización sólo opera bajo la acción de cierre del aparato. En efecto, la posición "abierto" del botón permite oponerse al cierre del aparato, sin por ello implicar su apertura en caso de que éste se encuentre ya cerrado.

— La condición de zona está satisfecha

— Las condiciones de los circuitos de corte de urgencia están satisfechas en la sección y eventualmente en la sección de vías secundarias.

La ausencia de una de estas dos últimas condiciones lleva consigo sucesivamente la caída de los relevadores de mantenimiento y la apertura de los disyuntores de mediana tensión DMT, que alimentan los PR de la zona.

004.C.03.b.04 *Contactor de seccionamiento (CS).* El cierre automático del CS está sometido a las condiciones siguientes:

— Autorización del regulador, botón en posición cerrado, o control "cerrado" del CS. Esta autorización sólo opera bajo la acción de cierre del aparato. La posición "abierto" del botón permite oponerse al cierre del aparato sin por esto implicar su apertura en caso de que éste se encuentre ya cerrado.

— Condiciones satisfechas de los circuitos de urgencia en las dos secciones adyacentes y eventualmente en la sección de vías secundarias.

— Condiciones de zona satisfechas para las dos zonas delimitantes.

El cierre forzado del CS estará sometido a las condiciones siguientes:

— Mando manual del regulador, botón del CS en posición "cerrado" y oprimido

— Condiciones satisfechas de los circuitos de corte de urgencia y de zonas.

004.C.03.b.05 *Seccionador de aislamiento telemandado (SIT).* El SIT es mandado por el regulador del PCC; no corta con carga, pero puede cerrarse bajo tensión. Asimismo, incluye dos mandos distintos de apertura y cierre y permanece en el estado ordenado.

El cierre del SIT está sometido a las condiciones siguientes:

— Mando manual del regulador de PCC: botón del SIT en posición "cerrado" y oprimido

— Condiciones satisfechas de los circuitos de corte de urgencia en las dos secciones adyacentes y eventualmente en la sección de vías secundarias.

Para abrir, hace falta que el botón del TCO sea puesto en posición "abierto" por el regulador, y que la

condición de zona no esté satisfecha (ausencia de corriente de tracción).

004.C.03.b.06 *Contactor de terminal (CT)*. El contactor sólo incluye telemandos de cambio de estado:

Apertura: Botón en posición "Abierto"

Cierre: Botón en posición "cerrado" y oprimido por el regulador.

004.C.03.b.07 *Interruptor de vía secundaria de terminal (IVS)*. Las vías secundarias de terminal constituyen un circuito de CU particular y pueden contar con uno o dos interruptores para alimentar dichas vías.

Las condiciones de mando del interruptor son las siguientes:

Para el cierre:

— Botón del TCO en posición cerrado y oprimido por el regulador del PCC

— Condición satisfecha del circuito de CU de las vías secundarias o puesta fuera de servicio del circuito de CU

— En caso de dos IVS se requieren estas mismas condiciones y además el control abierto del otro interruptor.

Para la apertura:

— Botón del TCO en posición "abierto" o apertura del circuito de ruptores de vías secundarias.

004.C.03.b.08 *Interruptor de vía de enlace entre líneas (IVE)*. Un enlace entre las líneas A y B, sólo puede ser alimentado por un extremo; además, existe un bloqueo local sobre los aparatos para que sólo uno pueda cerrar a la vez. Esta condición se cumple en caso de mando desde el PCC o en mando local de pruebas.

Principios de los mandos de los IVE

— El regulador de la línea maestra A, manda el IVE A, con la condición de ruptores de vía de enlace satisfecha y el botón IVE B, en la posición de "apertura" y control "abierto".

— El regulador de la línea maestra A, manda el IVE B, con la condición de ruptores vía de enlace satisfecha, la autorización de mando del regulador de la línea B y el botón IVE A, en la posición de "apertura" y control "abierto".

Para los controles de los IVE se requiere:

— Botones IVE A o B en la línea maestra A

Apagado: El aparato está en posición "cerrado"

Encendido: El aparato está en posición "abierto"

Intermitente: Hay discordancia entre la posición del botón en el TCO y la posición real del aparato, o discordancia entre la posición del botón del TCO y la autorización del mando del IVE B, existiendo además emisión de la alarma AT.

— Botón IVE B en la línea B:

Apagado: El aparato está en posición "cerrado"

Encendido: El aparato está en posición "abierto"

Intermitente: Hay discordia entre la posición del botón en el TCO y la posición real del aparato con emisión de la alarma AT.

004.C.03.c Corte de urgencia

004.C.03.c.01 *Principio.* Los dispositivos de corte de urgencia de la alimentación de tracción CU permiten cortar la corriente de tracción en caso de emergencia, ofreciendo así, una gran confiabilidad. Son accionados por medio de ruptores colocados en:

— Los andenes de las estaciones y terminales.

— Las vías principales y vías secundarias de las terminales cada 150 m alternadamente en cada vía.

— Vías de enlace entre líneas.

— Vías de enlace con los talleres.

Los ruptores están agrupados en circuitos independientes que corresponden a las secciones de tracción de la línea.

Cada sección está formada por un circuito normalmente cerrado alimentado por el PCC.

La apertura de este circuito por un ruptor implica el corte de la corriente en la zona de tracción de la que forma parte esta sección.

El circuito de una sección comprende en serie:

— Una batería de alimentación en el PCC

— Un relevador que se encuentra en el PCC, cuya caída provoca el corte de la corriente de tracción

— Varios ruptores

— Un contacto de prueba, telemandado por el PCC que permite asegurarse del buen funcionamiento del circuito y el buen estado de los cables

— Conductores de enlace

En las estaciones, los ruptores colocados en los andenes incluyen dos contactos adicionales para señalar:

— Su accionamiento en la taquilla principal de la estación, la cual se encuentra en los accesos, así como en la oficina del jefe de estación

— Un visualizador sobre el TCO del PCC para el control de accionamiento de los ruptores de cada andén de estación.

004.C.03.c.02 *Control, puesta fuera de servicio y prueba de los circuitos de corte de urgencia.* La apertura de un circuito de corte de urgencia es controlada en el TCO por un visualizador luminoso, accionado por la caída del relevador de corte del circuito.

a) Puesta fuera de servicio. En caso de avería en el circuito de una sección o por necesidad de mantenimiento, cada circuito de corte de urgencia puede ser puesto "fuera de servicio" por el regulador mediante el botón CUFS del TCO. El botón se enciende en fijo, cuando está en posición "fuera de servicio". Entonces la corriente de tracción podrá ser mantenida, pero en caso de incidente, el corte de la corriente sobre la sección considerada deberá ser solicitado al PCC por teléfono o radioteléfono.

b) Indicadores de corte de urgencia fuera de servicio (CUFS). Los indicadores de CUFS señalan a los agentes que se encuentran en las estaciones o en los enlaces que el corte de urgencia está "fuera de servicio". Estos indicadores están colocados:

— En estaciones y terminales de dos vías, en los dos puntos de paro del tren, incorporados o no, en las cajas de indicadores de SSO

— En terminales de tres vías, en todos los extremos de los andenes, excepto al pie de andén de los CDV 12 y 42

— En los extremos del lado de la cola, colocados en una caja especial, sin indicación de SSO

— En las entradas y en las salidas de las vías de enlace, sin indicación de SSO.

Todos los indicadores de una misma sección son mandados por el correspondiente botón CUFS del TCO por medio de la teletransmisión (estaciones, enlaces pertenecientes a la sección y andén V1 o V2, de las estaciones adyacentes a la sección considerada).

Para las secciones de vías principales, secundarias y salida de enlace, estos indicadores presentan la leyenda CUFS con letras azules sobre fondo negro. Para el caso de indicadores CUFS de entrada al enlace, se utilizarán letras ámbar sobre fondo negro.

c) Prueba de corte de urgencia (CU)

El TCO incluye también por zona, un botón de prueba de las secciones de dicha zona. El regulador realiza esta prueba en cada zona al empezar la jornada, antes de que entren en servicio los trenes, para asegurarse del buen funcionamiento del circuito de CU. Este botón efectúa por teletransmisión en cada sección, una apertura del circuito de ruptores que deberá provocar el corte de la corriente de tracción y el encendido de los indicadores de corte de urgencia de cada sección.

Cada contacto telemandado está integrado en el circuito de CU en el punto de este circuito más alejado del PCC. Esta disposición permite detectar un eventual cortocircuito entre los dos hilos del circuito, que tendría como consecuencia volver inoperante el accionamiento de algunos ruptores.

004.C.03.c.03 ***Enclavamiento de una sección de corte de urgencia sobre la vía principal por una sección de vía secundaria de terminal.*** En caso de mando forzado local o de punteo por un seccionador manual del interruptor de vías secundarias de terminal (IVS), es conveniente que el accionamiento del corte de urgencia sobre la vía secundaria provoque el corte de corriente sobre la zona adyacente; esto sólo se aplica en el caso de tener un solo IVS. El mando local es posible solamente si el IVS no está puenteado.

Las condiciones siguientes son incluidas en el circuito de condiciones de aquella zona a la que pertenece la vía secundaria:

— Botón "alimentación CU", abierto y control de posición del seccionador de puente de IVS en posición abierta. En este caso, los ruptores de vías secundarias actúan únicamente sobre el mando de los IVS; o

— Condiciones satisfactorias del circuito de CU de la vía secundaria o puesta fuera de servicio de estos ruptores.

Cumpliéndose esto último, el circuito de ruptores de vía secundaria queda puesto en serie con la zona correspondiente, interpretándose esto por la caída del relevador de mantenimiento de dicha zona, al accionarse un ruptor de vías secundarias.

004.C.03.d Controles de tracción

a) Control de posición de los SIT, CS, disyuntores de los PR, contactores de terminal e interruptores de vías secundarias y de enlace. Las posiciones de estos dispositivos son duplicadas en el PCC. Estos controles se utilizan para establecer ciertas condiciones de mando y para encender los indicadores luminosos en el TCO. Los botones del SIT y del CS, de los disyuntores de mediana tensión, de los contactores de terminal, de los interruptores de vía de enlace y de los interruptores de vía secundaria, se operan de la siguiente manera:

— Encendidos: El aparato está en posición "abierto".

— Apagados: El aparato está en posición "cerrado".

— Intermitente: Hay discordancia entre la posición del botón en el TCO y la posición real del aparato con emisión de la alarma AT de alimentación de tracción.

b) Control de posición de los botones de enclavamiento, alimentación CU:

— Apagado: Cuando el interruptor correspondiente no está puenteado y el botón está en posición "abierto".

— Intermitente: Cuando el seccionador manual de puenteo del interruptor está cerrado y el botón está en posición "abierto" con emisión de la alarma AT.

— Fijo: El botón de enclavamiento está en la posición "cerrado" y el disyuntor está puenteado localmente.

c) Control del estado de los contactores de tramos de protección (CTP) de los CS. La posición de los CTP deberá ser siempre idéntica a la de los CS corres-

pondientes. Esta posición no es visualizada directamente en el TCO.

Los CTP sólo son representados en el TCO por visualizadores luminosos de alarma que señalan un estado de discordancia de posición entre los controles de posición del CS y uno de sus tramos de protección que corresponde a la vía 1 o a la vía 2.

El visualizador del TCO se enciende intermitentemente en caso de discordancia con emisión de la alarma CTP. Se enciende en fijo después del reconocimiento por el regulador sobre el botón CTP correspondiente del pupitre. Se apaga a la desaparición de la discordancia sin emisión de la alarma CTP.

d) Estado eléctrico de las secciones de tracción. Las instalaciones de tracción prevén en cada sección de tracción de la línea, un relevador de presencia de tensión únicamente.

La posición de este relevador está repetida en el PCC, en donde se traduce por el encendido de las rayas luminosas en el TCO.

e) Alarmas de tracción

— Principio. Las alarmas de tracción llaman la atención del regulador cuando un cambio de situación lo obliga a intervenir.

Estas alarmas se manifiestan por:

i) La excitación de un zumbador;

ii) el encendido intermitente de un indicador de selección en el pupitre propio de la línea, que indica la naturaleza de la alarma;

iii) el encendido intermitente de un indicador de localización en el TCO de la línea, que revela la causa precisa de la alarma.

Este indicador luminoso e intermitente, se vuelve fijo al enterarse el regulador de la alarma, oprimiendo el botón correspondiente ubicado en el pupitre (operación de reconocimiento). De esta manera el regulador dirige instantáneamente su atención hacia el origen de la alarma.

La activación de la alarma está regulada en tiempos para que los regímenes transitorios puedan realizarse sin que sean señalados, es decir, si la alarma dura menos de algunos segundos, no se toma en cuenta.

— Alarma de cambio de estado en el mando de la alimentación de tracción, AT. En caso de discordancia entre la posición del botón en el TCO y la posición real del aparato, dicho botón se enciende en intermitente y queda en este estado hasta la desaparición de la discordancia.

Cada vez que aparece la discordancia de la posición, el botón AT del pupitre del regulador se enciende en intermitente y hay una emisión de alarma sonora.

Después de apoyar el botón AT, la alarma sonora se para y el botón AT se enciende fijo, si la discordancia existente persiste, o se apaga, si ésta ha desaparecido.

Para suprimir la discordancia, el regulador debe poner en su posición correcta el botón giratorio del aparato. Entre la orden de mando de apertura o de cierre de un SIT y su ejecución, transcurre un cierto tiempo debido al funcionamiento propio del SIT: durante este tiempo, que es de unos cuantos segundos, el estado de discordancia genera un funcionamiento normal de la alarma AT.

— Anomalía del contactor de tramo de protección (CTP). La alarma "contactor del tramo de protección" es encendida si una discordancia aparece en el control de posición de un CS de la línea y uno de sus contactores de tramo de protección que corresponda a la vía 1 o a la vía 2.

Cada contactor de tramo de protección debe ser abierto o cerrado al mismo tiempo que el CS: por consiguiente, deberá encontrarse siempre en la posición correspondiente a la de su CS.

A cada aparición de la alarma CTP, el indicador correspondiente del TCO se enciende en intermitente, así como el botón CTP del pupitre del regulador y hay emisión de una alarma sonora.

Después de que el regulador apoya sobre el botón CTP, la alarma sonora se para y los indicadores luminosos del TCO, así como el indicador del botón CTP pasan en fijo o se apagan si la alarma ha cesado.

— Alarma corte de urgencia. Esta alarma se enciende para cada circuito de ruptores de urgencia en servicio, por una parte cuando aparece una falla en el circuito, hasta su reconocimiento en el botón CU correspondiente al pupitre, y por otra a la desaparición de esta falla, hasta su nuevo reconocimiento en el pupitre.

A cada aparición de una alarma CU, el indicador en el TCO de la sección correspondiente y el botón pulsador luminoso del pupitre se encienden en intermitente y hay emisión de una alarma sonora.

Después de tomar conocimiento a partir del botón CU del pupitre, los indicadores del TCO y el botón CU se encienden en fijo y la alarma sonora se apaga. Al volver a cerrar el circuito CU los indicadores del TCO y del pupitre se vuelven intermitentes y hay emisión de una alarma sonora.

Después de tomar conocimiento, los indicadores se apagan y se para la alarma. El botón CU del pupitre únicamente se apaga si todas las secciones han sido cerradas; si esto no sucede, vuelve a pasar a encendido fijo.

— Alarma "sirena". La alarma "sirena" llama la atención del regulador cuando una avería pone en peligro la seguridad de las personas.

Esta alarma es activada al comprobarse la presencia de tensión de tracción en una sección donde los enclavamientos de seguridad del mando centralizado de tracción la prohiben como es el corte general de la línea a toda falta de las condiciones de zona o del circuito de ruptores de emergencia, siempre que éste no sea puesto fuera de servicio por el conmutador CUFS del TCO. El esquema de esta alarma está detallado en el plano tracción "mando sirena" de cada línea.

La alarma "sirena" se caracteriza por el accionamiento de una chicharra o de una sirena, y por el encendido del botón "sirena" que se encuentra en el pupitre del regulador.

Entonces el regulador deberá tomar todas las medidas necesarias para aislar la sección por otro medio.

En caso de que la avería no afectara la seguridad, como el control equivocado de presencia de tensión cuando en realidad no lo hay, el apoyo sobre el botón "sirena" del pupitre del regulador permite parar la sirena.

Además existe un botón de prueba "sirena" que también se encuentra en la platina del pupitre, el que permite asegurarse de su buen funcionamiento.

004.C.04 MANDOS Y CONTROLES DE LA ENERGIA DE ALIMENTACION

004.C.04.a Generalidades

Se ha previsto un puesto de despacho de carga, PDC, que es responsable de la distribución de energía de la red. El agente del PDC dispone de medios de mando y control sobre:

— Interruptores de alimentación de los alimentadores principales de alumbrado y fuerza (DA)

— Disyuntores de mediana tensión (DMT) de los PR.

004.C.04.b Descripción de los mandos

004.C.04.b.01 *Mandos de los disyuntores de alimentación de las arterias "alumbrado-fuerza" (disyuntores de alumbrado, DA).* La corriente de alumbrado en estaciones o túneles, así como la fuerza necesaria para la alimentación de los ventiladores, bombas, escaleras mecánicas y los equipos técnicos en estación son suministrados por un puesto de alumbrado y fuerza, alimentado por dos arterias que incluyen un DA en cada uno de sus extremos.

Los dos extremos de cada arteria están situados respectivamente en cada estación terminal y excepcionalmente en algunas estaciones intermedias.

Cada puesto de alumbrado y fuerza tiene dos DA y cada uno tiene un mando de seguridad tanto para la apertura como para el cierre.

Estos puestos son controlados por el regulador del PDC e incluye dos controles distintos por DA, siendo éstos de apertura y cierre.

Mando de cierre del DA: Este mando se efectúa sólo mediante el apoyo sobre el botón de cierre por el regulador del PDC y la realización de las condiciones locales de seguridad. En caso necesario, estas acciones deben ir precedidas del apoyo sobre el botón de Borrado de Falla, si ésta se presenta.

Mando de apertura del DA: Apoyo sobre el botón de apertura del DA por el regulador del PDC o automáticamente por las condiciones locales de seguridad.

004.C.04.b.02 *Mando del disyuntor de mediana tensión. DMT de cada puesto de rectificación.* El DMT tiene un mando de seguridad, que es controlado por el agente del PDC. Incluye dos mandos distintos: apertura y cierre y dos controles distintos de apertura y cierre.

Mando del cierre del DMT. Se efectúa solamente cuando las condiciones siguientes han sido satisfechas:

— Autorización de cierre dada por el regulador del PCC, de la línea considerada

— Las condiciones de seguridad de la lógica tracción del PCC son satisfechas

— Realización de las condiciones locales de seguridad

— Apoyo sobre el botón correspondiente.

Mando de apertura del DMT. El mando de apertura se efectúa al apoyar el botón redondo verde del DMT considerado por el operador del PDC o automáticamente por al ausencia de las condiciones de seguridad de la lógica tracción del PCC o automáticamente por las condiciones locales de seguridad.

En ningún caso se deberá cerrar el DMT automáticamente al momento de reestablecerse las condiciones de seguridad.

Este cierre estará condicionado al apoyo en primer término del botón redondo amarillo de borrado de falla, debiéndose borrar ésta así como el apoyo del botón redondo rojo de mando de cierre, acciones efectuadas por el regulador del PDC.

Borrado de falla. El borrado de una falla se obtiene mediante la acción de apoyar el botón redondo amarillo y en caso de que la falla se borre, se podrá cerrar el DMT, actuando sobre el botón de mando correspondiente.

Puesta fuera o en servicio de la función RM. Existe un botón cuadrado azul por cada PR normalmente sellado en el PDC, denominado Botón RM fuera de servicio, que permite después de quitar el sello poner fuera de servicio las condiciones de seguridad del PCC o la orden de condenación a la apertura dada por el regulador de tráfico.

El retorno al funcionamiento normal se realiza al apoyar sobre el botón cuadrado rojo RM en servicio.

Prueba RM. Al apoyar sobre el botón cuadrado amarillo prueba RM, se permite simular la falta de las condiciones de seguridad de la lógica tracción, haciendo caer los relevadores RM. El operador de PDC verifica mediante esta acción la cadena de control del DMT del PR considerado.

004.C.04.c Descripción de los controles

004.C.04.c.01 *Descripción de los procedimientos de visualización.* Con el fin de uniformar la realización de los equipos, se definen los procedimientos de visualización siguientes:

— P0: Cuando el control aparece, el indicador luminoso se enciende en fijo; cuando el control desaparece, el indicador se apaga. No hay emisión de alarma sonora.

— P1: Cuando el control aparece, el indicador se enciende en intermitente y suena una alarma sonora; después de que el regulador del PDC toma conocimiento, el indicador se enciende en fijo, o se apaga si la alarma ha desaparecido y la alarma sonora se detiene. Cuando el control desaparece, el indicador se apaga sin emisión de la alarma sonora.

— P2: Cuando el control aparece, el indicador se enciende en intermitente y suena una alarma sonora; después de que el regulador del PDC toma conocimiento, el indicador se enciende en fijo, o se apaga si la alarma ha desaparecido y la alarma sonora se detiene.

Cuando el control desaparece, suena una alarma y el indicador se enciende en intermitente; después que el regulador del PDC toma conocimiento el indicador se apaga y la alarma sonora se detiene.

— P3M: Cuando el control de alarma aparece, el indicador luminoso se enciende en fijo. Cuando el control de alarma desaparece, se activa la alarma sonora y el indicador se enciende en intermitente; después de que el regulador de PDC toma conocimiento, apoyando el botón redondo amarillo de borrado de falla, el indicador se apaga y la alarma sonora se detiene.

La activación de alarma está regulada en tiempo para que los regímenes transitorios puedan realizarse sin que sean señalados; es decir, si la alarma dura unos cuantos segundos, no se toma en cuenta.

004.C.04.c.02 *Descripción de los controles de los disyuntores de alimentación (DA) de las arterias de alumbrado y fuerza.* Los controles de posición de aparatos o fallas son transmitidos por el equipo de teletransmisión y visualizados en el PDC.

Operación del control DA, abierto:

— Cuando se efectúa el mando de apertura DA desde el PDC, el indicador apertura DA se enciende directamente en fijo a la recepción del control correspondiente (procedimiento P0).

— Cuando a la apertura del DA se presenta por los automatismos locales, fuera de los alcances del proveedor de mando centralizado, la información apertura DA es tratada siguiendo el procedimiento P1.

Conocimiento:

— El conocimiento de los cambios de estado referidos a los procedimientos P1 o P2, antes mencionados, salvo los de presencia de tensión en 23 kV y falla de teletransmisión, se realiza al apoyar el botón redondo verde apertura DA del disyuntor correspondiente.

— El conocimiento tanto de presencia de tensión en 23 kV, como de falla de teletransmisión, ambos con procedimiento P2, se realiza mediante el apoyo del botón respectivo. Existe un botón por cada función el cual cubre tres líneas.

— El conocimiento del procedimiento P3M se lleva a cabo apoyando el botón redondo amarillo, Borrado de falla del disyuntor correspondiente.

004.C.04.c.03 *Descripción de los controles de cada puesto de rectificación.* Los controles de posición de aparato o fallas son transmitidos por el equipo de teletransmisión y visualizados en el PDC.

Operación del control DMT abierto

— Cuando se realiza el mando de apertura DMT desde el PDC, el indicador apertura DMT se enciende directamente en fijo a la recepción del control correspondiente (procedimiento P0).

— Cuando se realiza la apertura del DMT por los automatismos locales o por la lógica tracción, la información apertura DMT es tratada siguiendo el procedimiento P1.

Conocimiento

— El conocimiento de los cambios de estado referidos a los procedimientos P1 o P2 mencionados, salvo los de presencia de tensión en 23 kV y falla de teletransmisión, se realiza al apoyar el botón redondo verde, Apertura DMT, del disyuntor correspondiente.

— El conocimiento, tanto de presencia tensión en 23 kV como falla de teletransmisión, ambos con procedimiento P2, se realiza mediante el apoyo del botón respectivo. Existe un botón por cada función, el cual cubre tres líneas. Este botón es común para los DA y los DMT.

— El conocimiento del procedimiento P3M se lleva a cabo apoyando el botón redondo amarillo Borrado de falla del disyuntor correspondiente.

Controles de la función RM

Si RM está en servicio:

— Indicador rojo fijo cuando la condición RM está en servicio y realizada

— Se enciende en intermitente cuando la condición RM está en servicio y no realizada; la alarma funcionamiento RM se enciende fija y hay emisión de una alarma sonora en este caso. El paro de la alarma se realiza al apoyar sobre el botón Apertura DMT

— Cuando se reestablece la función RM opera de nuevo la alarma sonora y después de apoyar sobre el botón redondo amarillo, Borrado de falla, la alarma sonora se detiene y el indicador pasa a rojo fijo, apagándose también el indicador de funcionamiento RM (procedimiento P3M).

Si RM está fuera de servicio

— Indicador encendido en verde fijo, cuando la con-

dición RM ha sido puesta fuera de servicio.

004.C.04.d Alarmas técnicas

— Alarma de teletransmisión. Entra en acción cuando hay avería de una zona de teletransmisión y se manifiesta por la excitación de un zumbador; el encendido intermitente de un botón luminoso de conocimiento en el pupitre del PDC que indica la naturaleza de la alarma; y el encendido intermitente de un indicador de localización en el o los PR, que pertenecen a la zona de teletransmisión en falla, que revela la localización de la alarma. Esta es tratada con el procedimiento P2.

— Alarma de no complementaridad. Entra en acción cuando dos controles mutuamente exclusivos, se tengan presentes o ausentes simultáneamente. Las informaciones correspondientes se apoyan sobre los vizualizadores del PDC, y se manifiestan por la excitación de un zumbador, el encendido intermitente de un botón luminoso de conocimiento en el pupitre del PDC que indica la naturaleza de la alarma.

— Alarma ausencia de tensión 23 kV, en acometidas preferente y emergente. Entra en acción cuando existe ausencia de tensión en alguna de las acometidas de 23 kV y se manifiesta por la excitación de un zumbador; el encendido intermitente de un botón luminoso de conocimiento en el pupitre del PDC, que indica la naturaleza de la alarma; y el encendido intermitente de un indicador de localización en el TCO del PDC, en el o los PR que estén alimentados por la misma arteria. Esta alarma es tratada con el procedimiento P2.

004.C.05 DESCRIPCION DEL SISTEMA DE INFORMACION DE TRAFICO

004.C.05.a Recapitulación de funciones

Ciertas funciones de mando centralizado se efectúan por medio de computadoras llamadas de tráfico, las cuales aseguran las siguientes funciones principales:

— Tratamiento "identificación de los trenes", que permite conocer la identificación de los trenes en línea con la visualización de su número sobre el tablero de control óptico

— Tratamiento "mando automático de las maniobras" en las terminales, que permite entrar en el mando automático de los itinerarios utilizados en explotación normal

— Tratamiento "salida de la terminal", que regula la salida de los trenes en las terminales en función del horario normal o corregido

— Tratamiento "regulación", que regula automáticamente la marcha de los trenes de estación en estación por acción sobre los tiempos de estacionamiento y sobre los mandos de velocidades de pilotaje automático

— Mando directo y control de los indicadores de regulación en las estaciones, llamados DBO

— Ayudar al regulador a que ejecute programas de retención con el fin de regularizar los intervalos cuando la marcha de los trenes es perturbada

— "Bitácora" y "Resúmenes Diarios", que permiten evaluar "la calidad del tráfico" en una línea, mediante el tratamiento de un cierto número de informaciones y también ayudar a los responsables de la explotación en la gestión de la línea.

Las informaciones necesarias para los tratamientos tráfico tienen tres orígenes:

— Las informaciones de la línea transmitidas en tiempo real a la computadora por la teletransmisión

— Las informaciones de la terminal del regulador, del TCO y del pupitre PCC de tráfico

— Las informaciones del tren transmitidas a través del radioteléfono, como informaciones de "marcha degradada" del pilotaje automático.

004.C.05.b Configuración

Está previsto un centro de cálculo de tráfico que incluye una computadora maestra y una computadora de emergencia por línea; en caso de falla, la computadora maestra conmuta automáticamente a la computadora de emergencia que efectúa las tareas simultáneamente con la computadora maestra; cada computadora recibe las entradas en paralelo, pero las salidas son conmutadas y solamente la computadora en servicio puede mandar las órdenes o las informaciones.

La unidad central de cada computadora estará equipada con todas las opciones necesarias para la realización de los procesos, tales como:

— Equipos periféricos de explotación a disposición del regulador, que incluyen en principio una platina "computadora de tráfico" o una consola con teclado programado y una consola de diálogo alfanumérico. Los periféricos de explotación permiten al regulador dialogar con el centro de cálculo de tráfico de la línea considerada y son independientes de las partidas duplicadas del centro de cálculo.

— Equipos periféricos de tratamiento estadístico, que incluyen en principio una impresora semirrápida, almacenamiento en memoria a fin de permitir los tratamientos en tiempo diferido y entradas-salidas. El centro de cálculo será conectado a la teletransmisión, a través de la cual recibe todos los controles y envía todas las órdenes relacionadas con las circulaciones de los trenes. Cada computadora tiene su propia interfaz de tipo V24 con la teletransmisión. Está también conectado a los pupitres y TCO del PCC para la consideración del estado de los mandos, como tracción, DBO, etc., a la visualización de los números de los trenes y a la visualización de la hora de salida de las terminales. Una interfaz con la telefonía del tren, podrá recibir las informaciones de marcha degradada del PA. Existen igualmente salidas asíncronas para la conexión de equipos periféricos complementarios así como salidas síncronas, a fin de permitir la protección de los registros dinámicos del centro de cálculo y la carga de información del sistema a distancia.

— Periféricos de servicio, que están asociados a las unidades centrales, permitiendo todas las operaciones de servicio, la introducción y la duplicación de los programas, de los listados y la pues-

ta a punto de los programas, la ayuda a la corrección de fallas y al mantenimiento del software, etcétera.

004.C.05.c Proceso de identificación de los trenes

El dispositivo de "identificación de los trenes" permite a la computadora conocer la posición y la identificación del número de operación, así como el número de motriz de los trenes en línea.

Este tratamiento se explota con el objeto de obtener la visualización de los números en el TCO, y las necesidades de los otros tratamientos, mando automático de las maniobras, regulación del tráfico, estadística del material rodante, control de la "marcha degradada" del PA, etcétera.

Este tratamiento es asegurado a partir de informaciones en tiempo real, proporcionadas por el telecontrol y entre las cuales las principales son: los numeradores, los CDV, las posiciones de agujas, las indicaciones de las señales y/o los itinerarios.

— Visualización en el TCO. En el TCO se encuentran unas ventanillas de visualización con dos dígitos, que están ligadas a los CDV en que está dividida la línea.

  Las ventanillas de visualización corresponden según el caso a varios CDV generalmente en interestaciones y a uno sólo en andenes de estación y en zonas de maniobra.

  Cuando un tren se desplaza en línea, su número asociado lo hace también de ventanilla en ventanilla. El cambio de una ventanilla a otra se realiza cuando el tren ataca al próximo CDV, asociado a una nueva ventanilla.

— Inicialización de los números de operación de los trenes. Generalmente, la inicialización es asegurada por los numeradores de terminal en los CDV de salida. Cuando un número es emitido por un numerador, la computadora reconoce el numerador emisor y visualiza el número en el CDV correspondiente del TCO. Si otro número estaba ya visualizado en el CDV, entonces lo borra en favor del nuevo número con la condición que no se introduzca de manera irreversible un tratamiento de mando de maniobra o salida. Si eso llegara a pasar el nuevo número no puede ser tomado en cuenta.

  Al aparecer anunciado el número en el TCO, un acuse de ejecución es enviado al numerador emisor manifestado por el encendido de un indicador.

  En ciertos casos de perturbación, la inicialización de los números puede hacerse por medio de la terminal de operación del regulador.

  Los conductores "forman" el número de los trenes al momento de la salida de éstos del garage. En ciertos casos particulares, como modificación de las circulaciones, etc., cuando están ya en el andén de salida, el regulador lo puede hacer desde el PML.

  Para realizar pruebas técnicas y facilitar la puesta a punto de los programas, es posible también inicializar los números de trenes durante los tratamientos desde la consola de visualización.

— Caso de la vía corriente. La computadora debe ser capaz de hacer la identificación en todos los casos de posición de los trenes, aun excepcionales.

  El sentido de desplazamiento es definido por los programas de señalización y de operación de la línea considerada. Si un tren se desplaza fuera de los programas, pierde su número.

— Visualización del número de operación. El número es visualizado en la ventanilla correspondiente al CDV ocupado. Si el tren se encuentra entre dos CDV, correspondientes a dos ventanillas distintas, su número aparece únicamente en la ventanilla del CDV, ocupado por la parte delantera del tren.

  Si varios trenes se suceden, por más cerca que estén unos de otros, su número nunca se pierde en los programas y registros de la computadora.

  Si dos trenes se encuentran en el mismo CDV se visualizan sus números alternadamente en forma cíclica.

  Si dos trenes están respectivamente sobre dos CDV sucesivos asociados a la misma ventanilla de visualización, aparecerán alternadamente en forma cíclica.

  Si en un tramo dado no hay telecontrol de los CDV como consecuencia de una falla de teletransmisión o un corte de la alimentación en estación, la computadora debe conservar en memoria los números que entran en la zona "afectada por la avería" y poderlos restituir en el mismo orden a la salida. En dicha zona estos números son visualizados en forma intermitente. El programa mandará avanzar los números en el TCO a una velocidad que corresponda a la marcha normal de los trenes.

— Caso de las zonas de maniobra. En las zonas de maniobra, el desplazamiento depende de una información de dirección proporcionada por el telecontrol de las agujas y de una información de sentido obtenida a partir de los telecontroles de itinerarios y/o de señales.

  Se llama itinerario de transferencia a todo par de CDV que determina, en una situación dada, el desplazamiento de los números de trenes de un CDV, al otro. Los itinerarios de transferencia de las zonas de maniobras se establecen a partir de las informaciones de sentido y de dirección.

  El tratamiento debe ser tal que a partir de estas informaciones de sentido y de dirección los números se propaguen correctamente.

  Si un tren toma un sentido de circulación no autorizado por la señalización y por los programas de maniobra, el número correspondiente se pierde.

  En caso de falla de teletransmisión o un corte de alimentación, el programa debe considerar que todos los trenes que entran en esta zona recorren el trayecto preferencial y vuelven a salir en el mismo orden.

El programa manda avanzar los números en el TCO a una velocidad que corresponde a la marcha normal de los trenes. Los números son visualizados en forma intermitente.

— Condiciones diversas. El tratamiento está elaborado de tal manera que una falla del ciclo de telecontrol, por pérdida de información o información intempestiva, no ocasione ninguna perturbación. En caso de falla, es preferible que los números se pierdan a que se vuelvan falsos.

Cuando un tren se presenta en un enlace entre líneas que no incluye numerador, será numerado automáticamente con el número 80 hasta el 89. Estos trenes no tienen tratamiento de regulación.

Cuando un tren salga de una terminal sin haberse numerado, será numerado automáticamente con el número 90 hasta el 99. Estos trenes tienen un tratamiento completo de los programas.

En las estaciones terminales, es posible borrar los números de los trenes en las condiciones siguientes:

i) Con una orden del regulador del PCC sobre su terminal de operación, se apagan todos los visualizadores de los CDV, colocados entre la cola y los andenes de la terminal; o

ii) desde el momento que se toma el control de un tren que debe entrar en el garage, el número de este tren automáticamente desaparece después de unos minutos.

Por otro lado, en caso de perturbación en la aparición de los números en el TCO, el regulador puede pedir por diálogo sobre su terminal de operación:

i) El borrado de los números antes de la llegada de los trenes a la terminal; entonces la computadora propone para estos trenes un número tomado del programa de explotación y pide su confirmación al regulador;

ii) el borrado general de los números de línea, por vía; y

iii) la modificación del número de un tren en línea.

004.C.05.d Función "Mando automático de las maniobras"

En las estaciones terminales, las maniobras se clasifican en diversas categorías:

— Entrada en el garage para los trenes que se encuentran en el andén de llegada, con destino a una de las vías de garage.

— Salida del garage para los trenes procedentes de una de las vías de garage con destino al andén de salida.

— Salida para los trenes que se encuentran en el andén de salida con destino a la línea.

— Cambio de vía de tras-estación que puede dividirse en dos partes: entrada al garage más salida del garage bajo ciertas reservas, y cambio de vía de ante-estación para los trenes procedentes de la línea con destino al andén de salida.

La computadora de tráfico sigue permanentemente la presencia de trenes en ciertos circuitos de vía llamados "de búsqueda" CDV, es decir de salida de garage con numerador y CDV de entrada a la terminal.

En cuanto un tren es identificado en uno de estos CDV, es decir, en cuanto su número sea identificado conforme al previsto en los registros, esto es, cuando el puesto de salida de garage o de llegada ha sido alcanzado, la computadora toma este tren bajo su cargo y manda entonces los itinerarios convenientes.

004.C.05.d.01 *Principio de mando de itinerarios.* La computadora puede mandar, en dualidad de mando con el pupitre, cierto número de itinerarios en las terminales.

Este mando no es directo; la orden es dirigida a la lógica de señalización que la trata en función de los criterios de seguridad.

La destrucción de un itinerario sólo puede ser ejecutada por el regulador, por medio del pupitre de mando, o por la lógica local, que funciona en destrucción automática.

004.C.05.d.02 *Mando de itinerario por programa.* Antes de hacer un mando de itinerario, el programa se asegura que la orden que va a emitir será tomada en cuenta.

Para ello, el programa prueba en ciertos casos el CDV de llegada del itinerario y sus compatibilidades con el itinerario previsto.

El CDV de llegada del itinerario se prueba en caso de que este CDV pueda servir de entrada al garage a un tren.

Estando desocupado el CDV de llegada, se verifica que todos los itinerarios incompatibles han sido destruidos.

Si uno de los itinerarios no se destruye, el programa manda una alarma: encendido en señal intermitente de la función correspondiente en la terminal de operación del regulador.

Después de un mando de itinerario, la computadora verifica la ejecución del mando; si el itinerario no se establece después de unos segundos, la computadora emite una alarma.

004.C.05.d.03 *Caso de las entradas en el garage.* La entrada al garage de un tren se detecta a la llegada a la terminal.

En los registros, las informaciones correspondientes a los garages, están en principio inscritas previamente en su orden cronológico.

Esta disposición permite a la computadora de tráfico reconocer un tren que tiene que estacionarse y que pudiera encontrarse cambiado con respecto a su programa de operación, es decir, que no llega conforme a la secuencia prevista de los trenes y advertir al regulador.

Además, esta maniobra implica la pérdida del número de tren en el CDV de garage.

004.C.05.d.04 *Casos de las salidas del garage.* Hay

varios puntos de salida del garage, que son los CDV con numerador.

Cuando se efectúa la maniobra "salida del garage", la computadora vigila los diferentes CDV de búsqueda correspondientes a estos puntos y establece el itinerario del CDV en el que es localizado el tren, de acuerdo con su orden de salida en los registros.

— Numeración. El conductor puede numerar su tren en cualquier momento en cuanto llega a alguno de los CDV de numeración. Hay inicialización del "seguimiento" y el número del tren se visualiza en el TCO.

— Detección del tren por la gestión de salida de la terminal. El procedimiento de detección del tren precedente ha llegado, por lo menos hasta el andén de salida.

004.C.05.d.05 *Modificaciones de las circulaciones previstas.* Cuando el tren está en la vía o en la terminal. el regulador puede pedir una modificación de maniobra según los dos principios siguientes:

— Accionamiento de una tecla en su terminal de operación

— Complemento de informaciones con ayuda de un diálogo por medio de su terminal de operación.

El regulador puede poner en el modo "paro maniobras" la terminal considerada, cuando la situación de los trenes después de una perturbación es tal, que el programa tráfico ya no puede ser respetado.

En estos casos, el regulador manda en la platina "maniobras" de la terminal considerada, los itinerarios combinados y de trazo permanente que permiten asegurar automáticamente, a nivel de la señalización, las maniobras de cambio de vía.

004.C.05.e Función "Salida de la terminal"

Regula la salida de los trenes en cada terminal en función del horario y de la situación de los trenes en las vías de la línea.

004.C.05.e.01 *Terminal de operación del regulador (PGT).* La terminal de operación del regulador es la principal interfaz entre el regulador y el programa. Se compone para la parte gestión de cada terminal de:

— Las funciones CDV, que permiten señalar ya sea la progresión normal del paso de un tren en el CDV (encendido de la función en fijo), o un problema detectado por el programa (encendido de la función en intermitente). Permiten una respuesta eventual del regulador al programa oprimiendo el botón de la función intermitente correspondiente.

— Las funciones de salida. El regulador selecciona el modo de salida de los trenes de la terminal.

— Las funciones maniobras. El regulador puede modificar las maniobras previstas por los trenes o el número de trenes en la línea.

— Las funciones "modo de funcionamiento". Permiten la puesta en servicio, la interrupción parcial, la interrupción total o la nueva puesta en servicio de la función gestión de salida de cada terminal.

004.C.05.e.02 *Mando de salida de la terminal.* Cuando la hora de salida del tren se acerca, el programa inicia la secuencia cronométrica que tiene como meta impedir la salida y luego autorizarla. Manda el sistema sonoro de salida, la selección del andén de salida pone las informaciones en el tablero luminoso de salida, manda la señal de salida y el mando de la velocidad del tren, luego el programa controla que el tren haya salido efectivamente.

La hora de salida, calculada según el modo salida pendiente, puede ser modificada por un aplazamiento eventual del retraso debido a las regulaciones en línea y terminal.

El programa debe tratar las solicitudes del regulador relativas a las modificaciones del modo de salida y luego aplicarlas cuando el tren se presenta en el andén de salida.

004.C.05.e.03 *Modos de salida.* La selección del modo de salida se hace con la terminal de operación del regulador, en el pupitre o teclado programado, por medio de:

— Botón intervalo programa. Este modo es utilizado en periodo perturbado para respetar el intervalo previsto en el programa de explotación. Se enciende en fijo cuando es accionado. La función "intervalo programa" se establece para el tren próximo a partir.

— Botón intervalo constante. Es el regulador quien decide el valor del intervalo a respetar entre los trenes sucesivos. Cuando el regulador ha determinado el modo de salida y proporcionado el intervalo a la computadora, todos los trenes que llegan al CDV de salida son enviados con el mismo intervalo. El botón se enciende en fijo al momento de ser accionado. En este caso no habrá ninguna compensación en el atraso.

— Botón horario programa. Es el modo de salida normal utilizado en funcionamiento programa. La computadora calcula la hora de salida teórica. Si no existe ninguna perturbación ésta será la hora anunciada. Sin embargo, en caso de perturbación, la calculadora modifica automáticamente esta hora anunciada, utilizando el intervalo mínimo. El botón se enciende automáticamente al poner en servicio la función "gestión de salida de terminal".

— Botón horario manual. Es el modo utilizado en caso de una fuerte perturbación de tráfico de los trenes; entonces el regulador será quien determine la salida para cada tren. El regulador puede cambiar de modo de salida o modificar la hora manual ya dada, hasta 5 s antes de la hora de salida del tren. Al salir el tren que ocupa el CDV de salida, el botón luminoso de la platina se enciende intermitentemente para recordar al regulador que deberá determinar la hora de salida del próximo tren. Se enciende en fijo al momento de ser tomada en cuenta la hora de salida.

— Botón hora calculada. Este modo de salida es utilizado cuando un tren tiene retardo sobre la vía de llegada a la terminal. Es necesario retrasar entonces la salida de un cierto número de trenes que preceden al tren perturbado, provocando así una variación del horario. En regulación automática de intervalo, el accionamiento es automático y provo-

ca el encendido del botón correspondiente; éste se apaga al final de la secuencia con retorno automático al modo horario programa.

004.C.05.f Tratamiento "Regulación" en línea

004.C.05.f.01 *Principio de la regulación en línea.* Las perturbaciones pueden ser provocadas por uno o varios trenes que no respeten su horario de recorrido de la línea. El objeto de la regulación en línea es entonces conseguir en la estación una sucesión regular de los trenes, gracias a dos niveles de acciones diferentes y tomando en cuenta la importancia de la perturbación. Esos dos niveles son: la regulación de horario para las pequeñas perturbaciones y la regulación de intervalos para las grandes.

La computadora ordena en tiempo real los procedimientos de salida de los trenes de cada estación de la línea en función del horario o línea, eventualmente corregido, que están obligados a respetar.

— Regulación en línea, mando de salida de los trenes en estación. La computadora ordena los procedimientos de salida de los trenes de las diferentes estaciones en función de un horario de línea corregido, calculado para cada tren.

— Cálculo del horario de línea. El programa consiste en calcular, para cualquier tren en cada estación, la hora de salida que inicializará la secuencia de salida del tren. Los cálculos se hacen teniendo en cuenta condiciones de:

  Horario teórico: hora de salida de terminal, marcha tipo, etcétera

  Las correcciones realizadas por la gestión de salida de la estación terminal

  Horario real de partida de la terminal

  Corrección de intervalo, según los datos emitidos por el regulador o por la computadora

  Tiempo de estacionamiento mínimo en las estaciones y de autorización del regulador (DBO manual).

— Los cálculos se hacen sobre todo por medio de:

  Parámetros programados

  Parámetros puestos en memoria al nivel del recorrido

  Constantes o semiconstantes

  Parámetros emitidos a petición por el regulador.

— Cálculo de la hora de salida de las estaciones. Al liberar el tren la junta de entrada de estación, esto es, al ocurrir la ocupación del CDV de la estación, la computadora calcula la hora de salida según el horario de línea corregido, es decir, si el tren está adelantado o retrasado, la computadora determina la hora de salida de la estación, teniendo en cuenta:

  El tiempo que puede "perder" el tren de la interestación, cuando la computadora le ordene una u otra marcha lenta (tren con anticipación)

  Un tiempo de estacionamiento mínimo (tren con retardo) y si a pesar de todo el tren sigue teniendo retardo, entonces la computadora ordena una marcha acelerada.

— Mando del DBO Y de la salida de las estaciones. Al atacar el tren la junta de entrada (ocupación del CDV del andén de la estación), la computadora ordena el encendido del DBO correspondiente; a continuación, ocho segundos antes de la hora calculada para la salida, la computadora ordena la salida, lo que origina, por una parte, el apagado del DBO, con funcionamiento del zumbador de andén y por la otra, la inicialización de la secuencia de salida al nivel del PA del tren.

— Mando de la velocidad de los trenes. Al atacar el tren la junta de entrada (ocupación del CDV de andén de la estación), la computadora ordena el encendido del DBO correspondiente; a continuación ocho segundos antes de la hora calculada para la salida, la computadora ordena la salida, lo que origina, por una parte el apagado del DBO, con funcionamiento del zumbador de andén y por la otra, la inicialización de la secuencia de salida al nivel del PA del tren.

— Mando de la velocidad de los trenes. Al atacar el tren la junta de salida de la estación (ocupación del CDV de salida), la computadora mide la diferencia exacta de tiempo que tiene el tren sobre su horario de línea eventualmente corregido, calcula y luego ordena la velocidad que el tren deberá respetar en la interestación, pudiéndose modificar ésta durante los quince segundos siguientes a la salida.

004.C.05.f.02 *Regulación de intervalo.* La finalidad de esta corrección es repartir una diferencia sobre el horario tomado por un tren llamado "tren-fuente", sobre los trenes en línea, modificando el intervalo de los trenes y distribuyendo parte del retraso de acuerdo a los parámetros sobre los trenes próximos, tanto adelante del "tren-fuente" como atrás y creando así un nuevo horario de línea que la regulación de horario hará respetar, es decir, el horario de línea corregido.

Esta regulación interviene cuando la regulación de horario no es suficiente y el retraso de un tren llega a ser demasiado importante.

Este modo de regulación puede iniciarse de dos maneras diferentes:

— Automática, que es el caso más frecuente. A partir del momento en que el retraso llega a ser superior a un umbral fijado de antemano, se inicia la regulación de intervalos. Esta se inicia de nuevo en cada estación, mientras el retraso permanece superior al umbral.

— Manual, cuando es el regulador quien, conociendo las causas del retraso puede iniciar una regulación de intervalos, aun antes de que el retraso detectado haya alcanzado el umbral de iniciación.

  Estos datos son emitidos por la computadora en regulación automática de intervalo, o por el regulador en regulación manual de intervalo.

De acuerdo con los datos, la computadora determina un "incremento de retención" diferente para los trenes atrás y los trenes adelante del tren "fuente".

Los pasos de retenciones permiten establecer un nuevo horario de línea, llamado horario de línea corregido" para los trenes afectados por la corrección; la regulación de horario toma en cuenta el nuevo horario de línea.

La modificación del horario de línea se hace sin ninguna otra intervención del regulador, en el caso que la regulación sea manual.

Toda retención aplicada a un tren para un recorrido dado, queda integrada al horario de línea hasta que no sea solicitada una nueva corrección.

Si el horario de línea del último tren que salió de la terminal es corregido, es conveniente repercutir la retención efectuada sobre este tren en los elementos de salida de los trenes, considerando, de acuerdo con el modo de salida de la terminal, el intervalo mínimo a respetar entre los trenes y la corrección de horario eventual en curso, para evitar las irregularidades de intervalo entre los trenes en línea y a la salida.

Se elaborarán procedimientos para armonizar las correcciones de horario en línea y en las terminales y hacer así que el intervalo real entre los trenes sea lo más regular posible.

La regulación de intervalos debe considerar también las ampliaciones ulteriores que podrían hacerse de la línea.

004.C.05.f.03 *Vigilancia para el respeto del horario.* La computadora detecta los retardos y los comunica al regulador, a partir de un cierto valor, de acuerdo con los tipos siguientes:

— Retardo con respecto al horario de línea corregida. Este retardo es anunciado en la terminal de operación del regulador. La computadora controla el horario en línea y en particular el retardo a la salida de la estación; en caso de que éste sea mayor que un cierto valor, se activa el proceso de regulación, así como la aparición del mensaje en la terminal de operación. El valor del retardo puede ser del orden de un minuto.

  Al liberar la junta de salida, la computadora determina el valor exacto del retardo del tren sobre su horario de línea, eventualmente corregido y lo inscribe en la consola, si éste es mayor que el valor límite.

  El regulador puede limitar voluntariamente la emisión de los mensajes "retardo de los trenes" sólo en el tren con más retardo respecto a su horario programado en una vía. Para esto dispone de una función especial sobre su terminal de operación.

— Retardo con respecto al horario programado. Este retardo es anunciado en la terminal de operación del regulador. Al ocupar el CDV de salida de estación, la computadora determina el retardo del tren con respecto a su horario programado.

  Anuncia en la terminal de operación del regulador el mayor de estos valores calculados para todos los trenes de la vía y el número del tren correspondiente.

— Control de franqueamiento de los DBO. La computadora controla el respeto hacia el DBO, por parte de los trenes. Con este fin, si para una temporización aproximada debida a la demora de teletransmisión la computadora registra el franqueamiento de la junta de salida cuando el DBO está todavía encendido, envía una alarma de "franqueamiento de DBO" en la terminal de operación del regulador.

004.C.05.f.04 *Acciones del regulador sobre las regulaciones.* El regulador puede modificar el funcionamiento de las regulaciones. Dispone para ello de funciones en su terminal de operación, de una consola de visualización y de botones sobre el pupitre.

Cada día es independiente y tiene las siguientes funciones:

I. Funciones de la terminal de operación del regulador

   — Paro regulaciones. El retardo del tren más retrasado deja de visualizarse, las alarmas de regulación ya no se editan, el regulador deberá apagar los DBO eventualmente encendidos, y el programa suspende todas las funciones de las regulaciones.

   — Marcha regulaciones. Esta puesta en servicio se hará progresivamente y sólo concierne a los trenes que van a salir de la terminal considerada.

   — Paro regulación automática de intervalos. Pone fuera de servicio la función regulación automática de intervalos.

   — Regulación manual de intervalo. El regulador indica el número del tren perturbador, su diferencia de horario y el número de trenes de rango superior afectado.

   — Tren fuera regulación. Sirve para poner un tren fuera de regulación hasta su llegada a la terminal.

   — Tren marcha forzada. Sirve para indicar el sistema al que será preciso mandar la marcha forzada para un tren dado en cada interestación, hasta su llegada a la terminal. El regulador indica al programa la marcha escogida.

   — Hora de salida en terminal de línea. Esta función permite conocer la hora de salida de referencia para la regulación, la hora de salida prevista en el programa de explotación y la hora de salida anunciada en la terminal de línea escogida.

   — Paro regulación automática atrás. La regulación automática o manual de intervalos sólo afectará los trenes delante del tren perturbador.

   — Paro estacionamiento mínimo. Con esta función, el regulador puede prohibir que se reduzca el tiempo de estacionamiento en todas las estaciones en una vía.

— Paro de impresión de las alarmas. En caso de perturbación en la línea, el regulador puede, si lo desea, interrumpir la impresión de las alarmas que anuncian el retraso de los trenes a la entrada y a la salida de las estaciones; sin embargo, las alarmas son archivadas en las memorias.

— Paro del mando de las salidas "Paro DBO Automático". El regulador puede, si lo desea, tener al día los registros regulación del programa, sin que haya mando de las señales de salida por la computadora.

  Si una señal DBO ha sido encendida por el regulador, la computadora no la apaga, lo cual significa que cuando el mando por computadora vuelve a funcionar, el regulador deberá apagar los DBO que haya encendido.

— Estación fuera de regulación. En caso de perturbaciones en una estación por CDV en falla, mando extinción DBO inefectivo, etc., el regulador puede, gracias a esta función, poner la estación fuera de regulación.

— Modificación de la marcha tipo. Gracias a esta función, el regulador tiene la posibilidad de mandar salir a los trenes de las terminales, con otra marcha tipo que la que está prevista en el programa.

— Ajuste de intervalos en línea. Esta función permite modificar los intervalos entre los trenes en la línea respecto a los intervalos pedidos al principio.

— Paro regulación de horario. Esta función provoca la puesta fuera de servicio de la función regulación de horario.

II. Funciones de los botones del pupitre

— Lluvia. Es un pulsador luminoso de enclavamiento. Al oprimir este botón se informa a la computadora que la zona correspondiente está en velocidad de lluvia. Esta orden es prioritaria sobre las otras órdenes de marchas y actúa sobre las dos vías de la zona considerada.

— Velocidades. Son pulsadores luminosos, que al oprimir el botón escogido, se manda la velocidad sobre la vía correspondiente, cuando las regulaciones están fuera de servicio.

  Estos visualizadores se encuentran en las cabeceras de salida en estación, en una caja independiente o no de los demás indicadores, cerca de los DBO.

  Las velocidades son mandadas por teletransmisión desde el PCC por la computadora de tráfico o por el regulador.

— Marcha tipo. Son pulsadores luminosos, que al oprimir el botón escogido se enciende el tipo de marcha sobre el tablero de salida en la terminal de la línea; funciona solamente cuando el programa está fuera de servicio. El botón se enciende a la emisión de la orden correspondiente.

— Inicialización del pilotaje automático. La inicialización del PA puede hacerse ya sea por la computadora o manualmente desde el pupitre del regulador, por emisión de un mando general para vía 1 y para vía 2, que actúa en cada una de las estaciones de la línea. Los controles son independientes para vía 1 y para vía 2, en cada una de las estaciones.

— Inicialización de la computadora. Los programas tráfico permitirán efectuar la inicialización automática a una hora fija preestablecida. La computadora enviará la orden de inicialización en cada estación y verificará el control de retorno.

— Inicialización manual por el regulador. Está previsto por línea un solo botón de inicialización, cuyo accionamiento es autorizado por un conmutador de llave colocado próximo a éste. El botón de inicialización está asociado a un contador de impulsos que registra el número de acciones sobre el botón. El contador, dispuesto sobre el pupitre, no puede ser puesto a cero manualmente.

  La inicialización en manual por el regulador será posible bajo las condiciones siguientes:

  i) Computadora de tráfico fuera de servicio. El botón inicialización está disponible y activo, después de la autorización dada por el conmutador de llave. El contador registra la acción del regulador.

  ii) Computadora de tráfico en servicio. Por diálogo, el regulador pide a la computadora la autorización de inicialización manual; después, colocando la llave en posición de inicialización puede actuar sobre el botón de inicialización.

  En funcionamiento manual, si el mando de inicialización no fue recibido en una o en varias estaciones, la señal del botón del pupitre se vuelve intermitente hasta que todos los controles sean recibidos correctamente; entonces se enciende en fija. La orden es entonces enviada en permanencia mientras que la llave queda en posición inicialización.

004.C.05.g Ayuda a la decisión del regulador

Con el fin de facilitar las funciones del regulador, el proveedor podrá proponer medios de ayuda a la decisión, por ejemplo:

— Visualización gráfica o "mosaico" de la posición de los trenes, en relación a su horario teórico o corregido

— Después de las correcciones aportadas por el regulador, visualización de las consecuencias teóricas de éstas, teniéndose que efectuar confirmación de la orden de corrección

— Indicador al regulador de que la regulación se encuentra al límite de las correcciones posibles.

004.C.05.h Diario del tráfico en tiempo real

Las informaciones de tracción, tráfico y también las órdenes manuales del regulador, son clasificadas cronológicamente sobre las memorias, a fin de permitir un tratamiento ulterior en tiempo diferido sobre el sistema de información de la línea o sobre el sistema de gestión de los PCC.

Sin embargo, el regulador puede pedir la edición de los acontecimientos, la que refleja los principales acontecimientos como los siguientes:

— Salida de los trenes

— Operaciones para meter y sacar los trenes del garage; cambio de tren, mando manual de los itinerarios, etcétera

— Modificaciones hechas a las circulaciones por el regulador a través de su terminal de operación

— Modos de funcionamiento reducidos como paro regulación, regulación manual, etcétera

— Corte de la corriente de tracción

— Mandos de los aparatos tracción

— Apertura de los ruptores o accionamiento de los CUFS

— Franqueamiento del DBO

— Establecimiento SP

— Alarmas de la teletransmisión.

El sistema propuesto permitirá consultar o editar resúmenes diarios con el fin de valorar la calidad de tráfico ofrecida a los pasajeros, por ejemplo la disponibilidad global de la línea y la calidad de tráfico.

Al término del servicio, el centro del cálculo "tráfico" realiza:

— Una bitácora para cada línea y para cada vía y resúmenes diarios para cada línea y para cada vía. La bitácora define para cada tren y cada recorrido, los parámetros característicos de este tren, número, horas de salida real y anunciada, tipo de marcha, intervalos en las salidas, llegada, y en ciertas estaciones tipo, hora de llegada, etcétera.

— Dos resúmenes que comprenden la afluencia de la mañana y de la noche, en que cada tabla incluye los intervalos (promedio previsto, promedio de la salida y máximo a la llegada), retardos acumulados, retardos, etcétera.

— Un resumen para toda la jornada, que incluye los números reales y teóricos de recorridos, de los retardos, etcétera.

Estos cuadros son editados a petición del regulador en la impresora del PCC o editados sobre la computadora de gestión o visualizados sobre las terminales de operación del jefe del PCC.

004.C.06 FUNCIONES DIVERSAS

004.C.06.a Cronometría

La instalación de cronometría está destinada únicamente a las necesidades de operación.

Actualmente se cuenta en el PCC II con un reloj matriz común a varias líneas y con varias salidas, a las cuales el proveedor deberá acoplar sus relojes digitales destinados a los lugares siguientes:

— Marco superior del TCO en el PCC II

— Indicadores de salida en estaciones terminales (CDV 22 en estaciones de dos vías; CDV 22 y 42 en estaciones de dos andenes y tres vías)

— Repetidores dentro de los TCO de terminal

— Computadoras, hora real.

004.C.06.b Enclavamiento de los PR de una misma zona de tracción

En cada zona de tracción, los PR que la alimentan estarán enclavados de tal manera que al presentarse un incidente en línea, es decir, un cortocircuito o una sobreintensidad, éste sea detectado y provoque que todos los PR de la zona afectada se abran automáticamente.

004.C.07 IMPLANTACION DE LOS EQUIPOS

004.C.07.a Generalidades

Para todas las instalaciones en túnel, el proveedor deberá esperar una humedad muy elevada antes de la puesta en servicio de la línea.

Las instalaciones en tramo superficial o elevado (ruptores de emergencia, numeradores, cables), se encuentran expuestas a la intemperie. En estos casos estarán diseñadas para asegurar un servicio permanente con temperaturas ambiente comprendidas entre 0 y 55°C (273 y 328 K) en los locales técnicos y entre 0 y 45°C (0 y 318 K), en el PCC. Para el caso particular de las computadoras de tráfico y gestión, estas deberán instalarse en salas climatizadas que mantendrán una temperatura ambiente de 25 $\pm$ 2°C (298 $\pm$ 2 K), con una humedad relativa del 40 al 60 por ciento.

Los soportes metálicos donde van montados los equipos en línea, como ruptores de urgencia, numeradores, relojes de salida, cofres DBO, velocidades, CUFS y SS/SSO, deberán ser robustos y estar adecuadamente protegidos contra la corrosión.

004.C.07.b Instalaciones en línea

004.C.07.b.01 *Armarios de mando centralizado (MC) en estaciones.* En cada estación se localiza un armario de MC en un local cercano al andén, llamado local técnico. El local es compartido con la señalización, el pilotaje automático, alarmas y telecomunicaciones, disciplinas con las cuales se tienen interfaces.

En las estaciones terminales, el volumen reservado para la ubicación de los armarios es el doble que en el de las estaciones de paso.

Estos armarios, protegidos contra filtraciones de agua y el polvo, serán construidos en metal, utilizando lámina calibre No. 12 o 14, tratada contra la corrosión. Deberán tener puertas con cerradura y contendrán

principalmente lo siguiente:

— Los equipos de teletransmisión

— La lógica electrónica, los relevadores y equipos diversos

— Los extremos de los cables de línea y locales de tráfico y tracción y sus tablillas de repartición.

La disposición de los equipos dentro del armario y su ubicación deberá ser tal que permita realizar el mantenimiento con la mayor facilidad.

Deberán preverse dos tomas de corriente colocadas dentro del armario, con el fin de poder conectar un cautín y una iluminación portátil.

Se incluirá un compartimiento inferior que permita el almacenamiento de fichas técnicas y planos.

004.C.07.b.02 *Cofres de salida de estación.* Estos indicadores se encuentran ubicados en las cabeceras de salida de estaciones de paso y terminales, a un lado o arriba de los semáforos de señalización, debiendo tener una buena visibilidad por el conductor del tren desde que entra a la estación. Su funcionamiento es intermitente y están montados o suspendidos en soportes metálicos protegidos contra la corrosión, firmemente sujetos a la losa o a la pared del túnel.

Cada indicador incluye varias lámparas dispuestas de tal manera, que si alguna de ellas se funde, sea fácilmente localizable por el conductor para que éste pueda señalar la falla, pero dejando siempre visible la indicación.

El dispositivo de intermitencia será de funcionamiento altamente confiable y con un periodo de un segundo (0.5 s encendido y 0.5 s apagado).

Estos indicadores deberán llamar la atención del conductor en el punto normal de paro y están concebidos para un funcionamiento permanente.

Las entradas y salidas de vías de enlace, así como los puntos normales de paro del tren en terminales en el extremo hacia la cola, poseen gabinetes o cofres individuales reservados para los indicadores de puesta fuera de servicio del corte de urgencia (CUFS).

En las cabeceras de salida de las terminales y estaciones de paso, el indicador CUFS se encuentra agrupado en el mismo cofre con el indicador SS/SSO y adyacente a los cofres de indicador DBO e indicador de velocidades del PA, que a su vez se encuentran alojados en cofres independientes.

En las cabeceras de estación están previstas unas cajas para alojar los circuitos necesarios para el funcionamiento de estos indicadores; con objeto de facilitar su mantenimiento, éstas deberán colocarse a una altura dada sobre el nivel del andén y teniendo visibilidad hacia los cofres indicadores por la persona que realice el mantenimiento.

El mando de los indicadores SS/SSO se efectúa localmente por medio de un conmutador giratorio, colocado en una pequeña caja que se instala en las cabeceras de salida, junto al ruptor de urgencia en el punto normal de paro del tren. Es accionado por el conductor por medio de una llave triangular.

004.C.07.b.03 *Numeradores.* Estos dispositivos se encuentran ubicados en las terminales de línea en el local del TCO de terminal y en la trasestación, en el andén de maniobra.

Eventualmente se instalarán también numeradores en algunas posiciones de estacionamiento.

El acoplamiento con el cable se hará por conector, para facilitar el intercambio del numerador en caso de falla.

Los numeradores irán montados sobre soportes metálicos protegidos contra la corrosión, utilizándose, según el caso, soportes de pedestal o de pared.

004.C.07.b.04 *Reloj indicador de salida.* Existen uno o dos tableros indicadores en cada terminal, ubicados en el extremo del andén de salida hacia la línea.

Están orientados y diseñados de manera que la indicación sea fácilmente visible desde la cabina de conducción, en el punto de paro de salida, con caracteres que tienen al menos 5 cm de alto. Una visera puede proteger eventualmente los visualizadores luminosos del alumbrado directo de los andenes de la estación o de la luz solar.

Se instalará dentro del local del TCO de terminal un indicador repetidor que contenga las mismas informaciones, orientado hacia el operador del PML.

Estos indicadores van montados sobre soportes metálicos protegidos contra la corrosión, sujetos firmemente a la pared o a la losa.

004.C.07.b.05 *Sistema sonoro de salida.* Puede ser realizado por timbres adecuadamente repartidos en el andén, de manera que sean audibles pero no ensordecedores, en cualquier punto del andén. Los timbres o campanillas pueden ser alimentados en corriente alterna.

004.C.07.b.06 *Pedal de alarma de taquilla.* Se instala en la taquilla principal y secundaria de cada estación. Su accionamiento provoca por teletransmisión, el encendido de una alarma en el Centro de Comunicaciones del PCC.

El proveedor deberá realizar el cableado entre las taquillas y el local técnico, para lo cual son previstos ductos y registros en los pasillos o vestíbulos de la estación.

En el Centro de Comunicaciones del PCC se instala una platina por línea con indicadores luminosos, en donde se señaliza el accionamiento de alguno de estos pedales en una estación determinada.

004.C.07.b.07 *Ruptores de urgencia.* Cada ruptor está colocado a una altura tal que su palanca de accionamiento quede a 1.50 m del piso y para el caso de los ruptores de estación, está desplazado 30 cm del punto normal de paro del tren. Su fijación se realiza en principio mediante utilización de anclas y sobre pequeños soportes metálicos protegidos contra la corrosión.

En los tramos superficiales o elevados la fijación se hará eventualmente en soportes de diseño particular. En el caso de las vías secundarias y para las distin-

tas posiciones de estacionamiento, los ruptores se instalarán sobre soportes fijados firmemente, de tal forma que se eviten movimientos del pedestal que pudieran provocar el accionamiento involuntario de los mecanismos del ruptor y en consecuencia, un corte de corriente de tracción.

En estación, los ruptores se localizan:

— En las cabeceras de salida de los andenes, punto normal de paro del tren

— En los nichos de emergencia, a mitad del andén

— En las cabeceras de entrada de los andenes, enfrente de los ruptores del otro andén

— Dentro del local del TCO de terminales, próximo al operador del PML.

En tramos en túnel, los ruptores son colocados en cada vía a cada 150 m, instalados debajo de una lámpara de color azul. Son colocados a ambos lados de las vías, siempre alternadamente a cada 75 m, distribuidos entre estaciones y entre seccionamientos de tracción.

Cuando el túnel incluya una vía Z en interestación, ésta queda delimitada por las vías principales, instalándose en ella una línea de ruptores fijados sobre postes. Estos ruptores están conectados al bucle de la sección de vías principales.

En los sitios de los seccionamientos de tracción PR con CS, SIT e IVS, hay en cada vía dos ruptores juntos para el desenclavamiento de las dos secciones adyacentes y dos ruptores dentro del nicho de seccionadores.

En este caso, los dos ruptores llevan una etiqueta claramente visible, que indica a qué sección pertenecen y que ambos deberán ser accionados para garantizar el corte de la corriente de tracción en las dos secciones adyacentes.

Cuando se trata de un nicho de seccionadores de un PR de tracción, es decir, sin CS, se instalará un ruptor dentro del nicho, independiente de la distribución de los demás ruptores.

En el caso del contador de terminal, se instalará un ruptor dentro del local de seccionadores, también independientemente de la distribución de los demás ruptores.

En las vías de enlace, se implantará una sección de ruptores independientes de la sección de vías principales. Cuando el túnel incluya un andador de maniobra, habrá un ruptor en el punto de paro del tren y uno en el otro extremo de dicho andador. En las zonas de garage, así como en naves de depósito, los ruptores serán implantados en la medida de lo posible, siguiendo el criterio de implantación cada 75 m alternadamente. Estos ruptores serán instalados sobre postes de soporte.

004.C.07.c Instalaciones en PCC

004.C.07.c.01 *Equipos en el nivel del puesto central.* Los equipos de MC para la explotación de la línea, se encuentran ubicados en la sala de operación del PCC; ellos son:

— El TCO que comprende el mueble metálico, sus paneles sinópticos con botones y visualizadores luminosos de la parte tráfico y la parte tracción, así como sus circuitos y cableado internos, los relojes digitales para la hora real, hora de salida anunciada y marcha tipo implantada.

— El pupitre del regulador, con sus platinas de mando de itinerarios en zona de maniobra, DBO, velocidades del pilotaje automático, marchas tipo, inicialización del PA, alarmas, CZ, circuitos y cableado interno.

— La terminal de operación del regulador (PGT y pantalla con teclado), la cual es un periférico de la computadora de tráfico.

Adyacente a la salida de operación se encuentra el área del PDC, donde se cuenta actualmente con el mueble metálico sobre el cual se montarán los módulos de mando y los paneles de control de la posición de los DMT, de los PR y de los puestos de alumbrado y fuerza PAF, así como las alarmas asociadas a ellos.

En el centro de comunicaciones (CC), colindante también con la sala de operación, se instalarán las platinas de control de accionamiento de pedales de alarmas de taquillas principal y secundaria en estaciones.

En el mismo nivel se encuentran dos salas climatizadas, cámara plena, una de ellas destinadas a la computadora de gestión y la otra a las computadoras de tráfico, las que tienen una temperatura de 25 $\pm$ 2°C (298 $\pm$ 2 K), con humedad relativa del 40 al 60 por ciento.

004.C.07.c.02 *Equipos en el nivel de relevadores.* En este nivel se encuentra una sala técnica, llamada también "sala de relevadores", donde se instalan los equipos de la lógica tráfico y tracción así como la teletransmisión, alojados en armarios similares a los instalados en los locales técnicos de estaciones.

Para efectos de cableado, el enlace con la sala de operación se hará a través de perforaciones en la losa, para llegar a la parte inferior del pupitre del regulador, TCO y PDC.

Los cables procedentes del exterior terminan en la sala de relevadores sobre un repartidor general.

Todos los circuitos estarán protegidos en el punto de llegada por bobinas térmicas; unas grapas permiten efectuar cambios fácilmente. La armazón del repartidor está prevista para el enlace de todos los hilos de los cables aún no utilizados y para un 50 por ciento de extensión.

La fijación de los cables provenientes de línea que entran al PCC a través de galerías subterráneas y después ascienden a los distintos niveles, se hará mediante soportes metálicos llamados "charolas", fijadas al techo o a los muros.

En la misma sala técnica se encuentra ubicado el reloj maestro, que sincroniza los relojes de terminales, del TCO, del PDC o cualquier otra derivación que se desee tener.

004.C.07.c.03 *Equipos en planta baja del PCC II.* En

esta planta existe una sala llamada "de alimentaciones", donde se instalan los equipos de alimentación, como el sistema onduladores-rectificadores y baterías (ORB).

004.C.08 CABLES Y CONEXIONES

004.C.08.a Definición de los cables

Existen diversas clases de cables para mando centralizado, a saber:

Clase "A". Cables de mando centralizado de tráfico entre los armarios de estación, llamados MC, y el repartidor general del PCC, cableados en cuartetas "estrella" de 0.9 mm (Cal. 19 AWG), con forro exterior de color morado o violeta.

Clase "B". Cables locales de mando centralizado, entre los armarios MC y los órganos locales (numeradores DBO) cableados en cuartetas "estrella" de hilos de 0.9 mm (Cal. 19 AWG) con forro exterior de color morado o violeta.

Clase "C". Cables de mando centralizado de tracción. Entre el repartidor general del PCC y los armarios MC de las estaciones existe un primer enlace, y posteriormente un segundo enlace entre los armarios de MC de las estaciones y los locales donde se ubica equipo de tracción; estos cableados se realizan en cuartetas "estrella" de hilos de 1.2 mm (Cal. 17 AWG) con forro exterior color naranja.

Clase "D". Cables de ruptor de alarma, cableados en trenzas de hilos de 1.6 mm (Cal. 14 AWG), con forro exterior de color naranja.

Clase "E". Cables de alimentación entre los armarios MC y los tableros de distribución de energía.

OO4.D SISTEMA DE PEAJE

004.D.01 GENERALIDADES

Para hacer uso del Metro de la Ciudad de México, el acceso a los andenes está condicionado al pago de la tarifa vigente.

En el sistema actual de peaje está previsto que los usuarios obtengan boletos codificados magnéticamente en las taquillas. Esta codificación ha sido adoptada por razones de confiabilidad, pues al introducir el boleto al torniquete de entrada se efectúa una verificación completa y exhaustiva de su validez, destruyéndose al final de este periodo.

El sistema de peaje está integrado básicamente por taquillas, diapasones, puerta de cortesía, torniquetes de entrada, salida, neutros, una terminal de operación y un botón de desbloqueo a distancia.

004.D.02 TORNIQUETE DE ENTRADA

Está formado por los elementos siguientes:

— Un cofre de acero inoxidable, con tapas, puertas y base para fijación, en el cual se aloja el equipo lector y sus subconjuntos, y un bote para la recolección de los boletos invalidados, con capacidad mínima de 20 000 boletos

— Platinas de señalamiento. En forma luminosa se indicará al público el estado del torniquete, es decir, en servicio o fuera de servicio, ya sea con una flecha verde o con un círculo rojo atravesado por una línea blanca, respectivamente, montada al frente del torniquete. Las platinas de señalamiento deberán ser tales que su indicación podrá ser leída a una distancia de 20 metros

— Una placa que indicará al público "NO PASE", y estará representada por una equis blanca sobre fondo rojo en la parte trasera del torniquete

— Caja de control que permite al personal de mantenimiento poner al torniquete en las siguientes condiciones:

  Servicio

  Fuera de servicio

  Fuera de tensión

  Bloqueo del mecanismo de trípode en ambos sentidos.

— Dos contadores electromecánicos para contabilizar el número de entradas y salidas

— Caja de alimentación

— Un lector de boletos codificados magnéticamente

— Una platina de base

— Mecanismo trípode, el cual en condiciones normales, estará libre a la salida y bloqueado a la entrada

— Un dispositivo de maculación

— Una canaleta de salida con pantalla para informaciones al público y al personal de mantenimiento.

El torniquete de entrada estará diseñado para que a futuro pueda instalarse un impresor de agujas.

Lo anterior implica que se dejarán los espacios necesarios para la instalación de los componentes que requiere el impresor de agujas, es decir, transformadores, interfaces, lugar para maniobras, etcétera.

004.D.02.a Descripción del procedimiento

Un lector de boletos codificados magnéticamente comprenderá los siguientes elementos:

— Una platina de base y las cartas electrónicas

— Un lector y su sistema de guiado y arrastre de boletos a base de banda

— El dispositivo de maculación a base de tinta y el espacio para un impresor de agujas de caracteres alfanuméricos.

El lector y su lógica deben permitir:

— La introducción y arrastre de un boleto

— El tratamiento de siete tipos de boletos grabados

magnéticamente, a saber:

1. Boletos unitarios
2. Boletos quincenales
3. Boletos mensuales
4. Reserva (boleto no definido)
5. Reserva (boleto no definido)
6. Reserva (boleto no definido)
7. Reserva (boleto no definido)

Desde el punto de vista de la operación del equipo, es necesario que al momento de su puesta en servicio, éste trate los unitarios, quincenales y mensuales.

En lo referente a los tipos de boletos no definidos, a título de ejemplo, éstos podrían ser boletos con tarifa diferencial o por monto, zonas, carta de servicio, semanales, unitarios con correspondencia, etcétera.

En cualesquiera de los casos, la definición de estos tipos de boletos demandará solamente la inclusión de subrutinas en el programa y en ningún caso cambios generales en el hardware de los lectores. Dichas subrutinas son:

— La lectura, escritura y relectura de los boletos de acuerdo a su tipo

— Generar las informaciones necesarias para el desbloqueo del mecanismo trípode

— Generar las informaciones necesarias para la maculación a tinta o impresión sobre una de las caras del boleto, cualquiera que ésta sea

— La invalidación temporal o total y la restitución de boletos

— La selección de las informaciones que deben ser mostradas al público, las cuales serán señaladas a través de las platinas de señalamiento y/o canaleta de salida

— El desbloqueo a distancia de un equipo, al menos por acceso (el primero del lado izquierdo)

— De hacer señalizar las alarmas mínimas, como son:

  Boleto atorado

  Torniquete fuera de servicio

  Teletransmisión fuera de servicio

— Permitir su autodiagnóstico (estado de los diferentes subsistemas, estado en general del lector, etcétera)

— Sincronizarse y dialogar con la terminal de operación, esto es:

  Envío del estado del lector como son, fallas, alarmas, etcétera

  Envío de estadísticas como son número de boletos por tipo, etcétera

  Recibir información de la hora, día, minuto, et cétera

  Recibir información de los tipos de boletos a tratar

— Permitir la gestión de los dos contadores

— Contabilizar todos los pases en el sentido de entrada y salida del torniquete. La capacidad de los contadores será tal que permita al menos la contabilidad de 1 000 000 en cada uno de ellos

— No permitir en la medida de lo posible, el daño a la información contenida en el boleto en caso de interrupción brusca de la alimentación de fallas en algunos de los subconjuntos

— Guardar los parámetros e información necesaria para que sea posible el tratamiento de los boletos definidos anteriormente, en caso de fallas en la teletransmisión o corte de corriente de la terminal de operación

— El tratamiento de boletos llamados de prueba, que deberán ser reconocidos de manera confiable por el lector. En el momento de tratar estos boletos, el lector deberá rechazar todos los demás tipos, es decir, no será posible en ningún caso, el tratamiento simultáneo de boletos de prueba y boletos destinados al uso del público.

  A título indicativo, se podrá realizar lo anterior ya sea por medio de un conmutador o a través de un código especial, validado por la terminal de operación.

  En cualquiera de los casos, el lector señalizará en la canaleta de salida de ésta tratando boletos de prueba.

— Cuando exista una falla de teletransmisión o un corte de alimentación de la terminal de operación, el lector funcionará en modo autónomo.

  Las condiciones anteriores no deberán perturbar de ninguna manera el funcionamiento normal del lector. Se deberá prever una alarma que indique esta condición sobre la terminal de operación.

  En este estado el lector tendrá que:

  Mantener sus parámetros temporales (fecha, calendario, hora, día, etcétera).

  Tratar todos los tipos de boletos validados por la terminal de operación.

  Almacenar durante 72 horas como mínimo, el conjunto de estadísticas a partir del momento en que se presentan el corte de alimentación o la falla de teletransmisión en la terminal de operación.

004.D.02.b Introducción del boleto

Los boletos podrán ser introducidos longitudinalmente en todos los sentidos posibles, pista arriba o pista abajo, y no podrá ser efectuada si el lector no está alimentado o se encuentra fuera de servicio.

La canaleta de entrada deberá dejar pasar boletos maltratados o húmedos siempre y cuando estas condiciones no sean críticas; deberá favorecer el guiado de los boletos y no permitirá la introducción de dos boletos superpuestos; asimismo, deberá permanecer

abierta mientras no se introduzca un boleto.

El lector deberá aceptar hasta dos boletos consecutivos; un tercero no deberá ser aceptado mientras no se haya realizado el primer pase.

En el caso de boletos que deban ser restituidos al usuario, el equipo no aceptará la introducción de un segundo boleto, en tanto que el primero no haya sido retirado de la canaleta de salida.

La introducción de un boleto deberá ser detectada por medio de optocaptores o algún otro dispositivo, los que producirán una señal que activará el arrastre del boleto. En cualesquiera de los casos, los optocaptores deberán ser insensibles a la luz ambiental y a descargas eléctricas parásitas. Asimismo, no deberán verse afectados por el polvo desprendido por los boletos.

El arrastre deberá ser tal que el boleto no sea maltratado si el usuario lo retiene voluntariamente; un dispositivo deberá reconocer cuando los boletos están fuera de dimensionamiento, cortos o largos, y deberán ser rechazados por el lector sin autorizar el pase.

Los componentes del mecanismo de arrastre serán fiables y no demandarán cambios constantes.

Por otra parte, el mecanismo de arrastre estará constituido por componentes que no permitan variaciones de velocidad mayores al 15 por ciento en caso de desajuste o desgaste de los mismos. El sistema de arrastre a base de rodillos deberá ser descartado.

El lector deberá invalidar todos los boletos una vez vencidos por medio de un bit de invalidación y por una maculación a tinta (líneas diagonales), a fin de que esta invalidación también pueda ser verificada visualmente. En el caso de los boletos sencillos, la invalidación podrá ser por medio del borrado total de la pista. En cualesquiera de los casos todos los boletos al fin de su periodo de validez serán tragados. También deberá invalidar temporalmente los boletos quincenales o mensuales o los que así lo requieran, durante un periodo mínimo de ocho minutos, a fin de evitar que este tipo de boletos sea utilizado dos veces consecutivas es decir, al mismo tiempo por personas diferentes.

La restitución de los boletos se realizará en la canaleta de salida, la cual estará a un máximo de 50 cm adelante de la canaleta de entrada.

La duración del arrastre del boleto, desde su introducción hasta el momento que es restituido o invalidado, no deberá exceder de un segundo.

Salvo casos particulares, el tratamiento de un boleto necesita que la información grabada en él sea modificada. Por tal motivo el tratamiento del mensaje cumplirá la siguiente secuencia:

— Primera lectura

— Escritura del nuevo mensaje.

— Segunda lectura (relectura y control).

004.D.02.b.01 *Primera lectura.* Todos los boletos deberán ser leídos en la totalidad de su mensaje de manera confiable. En esta etapa el proveedor deberá desarrollar rutinas antifraude que impidan la aceptación por parte del lector de boletos cortados longitudinalmente, diagonalmente, etc., y de todos aquellos boletos fuera de sus especificaciones geométricas y de mensaje, tales como tipo, tarifa, etcétera.

004.D.02.b.02 *Escritura del nuevo mensaje.* Todos los boletos deben ser escritos por el lector de manera confiable; el mensaje será reescrito en su totalidad y a todo lo ancho de la pista con el fin de evitar informaciones remanentes.

La escritura será a saturación magnética de la pista (ver 004.D.03.b).

004.D.02.b.03 *Segunda lectura.* En esta etapa, el lector verificará que el nuevo mensaje sea correcto, y será capaz de detectar los errores de relectura, de contabilizarlos y de archivarlos en memoria. Esta información deberá enviarse a la terminal de operación.

Cuando un equipo acumule 10 errores de lectura en un lapso de seis horas o tres errores consecutivos el equipo quedará bloqueado y no permitirá por lo tanto la introducción de más boletos. La contabilidad de estos errores debe ser por día y por equipo; las estadísticas serán llevadas por la terminal de operación.

En cualesquiera de los casos, los problemas de relectura serán invisibles para los usuarios.

004.D.02.b.04 *Sistema de arrastre.* El sistema de arrastre deberá prever el espacio necesario para la instalación de cabezas magnéticas (pista arriba y pista abajo).

Las características de las cabezas magnéticas deberán cumplir los parámetros establecidos en las especificaciones técnicas para cabezas de lectura y escritura respectivamente. Estas deberán ser de preferencia de línea comercial.

— El montaje de las cabezas deberá preverse de manera de evitar problemas de posicionamiento, como falta de presión o exceso de ella en el contacto cabeza-pista magnética, etcétera.

— El montaje de las cabezas deberá realizarse de manera sencilla.

— La presión normal de las cabezas sobre la pista no deberá provocar un desgaste anormal de ella.

— Los posibles ajustes para encontrar un punto óptimo cabeza-pista, deberán ser poco frecuentes y éstos deberán ser especificados, además de que se proporcionarán los procedimientos y las herramientas necesarias.

004.D.02.c Maculación e impresión

Una maculación o impresión visible deberá figurar sobre todos los boletos al fin de su periodo de validez. El equipo deberá preverse para que a futuro acepte la instalación de un impresor de agujas.

Este dispositivo deberá ser de preferencia recargable y el rodillo y la tinta permitirán la maculación firme y clara de los boletos.

El recipiente de la tinta estará diseñado para permi-

tir su llenado rápido y fácil a intervalos mínimos de dos meses. La tinta a utilizar deberá secar rápidamente para no manchar la mano de los usuarios.

A título indicativo, la maculación sobre los boletos consistirá en una serie de diagonales (tres como mínimo) sobre una longitud mínima de 15 mm y un ancho de cada diagonal de 1 mm, al menos por un lado de la pista en cualquier lado del boleto.

El rodillo o el dispositivo de maculación no permitirá diagonales incompletas o muescas en ellas.

A futuro se prevé la instalación de un impresor de agujas, con objeto de que sobre ciertos boletos figuren algunas informaciones después de la primera introducción de los boletos temporales. Las informaciones a imprimir a título de ejemplo serán:

— Código o número de estación

— Número de lector

— Función del lector (entrada, correspondencia, salida)

— Fecha calendario

— Hora, etcétera.

004.D.02.d Mecanismo de desbloqueo del trípode

El mecanismo de desbloqueo del trípode deberá contener los siguientes subconjuntos:

— Un soporte general

— El mecanismo propiamente dicho

— Un sistema de amortiguamiento

— Un conjunto de minirruptores, para indicar posición y dirección de rotación del trípode

— Los dispositivos complementarios para su mando.

El sistema de amortiguamiento debe ser insensible a los cambios climatológicos y estará concebido de tal manera que evite que después de una rotación haya oscilaciones del mecanismo alrededor de su punto de equilibrio. Las piezas sujetas a corrosión y desgaste estarán protegidas por medio de tratamientos adecuados, evitando la utilización de piezas plásticas. El conjunto estará compuesto en la medida de lo posible por piezas reparables.

En cuanto al mecanismo trípode, éste siempre estará libre y sin alimentación; sólo se bloqueará en el caso de intento de franqueamiento sin presencia de boleto. El brazo del trípode debe tener un ángulo y una separación tal que impida el franqueamiento por manipulación del brazo. Con corte de alimentación quedará libre en ambos sentidos.

004.D.03 DESCRIPCION DEL BOLETO

004.D.03.a Dimensiones

Las dimensiones de los boletos de cualquier tipo y soporte son las siguientes:

Largo:	5 mm	+1 mm, −0.5 mm
Ancho:	31 mm	±0.1 mm
Espesor:	0.27 mm	±0.02 mm

Ancho de las pistas magnéticas: 5 mm, + 0.25 mm, − 0.0 mm

Centrado de la pista: La diferencia máxima entre el eje del boleto y el eje de la pista será de 0.5 mm

Centrado longitudinal de la grabación: 0 + 2 mm

Densidad: 1.4 bits/mm

004.D.03.b Características magnéticas del boleto

La confiabilidad del sistema de peaje automático depende de la aplicación de los criterios siguientes:

— Grabación a saturación de la pista magnética de los boletos

— La amplitud de las impulsiones de tensión en las terminales de las cabezas de lectura deberá ser de un valor aceptable y dentro de cierto intervalo

— Será imposible la lectura por transparencia magnética.

Para efectos de la presente especificación, se aplicará la siguiente regla:

— Para una pista de 5 mm, una señal grabada a saturación sobre un boleto producirá en las terminales de una cabeza de lectura una tensión eléctrica con un valor medio de amplitud igual a 33 mV + 8 mV, − 5 mV (valor pico).

Las condiciones para realizar esta medición son las siguientes:

— Densidad máxima de grabación: 2.5 bits/mm

— Velocidad lineal de la pista: 0.6125 m/s

— Fuerza mínima de aplicación de la cabeza de lectura sobre la pista: 0.300 daN

— Entrehierro eficaz de la cabeza de lectura: 62 μm

— Rendimiento magnético de la cabeza de lectura: 0.5

— Impedancia de carga de la cabeza de lectura: 10 kΩ.

Además, la tasa de modulación de la pista no debe ser mayor de 15 por ciento.

004.D.03.c Características de la grabación magnética.

La grabación de los mensajes será efectuada:

— A todo lo ancho de la pista

— A saturación

— Monopista "split-phase".

Las transiciones de polaridad deberán ser perpendiculares al eje longitudinal de la pista con una tolerancia de $\pm$ 1° (un grado).

Sobre la pista y a todo lo largo del boleto, se grabará la siguiente información:

— En un extremo:

  Bits de sincronización de valor 0

  Bits de orientación y sentido de valor 1 y 0

— En el otro extremo:

  Bits de sincronización de valor 0

  Bits de orientación y sentido de valor 1 y 1

— Al centro del boleto:

  56 bits de información, los cuales constituyen el mensaje útil.

Los 56 bits de información útil y los cuatro bits de orientación y sentido estarán repartidos en una longitud de 43 mm, + 1 mm, − 3 mm.

La longitud de las zonas para los bits de sincronía deben satisfacer las condiciones siguientes (fig 004-3):

En un extremo: 6 mm + 1 mm, − 0.5 mm

En el otro: $\geqq$ 4 mm

004.D.03.d Codificación de boletos

Existen algunos campos que son comunes en todos los boletos, que son de orientación y sentido (fig 004-4).

004.D.03.d.01 *Tipo de boleto.* Codificación sobre tres bits.

004.D.03.d.02 *Tipo de tarifa.* Codificación sobre dos bits.

004.D.03.d.03 *Bit de invalidación.* Este bit vale uno cuando no ha sido invalidado el boleto.

004.D.03.d.04 *Bit de paridad tipo.* Este bit vale uno cuando el número de bits a uno del tipo es par.

004.D.03.d.05 *Bit de test.* Este bit vale uno cuando se trata de boletos de prueba.

Sobre los boletos temporales o los que así lo requieran deberá incluirse la información siguiente:

— Periodo de validez que indicará el año, mes y quincena

— Fecha de entrada a la red o de última utilización, que indicará días del mes, hora y minutos y servirá para establecer la invalidación temporal.

004.D.03.e Tratamiento del boleto

Los programas para el tratamiento de los boletos serán desarrollados de tal manera que permitan en el caso de los boletos temporales, la grabación en fábrica del periodo de validez o por el lector, en este caso, después de la primera utilización. Además, se deberá prever el emplazamiento de las memorias para el tratamiento de todos los tipos de boletos previstos a futuro.

004.D.03.f Características de los boletos temporales.

El proveedor tomará en cuenta que el nivel de la señal obtenido en los boletos temporales se debilita después de un determinado número de pases.

004.D.04 TORNIQUETES DE SALIDA

Este tipo de torniquete está formado por los elementos siguientes:

— Un cofre de acero inoxidable con tapas, puertas y base para fijación, en el cual será posible a futuro instalar un equipo lector y sus subconjuntos

— Platina de señalización. En forma luminosa esta platina indicará al público el estado del torniquete, es decir, en servicio o fuera de servicio, ya sea con una flecha verde o con un círculo rojo atravesado por una línea blanca respectivamente, ubicada al frente del torniquete

— Caja de alimentación, exclusivamente para la platina y el mecanismo

— Mecanismo trípode que en condiciones normales estará libre a la salida y bloqueado a la entrada

— Contadores que indicarán el número de veces que el mecanismo trípode ha sido accionado.

004.D.05 TORNIQUETE NEUTRO

Este equipo estará constituido exclusivamente por un cofre que no contiene ni mecanismo ni lector; su función es la de cubrir algunos espacios en las líneas de control.

004.D.06 COFRES

Los cofres serán de acero inoxidable, ensamblados con diversas piezas por medio de refuerzos internos donde sean necesarios y estarán ligados entre sí por soldadura realizada con máquina punteadora y de arco, a manera de formar un casco integral.

004.D.07 CARACTERISTICAS DE MANTENIMIENTO

El lector enviará a la terminal de operación las informaciones que indiquen los problemas que se presentan como alarmas y señalización de fallas.

004.D.08 TERMINAL DE OPERACION

Este equipo se encuentra en el local del jefe de estación de cada estación y su función es la siguiente:

a) En los lectores

— Identificar los torniquetes de entrada por acceso por cada línea de control y por estación, y controlar hasta cuatro líneas de lectores, cada una hasta con 16 equipos

— Generar la fecha (año, mes, día) y la hora (hora, minuto) y servir como reloj maestro. La variación de la base de tiempo no deberá ser mayor de ± 3 s al día

– Almacenar los parámetros necesarios para la validación de los boletos por tipo y tarifa y enviarlos a los lectores

— Controlar la fecha a partir de la cual los diferentes tipos de boletos serán aceptados o rechazados

— Direccionar un grupo de lectores para que exclusivamente éstos acepten ciertos tipos de boletos

— Contabilizar todos y cada uno de los boletos tratados por los lectores. Esta información será para el conjunto de los lectores por estación y para cada uno de ellos.

b) Estadísticas

— Demandar y adquirir datos estadísticos

— Visualizar las estadísticas deseadas.

c) Vigilancia de fallas

— Señalizar fallas y bloqueo de lectores

— Señalizar fallas de teletransmisión

— Señalizar fallas de inicialización de la terminal de operación.

— Señalizar errores de manipulación sobre la terminal de operación.

004.D.08.a Probador de boletos

El probador de boletos integrado a la terminal de

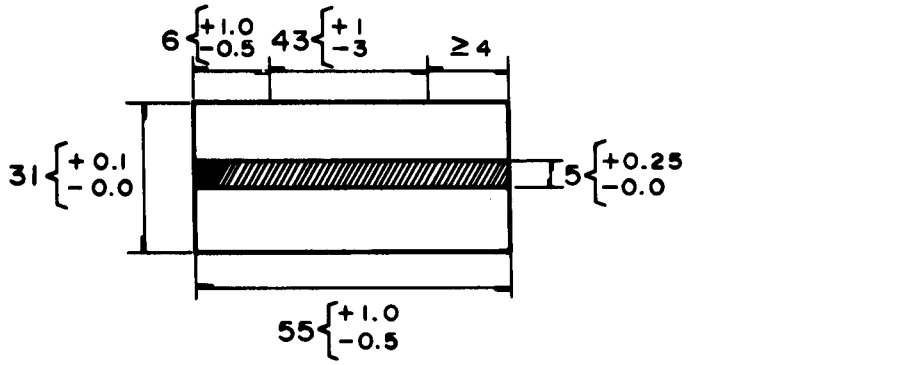


Fig 004-3 Características de la grabación magnética

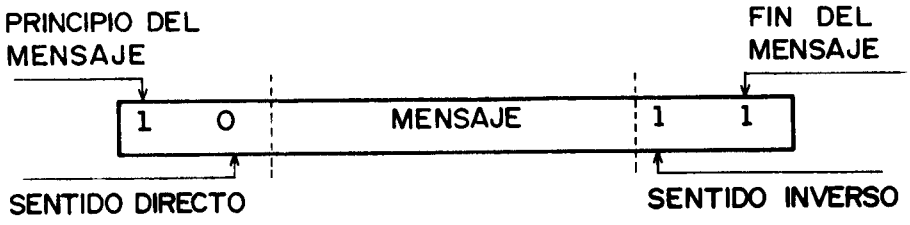


Fig 004-4 Orientación y sentido de codificación

operación tendrá como objetivo el mostrar la información contenida en los boletos magnéticos, con la simple introducción del boleto en el lector.

La manera de operar del probador será la siguiente:

1. Una rutina para personal de operación. El probador interpretará la información contenida en el boleto a través del visualizador alfanumérico de la terminal de operación.

2. Rutina para personal de mantenimiento. En esta rutina el probador de boletos mostrará la información contenida en los boletos, bit a bit. Esta visualización sólo será posible por medio de un conmutador accionado por llave e independiente del conmutador para cambio de parámetros e inicialización de la terminal.

3. El acceso al interior de la terminal de operación deberá ser por medio de una cerradura con llave.

Los elementos que configuran la terminal de operación son:

— Un teclado y conmutador a llave para cambio de parámetros e inicialización

— Un visualizador alfanumérico y caracteres especiales.

— Un indicador de alarmas

— Fuente de alimentación

— Un comportamiento para las cartas electrónicas y de alimentación

— Un lector decodificador de boletos con llave de conmutación, para cambio de rutinas de interpretación de boletos.

Además de la visualización de estadísticas y fallas, la terminal de operación estará diseñada para conectarse a ella una impresora o una grabadora de cinta, o un equipo de gestión centralizada.

En caso de corte de alimentación normal del equipo de la terminal de operación, deberá seguir funcionando por un periodo mínimo de 72 horas.

Las estadísticas a considerar son las siguientes:

— Número de pases por tipo de boleto, por torniquete de entrada y por estación

— Tipos de boletos por día y por semana

— Número y tipo de falla por equipo.

El equipo tendrá la capacidad para emitir estas estadísticas, señalando fecha a partir de la cual se recopiló la información y la estación.

El equipo tendrá la capacidad para emitir estas estadísticas, señalando fecha a partir de la cual se recopiló la información y la estación.

La terminal de operación permitirá caracterizar una estación y su número de líneas de control. Asimismo, asignará un número a cada lector de la estación.

004.D.09 CARACTERISTICAS TECNICAS

004.D.09.a Alimentación

Las características de alimentación y consumo para los torniquetes de entrada y salida y terminal de operación son las siguientes:

— 220 V,CA ± 10 por ciento, 60 Hz, para torniquetes de entrada y salida

— 220/110 V,CA ± 10 por ciento, 60 Hz, para la terminal de operación

— Carga máxima por equipo, 350 watts

— Consumo estimado por equipo:

Lector en reposo, 300 mA máx.

Lector en marcha y mecanismo: 1.5 A durante 5 s

Terminal de operación: 400 mA máx.

Las cajas de alimentación estarán diseñadas para permitir la utilización de un equipo de prueba o mantenimiento con las siguientes características:

— Alimentación eléctrica: 117 V,CA

— Potencia: 120 watts.

El cable para uso rudo utilizado para la alimentación eléctrica cumplirá lo establecido en la norma COV-SÑ-T Q-ET-05/86-21 y será de 3 x 14 AWG tipo "SO" y el de tierra física para los torniquetes cumplirá lo establecido en la norma COV-TQ-ET-05/86-22 y será de 10 x 7 hilos AWG.

004.D.09.b Teletransmisión

El enlace entre los lectores y la terminal de operación será por medio de cuatro interfaces, con una línea de emisión y recepción con 16 cargas posibles. La cantidad máxima de torniquetes bajo control será de cuatro baterías de 16 torniquetes.

El cable utilizado para la teletransmisión cumplirá lo establecido en la norma K13MA y será de 3 x 2 x 19 AWG con fleje y sin fleje cubierta gris.

004.D.09.c Rigidez dieléctrica y aislamiento

La rigidez dieléctrica entre los circuitos y la masa eléctrica de sus chasis, deberá ser tal que pueda soportar durante un minuto 1000 V,CA sin que el torniquete sufra daños, siendo aplicable para todos los equipos.

El aislamiento medido bajo una tensión nominal de 500 V,CA entre el conjunto de bornes de alimentación y la masa física, deberá ser como mínimo de 200 milímetros.

004.D.09.d Perturbaciones y condiciones ambientales

Todos los equipos podrán ser sometidos a una temperatura con un intervalo de variación de 0 a 45°C (273 a 318 K) con una humedad de 15 a 90 por ciento.

El equipo lector y el cofre no deberán sufrir ningún daño por la precipitación de agua sobre un equipo cerrado, ni por la presencia de polvo en las estaciones.

Los equipos estarán instalados en un ambiente agresivo, por lo que deberán estar protegidos contra las perturbaciones siguientes:

— Eléctricas, como descargas, parasitarias de alimentación, etcétera

— Electromagnéticas, como motores, THF, etcétera

— Vibraciones mecánicas, como paso de los usuarios, etcétera

— Carga electrostática producida por boletos en soporte tipo PVC.

004.D.09.e Cableado

004.D.09.e.01 *En estación.* Las uniones entre equipos, referentes a la teletransmisión y alimentación, deberán estar identificadas en forma clara, visible e indeleble por medio de etiquetas a lo largo de dichas uniones, con objeto de identificarlas fácilmente y ayudar en las labores de mantenimiento.

004.D.09.e.02 *En los equipos.* Las uniones hilo a hilo deberán estar identificadas en forma clara, visible e indeleble. Las conexiones entre conjuntos o subensambles electromecánicos se realizarán por medio de conectores seguros y confiables. Todos los cables de conexión del y hacia el lector deberán ser identificables en forma clara, visible e indeleble.

Los elementos utilizados para la conexión deben cumplir las siguientes condiciones:

— Ser desenchufables

— Contar con guías de polarización y contra manipulaciones equivocadas

— Tener una separación tal que entre broches vecinos exista un aislamiento adecuado a las señales y cables utilizados

— Asegurar la sujeción de los hilos o conductores a manera de no permitir un contacto intempestivo entre conductores, normalmente aislados uno del otro.

Por otra parte, todos aquellos elementos del cofre, platina de base u otros que presenten filos o piezas cortantes deberán ser cubiertos a fin de evitar daños a los cables o hilos. En ningún caso se conectarán hilos exteriores soldados a las tarjetas.

Todos los cableados deberán estar perfectamente alineados y encaminados; cualquier fijación de ellos deberá realizarse por medios adecuados.

En caso de utilización del cofre para fijación de cables, deberá ser por medio de soportes soldados a él o aquéllos que garanticen una rigidez aceptable.

Se deberá prever un cableado especial para aquellos subensambles sometidos a movimientos o intervenciones constantes.

004.D.09.f Cartas electrónicas

Deberán estar protegidas por cubiertas metálicas y agrupadas dentro de un rack o soporte mecánico que ligará a las cartas por medio de conectores y circuitos impresos en su base.

Las cartas deberán mostrar la serigrafía de los componentes y en los casos necesarios su polaridad. La identificación de los componentes estará de acuerdo a los esquemas de principio. Su fijación estará concebida por medio de guías y seguros. Contará asimismo, con guías de polarización para evitar manipulaciones equivocadas.

Cada una de las cartas, estará provista de un conector y podrá ser retirada o puesta bajo tensión sin ningún riesgo de daño. Por otra parte, la puesta en tensión con ausencia de una o más cartas no ocasionará daños al equipo.

Todas las cartas de un mismo modelo, una vez ajustadas, podrán ser montadas sobre cualquier equipo sin necesidad de un ajuste complementario. La masa de estas tarjetas electrónicas estará aislada de la masa del cofre.

La alimentación de corriente continua, estará localizada de manera que el calor generado no eleve la temperatura de los componentes de las cartas.

El sistema electrónico deberá contar con un dispositivo enfriador, de convección forzada, para que en cualquiera de las circunstancias la temperatura no se eleve fuera de los niveles permisibles de operación.

El montaje de los componentes sobre los circuitos impresos de las cartas deberá cumplir las siguientes condiciones:

— Los componentes pesados o voluminosos deberán estar montados sobre soportes, que permitirán un contacto eficaz y durable con las partes correspondientes de los componentes insertados.

— Se contará con disparadores de calor en aquellos componentes que así lo requieran.

— Los potenciómetros y componentes variables serán sellados después de su ajuste en fábrica; sólo los componentes que sea necesario ajustar en sitio quedarán libres de este sellado.

004.E SISTEMA DE ALARMAS

004.E.01 EQUIPOS DE ALARMAS

Básicamente el sistema de alarmas está estructurado funcionalmente en: acciones de CONTROL, a través de las cuales se puede verificar el estado que guarda el equipo de interés, y en acciones de MANDO, las que permiten cambiar el estado operacional de algunos equipos.

En el caso particular de este sistema de alarmas, el control permite verificar la disponibilidad de los equipos, indicando cuando éstos no se encuentran en condiciones normales de operación, de tal manera que pueda tenerse un CONTROL DE FALLA.

Así pues, existirá un botón por cada mando y un indicador luminoso por cada control que se lleve a cabo.

004.E.01.a Descripción funcional

004.E.01.a.01 *Control.* El control de falla se externará a través de una señal acústica, la cual se activará cuando algún equipo no se encuentre en condiciones normales de operación, encendiéndose en forma intermitente el indicador correspondiente al equipo en condiciones de falla.

Para detener la señal acústica e indicar al sistema que se ha tomado conocimiento del control de falla, será necesario accionar el botón de RECONOCIMIENTO. Esta acción termina con el estado de alerta, pasando a un estado preventivo en el cual el indicador respectivo continuará encendido en forma fija, hasta que las condiciones normales de operación se restablezcan, apagándose la alarma.

Si por alguna razón el equipo en falla retorna a sus condiciones normales antes de que sea reconocido el incidente, la señal acústica se detendrá, pero el indicador respectivo quedará encendido en forma fija hasta que no sea accionado el botón de reconocimiento.

Cada botón de reconocimiento y la señal acústica son comunes para un grado de alarmas, de tal manera que al producirse una o varias fallas, todas las indicaciones luminosas correspondientes se encenderán en forma intermitente y al tomar conocimiento en conjunto de los incidentes, pasarán a un estado fijo aquellas alarmas en que persista la falla, apagándose aquéllas en las que haya desaparecido, deteniéndose de cualquier forma la señal acústica.

Por otra parte, si al momento de reconocer una alarma o durante el tiempo secuencial del reconocimiento interno del sistema, se produce una nueva falla simultánea de otro equipo del mismo grupo de alarmas, la señal luminosa correspondiente se encenderá en forma fija, quedándose en estado preventivo, sin haber pasado por el estado de alerta de las señales luminosa y acústica, y se apagará una vez corregida la falla.

004.E.01.a.02 *Mando.* El control de mando se mostrará a través de una indicación luminosa en cada botón de mando que señala el estado operativo de los equipos de interés.

Dicha indicación se encenderá cuando se solicite el cambio de estado del equipo, al accionar el botón respectivo, de tal manera que existirá un botón de mando por cada estado operativo, previendo que siempre se tendrá al menos un botón encendido y nunca deberán encenderse simultáneamente dos o más botones que involucren estados operativos contradictorios en el equipo.

Para evitar mandos involuntarios, será necesario pulsar el botón de mando deseado conjuntamente con el botón de VALIDACION; de lo contrario, no se ejecutará ningún cambio en el estado de los equipos.

En el caso en que dos mandos contradictorios sean accionados simultáneamente con el botón de validación, los efectos de los mandos serán inhibidos, de tal manera que no se alterará el estado que guarde el equipo.

004.E.01.a.03 *Codificación de indicadores luminosos.* Para todos los casos en que los equipos externos del sistema de alarmas se encuentren operando normalmente, se encenderá un indicador de color verde o simplemente no existirá una señal luminosa encendida.

Cuando estos equipos funcionen anormalmente se encenderá un indicador de color rojo. En el caso de indicaciones especiales se encenderá un indicador de color ámbar.

004.E.01.a.04 *Prueba de indicadores luminosos.* Existirá un botón de prueba sin indicación luminosa por cada platina existente, de tal manera que se pueda detectar la falla de cualquier indicador

Accionar el botón de prueba de alguna platina provocará que todas las indicaciones luminosas de esa platina se enciendan. Durante el accionamiento del botón, el mando y control de los equipos externos se aislarán, dejándose de recibir y transmitir toda señal; al liberar el botón de prueba el control y mando funcionarán normalmente.

004.E.01.b Procesamiento

La frontera básica entre los equipos externos y el sistema de alarma será un repartidor (RA) donde rematarán todos los cables, tanto de llegada como de salida, propios del sistema de alarmas.

Una vez concentradas las señales necesarias, serán procesadas en el armario de lógica de alarmas (AA), las correspondientes al mando y control de equipos. Estas señales procesadas se enviarán a sus distintos destinos a través del repartidor RA.

Existen tres puntos donde se requiere visualizar el control y un solo lugar donde se tendrá la posibilidad de ejecutar los mandos de ciertos equipos.

El punto primordial se encuentra ubicado en el local del jefe de estación, donde existirán platinas de mando y control, así como un tablero óptico con la ubicación geográfica de las alarmas dentro de la estación.

En la taquilla principal existe una platina de control, la cual es repetidora de algunas alarmas localizadas en el local del jefe de estación.

Finalmente es necesario concentrar en el PCC la totalidad de las alarmas de todas y cada una de las estaciones, de tal manera que desde cada local técnico se enviarán las señales requeridas a través de un armario de teletransmisión (TAA).

004.E.01.c Jefe de estación

004.E.01.c.01 *Mando del sistema de alumbrado.* El encendido del alumbrado en las estaciones podrá lograrse de una forma manual o automática, dependiendo de las características propias de cada estación.

Para aquellas estaciones equipadas con el encendido automático se preverán tres mandos:

— El mando AUTOMATICO (indicador verde), que

conecta la fotocelda que activará los contactores de alumbrado.

— El mando MANUAL (indicador verde), que al ser accionado activará directamente los contadores de alumbrado.

— El mando FUERA (indicador rojo), que abrirá los contactores sin importar si fueron activados manual o automáticamente.

En virtud de que estos tres mandos no pueden ser accionados simultáneamente, al menos una indicación luminosa de las tres deberá permanecer encendida y nunca dos o más simultáneamente.

En las estaciones superficiales y elevadas también se contará con el encendido automático del alumbrado de los tramos a cielo abierto, previéndose los mismos tres mandos descritos anteriormente.

Para el alumbrado especial en zonas de transición se preverán tres mandos independientes al alumbrado en tramo.

En las estaciones con encendido manual se preverán tan sólo dos mandos:

— El mando DENTRO (indicador verde), que al ser accionado activa los contactores de los circuitos de alumbrado

— El mando FUERA (indicador rojo), que abrirá los contactores.

Estos dos mandos son contradictorios y sólo una indicación luminosa deberá permanecer encendida. La platina de mando de alumbrado tendrá una capacidad para 16 circuitos y cada circuito contará con tres preparaciones, requiriéndose 48 preparaciones en el armario de alarmas.

004.E.01.c.02 *Platina de mando y control de ventilación mayor*

a) Mando. Cada grupo ventilador estará compuesto por dos ventiladores, los cuales podrían operar como inyectores o como extractores. Por tal motivo existirán cuatro mandos por cada grupo:

   — El mando OPERANDO (indicador verde), el cual energiza la línea para mandar la señal a la lógica de arranque del grupo ventilador

   — El mando FUERA (indicador rojo), que deja sin tensión la lógica de arranque y borra la memoria de control remoto

   — Los mandos INYECCION y EXTRACCION (indicadores ámbar), los cuales conmutarán las fases de alimentación para determinar el sentido de rotación adecuado del grupo ventilador.

   Los dos primeros mandos al igual que los segundos, nunca podrán estar encendidos simultáneamente, para evitar estados contradictorios en los equipos de ventilación.

Para efectuar un cambio en el sentido de rotación es necesario previamente detener los ventiladores, pues de lo contrario, no se ejecutará el mando solicitado.

b) Control. Cada ventilador cuenta con tres controles inherentes a su operación normal:

   — Cuando los mandos de un ventilador estén disponibles en el local del jefe de estación, el indicador luminoso MANDO REMOTO estará encendido. El tablero de mando local al inhibir el mando remoto por existir un mando local o estar fuera de servicio los ventiladores, ocasionará que el indicador correspondiente se apague.

   — Asimismo, existirá un indicador FUERA DE SERVICIO por cada ventilador, el cual se encenderá ya sea por que no existe tensión de alimentación a los ventiladores, porque operó alguna protección o simplemente porque el personal de mantenimiento puso fuera de servicio los ventiladores.

   — Al existir vibraciones mecánicas en los ventiladores iguales o superiores al nivel permisible en estos equipos (ver normas FSO 2372, 2373, VDI 2056/1964, BS 4675/1971 y DIN 45665/1968), se encenderá el indicador correspondiente, operando la protección contra vibraciones anormales que desenergizará el ventilador correspondiente, de tal manera que la platina de mando y control de ventilación mayor tendrá una capacidad para cuatro grupos ventiladores, es decir, 40 preparaciones en dos platinas y 56 en el armario de lógica.

004.E.01.c.03 *Control de alarmas técnicas.* En virtud de la necesidad de conocer al momento las anomalías en el funcionamiento de los equipos de servicio básico de la estación, se concentran los siguientes controles en dos platinas:

a) Alarmas de subestaciones. Para ventilación mayor existe una subestación por ventilador y en cada estación existen dos subestaciones para satisfacer la demanda de energía para el alumbrado y fuerza.

   Los indicadores correspondientes permanecerán apagados cuando las subestaciones se encuentran energizadas y bajo carga. Estos indicadores se encenderán cuando las subestaciones se encuentren fuera de servicio, es decir, que no proporcionen a la salida el voltaje especificado en cada una de sus tres fases por falta de tensión de alimentación, accionamiento de alguna protección o por mantenimiento, de tal manera que en la platina se dejará un indicador por cada subestación y preparaciones para seis subestaciones, y consecuentemente seis preparaciones en el armario de lógica.

b) Alarmas de cabina "P". En cada estación existe una cabina preferencial. El indicador correspondiente permanecerá apagado cuando la cabina P esté bajo tensión, es decir, que proporcione a la salida el voltaje especificado en cada una de sus tres fases. En el caso contrario el indicador se encenderá, de tal manera que se requiere una preparación en la platina y otra en el armario de lógica.

c) Alarmas de bancos de baterías. Existen cuatro bancos de baterías, los cuales requieren conocer si se encuentran en condiciones normales de ope-

ración: banco de baterías de alumbrado de emergencia, de señalización, de telecomunicaciones y el del propio sistema de alarmas. Los indicadores correspondientes permanecerán apagados cuando: los bancos de baterías se encuentren dentro del intervalo de tensión nominal bajo carga, exista tensión de alimentación en el cargador, y ninguna terminal de la salida esté puesta a tierra. En caso de no cumplirse cualquiera de estos puntos, se encenderá el indicador correspondiente, de tal manera que en la platina se dejará un indicador por cada banco de baterías y preparaciones para cuatro bancos, y consecuentemente cuatro preparaciones en el armario de lógica. Eventualmente será necesario considerar el banco de baterías de los equipos periféricos de telefonía.

d) Alarmas de puertas de locales. Existen tres locales (dos subestaciones y un local técnico), en los cuales es necesario conocer, por razones de seguridad, si sus puertas de acceso fueron abiertas.

El indicador correspondiente permanecerá apagado cuando las puertas estén cerradas o la apertura no sea mayor de 10 cm. En caso contrario, el indicador se encenderá de tal manera que en la platina se dejará un indicador por cada puerta y preparaciones para tres puertas. Consecuentemente habrá tres preparaciones en el armario de lógica. En el caso de existir dos o más puertas en un solo local, serán tratadas como una sola alarma.

e) Alarmas de cárcamos. En las estaciones y tramos existen cárcamos de bombeo de los cuales es necesario conocer si el nivel de agua es peligroso y si las dos bombas de cada cárcamo están en condiciones normales de operación. Así pues, cuando las bombas estén funcionando o listas para funcionar, sus indicadores permanecerán apagados; si por el contrario el tablero de mando automático del cárcamo manda el accionamiento de las bombas y éstas no operan, el indicador luminoso correspondiente se encenderá. Por otra parte, cuando el nivel del agua esté por debajo del nivel peligroso el indicador correspondiente estará apagado, y cuando el nivel del agua alcance o rebase el NIVEL PELIGROSO el indicador se encenderá. De esta manera en la platina se dejarán tres indicadores por cada cárcamo y preparaciones para cinco cárcamos, es decir, 15 preparaciones en el armario de lógica.

f) Alarmas de escaleras mecánicas. En algunas estaciones existen escaleras mecánicas para comodidad de los usuarios, debido a las fuertes diferencias entre niveles en su interior. El indicador correspondiente permanecerá apagado mientras el motor de la escalera esté funcionando; de lo contrario, se encenderá dicho indicador, por lo que en la platina deberá dejarse un indicador por escalera mecánica y preparaciones para 10 escaleras; consecuentemente se preverán 10 preparaciones en el armario de lógica.

g) Alarmas de ruptores de andén. A la mitad de los andenes de todas las estaciones existen gabinetes de emergencia donde se alojarán ruptores, que al ser accionados cortan la corriente de tracción en las vías. Si los ruptores no son operados, el indicador correspondiente permanecerá apagado; si por el contrario el ruptor es accionado el indicador se encenderá, de tal manera que en la platina se requiere un indicador por ruptor y preparaciones para dos ruptores; por lo tanto, se requerirá dejar dos preparaciones en el armario de lógica.

h) Alarmas de teléfono de andén. En los mismos gabinetes de emergencia a mitad de andén se alojan los teléfonos rojos, que al ser descolgados se comunican por línea directa con el centro de comunicaciones del PCC.

Si los teléfonos no son descolgados, el indicador correspondiente permanecerá apagado; si por el contrario, el teléfono es usado, el indicador se encenderá. Por lo tanto, en las platinas se requiere un indicador por teléfono y preparaciones para dos teléfonos; de ahí que serán necesarias dos preparaciones en el armario de lógica.

i) Alarmas de emergencia en taquillas. En cada una de las taquillas de venta de boletos existe un pedal de alarma para usarse en caso de emergencia; si el pedal no es accionado el indicador respectivo permanecerá apagado. En caso de emergencia si la taquillera oprime el pedal, el indicador se encenderá. Se requiere por lo tanto en la platina un indicador por taquilla y preparaciones para seis taquillas, y consecuentemente seis preparaciones en el armario de lógica.

004.E.01.c.04 *Control del sistema de protección contra incendio.* La zonificación correspondiente al sistema PCI asigna una zona por cada mitad de estación, partiendo del eje del trazo, y una por cada tramo adyacente.

Para cada una de estas cuatro zonas de protección existirá encendido un indicador, mostrando que el sistema PCI se encuentra en servicio y que las condiciones son las normales.

Asimismo, en cada una de estas zonas existirá un indicador rojo, el cual mostrará que el sistema PCI se encuentra en urgencia al accionarse una alarma manual, o bien, al detectarse alta temperatura o presencia de humos. Ya que estas indicaciones son contradictorias, no deberán encenderse ni apagarse simultáneamente.

Es necesario por lo tanto, que en la platina existan dos indicadores por zona de protección, dejándose preparaciones para cuatro zonas y consecuentemente se requieren cuatro preparaciones en el armario de lógica.

004.E.01.c.05 *Control del sistema de alarmas.* Este control básicamente servirá para supervisar el correcto funcionamiento de los equipos propios del sistema de alarmas.

Esencialmente se busca obtener un control de posibles fallas en las interfaces, en la lógica electrónica, en las tarjetas, cortocircuitos, etc., por lo que se dejarán cinco preparaciones en la platina y armario de lógica para estas alarmas.

Totalizando los requerimientos de alarmas técnicas se necesitarán cincuenta y siete preparaciones en la platina, considerando que existe un mando de validación por platina y botones de reconocimiento, prueba en los LED y zumbador por cada grupo de alarmas.

La platina de alarmas técnicas tiene una capacidad de cincuenta y cuatro preparaciones, pero debido a que prácticamente no siempre se utilizan todas las áreas reservadas, se reubicarán de acuerdo a las necesidades de cada estación; sólo en el caso más desfavorable se tendrá un déficit de dos preparaciones.

004.E.01.c.06 *Tableros de localización de alarmas (TCA).* Con la finalidad de lograr la rápida localización de los equipos dentro de la estación, existirá en el mismo local del Jefe de Estación un tablero de localización de alarmas, donde deberán apreciarse claramente los diferentes niveles que conforman la estación; este plano se presentará en tres colores para fondo, leyendas y estructuras, respectivamente.

Las dimensiones del tablero de control de alarmas deben permitir la colocación de una señal luminosa en todos aquellos lugares donde exista uno o varios equipos bajo control del Jefe de Estación.

Estas señales luminosas de color rojo deberán ser visibles a una distancia de 3 m desde cualquier ángulo, y se encenderán en forma intermitente cada vez que ocurra una alarma en alguno de los equipos que se encuentra dentro del local. Al momento en que el Jefe de Estación reconozca el incidente, la señal luminosa permanecerá encendida en forma fija y únicamete se apagará cuando el equipo retorne a sus condiciones normales.

Si por alguna razón estas condiciones normales retornan antes de que sea reconocido el incidente, la indicación luminosa permanecerá encendida en forma intermitente hasta que sea oprimido el botón por el Jefe de Estación, momento en el cual se apagará el indicador.

004.E.01.d Taquilla principal

Existirá una platina de control de falla de algunas alarmas, las cuales serán repetidoras de aquéllas concentradas en el local del Jefe de Estación, sin señal acústica ni botón de reconocimiento.

Al producirse una alarma en el local del Jefe de Estación, se encenderá en la taquilla el indicador correspondiente en forma intermitente.

La taquillera localizará a través del sonido al Jefe de Estación, quien deberá acudir a su local para reconocer la alarma. El indicador permanecerá encendido en forma fija en la taquilla hasta que el equipo en falla se encuentre en condiciones normales de operación; si por alguna razón el equipo en falla retorna a sus condiciones normales antes de que sea reconocido el incidente en el local del Jefe de Estación, el indicador permanecerá encendido en forma fija hasta que no sea pulsado el botón de reconocimiento, apagándose en ese momento.

004.E.01.d.01 *Control de alarmas de estación.* El accionamiento de un ruptor o la utilización de un teléfono de andén, provocará una alarma tanto en el local de Jefe de Estación, como en la taquilla, de tal manera que en la platina de taquilla principal se dejará una preparación por cada ruptor y teléfono o sea cuatro indicadores y consecuentemente cuatro preparaciones en el armario de lógica.

004.E.01.d.02 *Control de alarmas testigo.* El resto de las alarmas concentradas en el local del Jefe de Estación, será controlado en la taquilla principal por una sola ALARMA TESTIGO. Al activarse cualquier alarma en el local del Jefe de Estación, salvo las alarmas de ruptores, teléfonos de andén y pedal de emergencia de taquilla principal, se provocará el encendido del indicador de alarma testigo, por lo que sólo habrá una preparación en la platina y otra en el armario de lógica.

004.E.01.d.03 *Mando del desbloqueo de torniquetes.* Para permitir el paso a cualquier persona a través del torniquete de cortesía, se requiere un botón de mando del desbloqueo de los mecanismos del trípode en cada taquilla secundaria y principal, por lo que se necesita una preparación en las platinas respectivas y ninguna en el armario de lógica.

004.E.01.e Puesto Central de Control (PCC)

La frontera básica entre los equipos de línea del Metro y el PCC será un concentrador de señales (CS), donde rematarán todos los cables de llegada de estaciones, así como los de llegada y salida propios del sistema de alarmas en el PCC.

Una vez concentradas las señales necesarias, serán procesadas en el armario de lógica (AL), donde debido a la infinidad de información se agruparán varias alarmas en un solo conjunto; así pues, se tendrán por cada estación tan sólo tres conjuntos:

Conjunto I: Cárcamo
Escaleras mecánicas
Subestaciones de alumbrado y fuerza
Subestaciones de ventilación

Conjunto II: Baterías de señalización
Baterías de telecomunicaciones
Baterías de alumbrado de emergencia
Baterías de alarmas
Alarmas propias del sistema

Conjunto III: Ventilación mayor
Cabina "P"
Sistema PCI
Pedales de alarma en taquillas

En el local de control de alarmas del PCC se requieren conocer y registrar todas y cada una de las fallas ocurridas en las estaciones, así como el procedimiento de reconocimiento y mandos ejecutados por los Jefes de Estación.

Para externar esta información se recurrirá a platinas de alarmas o a una terminal de video y a una impresora.

004.E.01.e.01 *Platinas de alarmas.* Su operación será similar al funcionamiento de las platinas del Jefe de Estación, existiendo únicamente el control de falla, por lo que existirá en cada platina un zumbador, un botón de reconocimiento y un botón de prueba de señales luminosas, así como un indicador por cada conjunto de alarmas y preparaciones para tres conjuntos por estación, considerando un máximo de 20 estaciones; es decir, se requieren 378 preparaciones distribuidas en seis platinas y las preparaciones necesarias en el armario de lógica del PCC.

004.E.01.e.02 *Terminal de video.* Esta será una opción a la platina de alarmas y permitirá conocer todas y cada una de las fallas ocurridas en las estaciones, así como el procedimiento de reconocimiento y los mandos ejecutados por los Jefes de Estación.

Para externar esta información, se detallará fecha y hora de los eventos, equipo afectado, incidente, mando o procedimiento ejecutado, línea y estación, presentándose en formato, indicado en la tabla 004-1 bajo mensajes especiales.

Asimismo, existirá la posibilidad de visualizar las plantas arquitectónicas de cada nivel que conforman las estaciones, indicándose el lugar donde se registró el incidente, por lo que la terminal de video contará con zumbador y tecla de reconocimiento para silenciar el zumbador y que sólo se accionará al detectarse una falla por las alarmas de control.

004.E.01.e.03 *Impresora.* Será un complemento de las platinas o de la terminal de video, teniendo como fin el imprimir todos y cada uno de los incidentes, así como el reconocimiento y mando ejecutados por los Jefes de Estación.

El formato de presentación y mensajes, será el mismo descrito para la terminal de video. Cuando se utilice la impresora como complemento de las platinas, se imprimirán los datos en el mismo momento de accionamiento de la alarma en el PCC, sin ser afectados por el reconocimiento del operador local. Al final de cada turno podrá solicitarse a través de dispositivos propios de la impresora, un resumen estadístico por estación y por línea. En el caso de que al momento de efectuarse un resumen estadístico se accionara una alarma, ésta se registrará en la platina y la impresora no interrumpirá su proceso anterior, guardándose los datos en la memoria, salvo que el operador ordene otra cosa.

Si la impresora es complemento de la terminal de video, sólo se utilizará para efectuar los resúmenes estadísticos.

004.E.02 EQUIPOS DE TELECOMUNICACIONES

El sistema de telecomunicaciones como tal NO FORMA PARTE INTEGRAL DE LA PRESENTE ESPECIFICACION; sin embargo, el alcance abarca las terminales de comunicación requeridas en el local del Jefe de Estación y taquillas.

Todo el equipamiento, cableado y proceso de las terminales de comunicación y sonorización, excepto la intercomunicación, así como sus señales, deben ser completamente independientes del sistema de alarmas para efectos de servicio y mantenimiento.

004.E.02.a Procesamiento

La frontera básica entre los equipos externos y las terminales de comunicación será un armario de telefonía e intercomunicación (ATI), donde rematarán todos los cables de llegada y salida; así mismo, alojará la lógica electrónica para la conmutación del sistema de intercomunicación y de los microteléfonos.

004.E.02.b Jefe de Estación y taquilla principal

Con la finalidad de reducir el número de equipos y brindar el máximo aprovechamiento de los medios de comunicación, la platina de telecomunicaciones contará con tres auriculares, un zumbador, dos teclados y cinco botones de selección con indicación luminosa, que funcionarán de la manera siguiente:

Tabla 004-1. Formato para la terminal de video

FECHA	HORA	EQUIPO	INCIDENTE	LINEA	ESTACION
21-JUL-85	5:30	BC-Andén	NP	3	Copilco
21-JUL-85	5:35	JE	Reconocimiento	3	Copilco
22-JUL-85	18:30	Luz-Andén	Encendido	7	Tacuba

BC Bomba de cárcamo
NP Nivel peligroso
JE Jefe de Estación

004.E.02.b.01 *Telefonía automática.* Para efectuar llamadas por medio de este sistema, se descuelga el auricular respectivo y se acciona el botón TELEFONO AUTOMATICO, encendiéndose el indicador luminoso en forma fija. Al escucharse el tono de la línea, se marca en el teclado de TELEFONO AUTOMATICO el número al cual se quiere comunicar.

Si en la línea se escucha el tono de "ocupado", se deberá colgar el teléfono e iniciar nuevamente el proceso hasta que en la línea se escuche el indicador de que está funcionando el zumbador del teléfono llamado; la comunicación se establecerá al descolgarse tal teléfono y para cortarse simplemente será necesario colgar el auricular, apagándose al instante el botón luminoso del teléfono que cuelga.

Para realizar otra llamada, después de establecida alguna comunicación, será necesario colgar el auricular e iniciar nuevamente el proceso.

Cuando este sistema recibe una llamada, lo cual sólo podrá ocurrir si no se está utilizando el teléfono respectivo, el botón luminoso TELEFONO AUTOMATICO se enciende al mismo tiempo que una señal acústica se activa; ambos lo harán en forma intermitente.

Si la solicitud de llamada no es atendida, los indicadores de llamada sólo cesarán al colgar el solicitante su auricular.

Para establecer la comunicación se accionará el botón correspondiente el cual permanecerá encendido en forma fija, desactivándose la señal acústica.

Si por alguna razón al descolgar el auricular no se acciona el botón respectivo, no se podrá establecer ninguna comunicación ni detener la señal acústica, según sea el caso. Lo mismo sucederá cuando se accione el botón respectivo y no se descuelgue el auricular correspondiente.

004.E.02.b.02 *Telefonía directa y llamada general.* Un segundo auricular servirá para los enlaces de LLAMADA GENERAL y TELEFONIA DIRECTA al centro de comunicaciones del Puesto Central de Control.

— Teléfono directo. Para efectuar una llamada directa al CC del PCC será necesario descolgar el auricular respectivo y accionar el botón TELEFONIA DIRECTA, el cual se encenderá en forma fija, produciéndose el tono de llamada en el teléfono receptor, que al ser descolgado permitirá establecer la comunicación.

  Para cortar la comunicación simplemente es necesario colgar el auricular, apagándose en ese momento el botón correspondiente al microteléfono que cuelga.

  Si por alguna razón al descolgar el auricular no se acciona el botón respectivo, no se podrá establecer la comunicación. De igual manera sucederá cuando se accione el botón respectivo y no se descuelgue el auricular correspondiente.

— Llamada general. Ya que esta línea comunica directamente el CC del PCC a todas y cada una de las taquilleras y Jefes de Estación de una misma línea del Metro, al igual que la telefonía directa, es posible usar el mismo auricular.

  Cuando se recibe una llamada del CC del PCC, el botón luminoso LLAMADA GENERAL se enciende al mismo tiempo que una señal acústica; ambos lo hacen en forma intermitente.

  Para establecer la comunicación se descuelga el auricular respectivo y se acciona el botón correspondiente el cual permanecerá encendido en forma fija, desactivándose la señal acústica.

  Si por alguna razón se descuelga el auricular y no se acciona el botón correspondiente, no se establece ninguna comunicación, ni se detiene la señal acústica. De igual manera sucederá cuando se accione el botón respectivo y no se descuelgue el auricular correspondiente.

— Intercomunicación. Un tercer auricular se empleará para el INTERFON y VOCEO.

  Para efectuar llamadas de intercomunicación desde la taquilla principal, será necesario descolgar el auricular respectivo y accionar el botón de INTERFON, el cual encenderá en forma fija. Al escucharse el tono de línea se marca en el teclado de selección el número de interfón con el cual se desea la comunicación. Si en la línea se escucha el tono de "ocupado", se deberá colgar el auricular e iniciar nuevamente el proceso hasta que en la línea se escuche la indicación de llamada al otro interfón; la comunicación se establecerá al darse acceso a la llamada en el lugar de destino.

  Para cortar la comunicación, simplemente será necesario colgar el auricular, apagándose al instante el botón luminoso del interfón.

  En el caso del local del Jefe de Estación y taquillas secundarias, para llamar a la taquilla principal será necesario descolgar el auricular respectivo y pulsar el botón INTERFON, el cual se encenderá en forma fija, produciéndose el tono de llamada si no está ocupado el interfón de la taquillera, y estableciéndose la comunicación al darse acceso a la llamada en la taquilla principal.

  Para cortar la comunicación simplemente es necesario colgar el auricular, apagándose en ese instante la indicación luminosa.

  Cuando se recibe una llamada de intercomunicación y no se está utilizando el sistema, el botón luminoso INTERFON se enciende al mismo tiempo que se activa una señal acústica; ambos lo harán en forma intermitente.

  Cuando se está utilizando el sistema, se enviará una señal de ocupado al equipo llamador. Para realizar otra llamada, será necesario colgar el auricular e iniciar nuevamente el proceso. Si la solicitud de llamada no es atendida, las indicaciones de llamada sólo cesarán al colgar el solicitante su auricular. Para establecer la comunicación se descuelga el auricular respectivo y se acciona el botón correspondiente, el cual permanecerá encendido en forma fija, desactivándose en ese momento la señal acústica. Si por alguna razón al descolgar el auricular no se acciona el botón respectivo, no se podrá establecer ninguna comunicación, ni detenerse la señal acústica. De igual

manera sucederá cuando se accione el botón respectivo y no se haya descolgado el auricular correspondiente.

— Sonorización y voceo. Para efectuar una transmisión local, es necesario primero verificar por medio de la bocina monitora que no exista algún otro mensaje prioritario y después, descolgar el auricular correspondiente y pulsar el botón VOCEO, el cual se encenderá en forma fija, teniéndose así acceso directo a los selectores de prioridad del sistema de sonorización de las estaciones.

  Para desligarse de estos selectores simplemente es necesario colgar el auricular respectivo, apagándose en ese momento el botón luminoso.

  En el local del Jefe de Estación se requiere un botón de control de volumen, que permite seleccionar dos niveles de sonido, alto y bajo, de todas las cajas acústicas de la estación. Esta función sólo se tendrá en las estaciones superficiales.

  En la taquilla principal también existirá un botón de control de volumen, que permite seleccionar los dos niveles de sonido, alto y bajo, de la bocina monitora local.

  Para subir o bajar el nivel de sonido es necesario accionar el botón VOLUMEN, el cual se encenderá en forma fija durante el tiempo que dure el accionamiento de mando. El control se llevará a cabo directamente en la bocina monitora.

  Ya que los sistemas de sonorización e intercomunicación comparten el mismo auricular, es necesario colgar el auricular y sólo bastará con pulsar el botón adecuado, de acuerdo al sistema que se quiera operar, encendiéndose la indicación luminosa del botón correspondiente al sistema operado en forma fija y apagándose la indicación luminosa del sistema que se abandona.

  Evidentemente, en ningún momento las dos indicaciones luminosas de los sistemas compartidos encenderán en forma fija simultáneamente.

  Cuando se opriman simultáneamente los botones de los sistemas compartidos, deberán conservarse las condiciones previas a su activación.

— Prueba de indicadores. Existirá un botón de prueba sin indicación luminosa para la platina de telecomunicaciones, para poder detectar la falla de algún indicador.

  Al accionar el botón de prueba provocará que todas las indicaciones luminosas se enciendan. Durante el accionamiento de este botón, las terminales de comunicación se aislarán, dejándose de recibir y transmitir señal alguna. Al liberar el botón los sistemas de comunicación FUNCIONARAN NORMALMENTE.

004.E.02.c Taquillas secundarias

En virtud de que en estas taquillas existen únicamente tres sistemas diferentes de comunicación, se requiere en la platina de telecomunicaciones dos auriculares, un teclado, un zumbador y tres botones de selección.

004.E.02.c.01 *Telefonía automática y llamada general.* Ambos sistemas compartirán un solo auricular, de tal manera que al recibir una llamada, lo cual sólo podrá ocurrir si no se está utilizando el teléfono respectivo, se encenderá el indicador correspondiente en forma intermitente al mismo tiempo que se accionará una señal acústica.

Para cortar la comunicación simplemente es necesario colgar el auricular, apagándose en ese momento el botón luminoso respectivo.

Para efectuar llamadas por medio de la red interna del STC es necesario descolgar el auricular correspondiente y accionar el botón TELEFONIA AUTOMATICA, encendiéndose el indicador en forma fija. Al escucharse el tono de línea, marcar en el teclado de selección TELEFONO AUTOMATICO el número al cual se quiere comunicar.

Si en la línea se escucha el tono de ocupado, se deberá colgar el teléfono e iniciar nuevamente el proceso hasta que en la línea se escuche la indicación de que está funcionando el zumbador del teléfono llamado; la comunicación se establecerá al descolgarse tal teléfono y para cortarse simplemente será necesario colgar el auricular, apagándose al instante el botón luminoso del teléfono que se cuelga.

Para realizar otra llamada después de establecida alguna comunicación será necesario colgar el auricular, apagándose al instante el botón luminoso del teléfono que se cuelga.

Para realizar otra llamada después de establecida alguna comunicación, será necesario colgar el auricular e iniciar nuevamente el proceso.

Si por alguna razón al descolgar el auricular no se acciona el botón respectivo, no se podrá establecer la comunicación ni detenerse la señal acústica.

De igual manera sucederá cuando se pulse el botón respectivo y no se haya descolgado el auricular correspondiente.

La telefonía automática se instalará en las taquillas secundarias únicamente en forma provisional cuando la telefonía de LLAMADA GENERAL esté fuera de servicio, pero deberán existir todas las preparaciones y equipos para que el personal de STC pueda ponerlo en servicio mediante un puente interno dentro del mueble en forma fácil y rápida.

004.E.02.c.02 *Intercomunicación.* Para llamar a la taquilla principal, es necesario descolgar el auricular propio del sistema de intercomunicación y accionar el botón INTERFON, el cual se encenderá en forma fija.

Para cortar la comunicación simplemente es necesario colgar el auricular apagándose en ese momento el botón luminoso respectivo.

Al recibir una llamada, el botón INTERFON se enciende y se activa una señal acústica; ambos lo harán en forma intermitente.

Para establecer la intercomunicación se descuelga el auricular y se acciona el botón correspondiente, el cual permanecerá encendido en forma fija, desactivándose en ese momento la señal acústica.

Si por alguna razón al descolgar el auricular no se acciona el botón respectivo, no se podrá establecer ninguna comunicación, ni detenerse la señal acústica.

De igual manera sucederá cuando se accione el botón respectivo y no se haya descolgado el auricular correspondiente.

004.E.02.c.03 *Prueba de indicadores.* Existirá un botón de prueba sin indicación luminosa para la platina de telecomunicaciones, para detectar la falla de algún indicador.

Al pulsar el botón de prueba, provocará que todas las indicaciones luminosas se enciendan. Durante el accionamiento de este botón, las terminales de comunicaciones se aislarán, dejándose de recibir y transmitir señal alguna. Al liberar el botón de prueba los sistemas de comunicación funcionarán normalmente.

004.E.03 INTERFACES CON LOS EQUIPOS A MANDAR Y/O CONTROLAR Y LAS DE TELECOMUNICACIONES

Las interfaces externas con los equipos remotos, ajenos al sistema de alarmas tendrán las siguientes características:

004.E.03.a Interfaz con el sistema de alumbrado

004.E.03.a.01 *Estaciones sin encendido automático.* A partir de las protecciones de los contactores de los tableros de alumbrado de la estación se envía una señal de 220 V,CA hacia el local técnico donde existe un tablero "I", con capacidad para alojar 16 interruptores termomagnéticos de 15 A, los que sirven de frontera con el sistema de alarmas.

Una vez ejecutados los mandos adecuados, se requiere enviar una señal de 220 V,CA a la bobina de cada contactor para ejecutar los mandos previstos, sirviendo como frontera el mismo tablero "I", a través de una tablilla de conexiones.

00.E.03.a.02 *Estaciones con encendido automático.* De la misma manera que en el caso anterior, se reciben señales de 220 V,CA a la salida del tablero "I". Sin embargo, es necesario enviar una señal de 220 V,CA a la bobina de cada contactor cuando se ejecuta el mando manual y otras señales también de 220 V,CA a la celda fotoeléctrica cuando se ejecuta el mando automático, a través del tablero "I" que sirve de frontera.

004.E.03.b Interfaz con el sistema de ventilación mayor

La frontera de interfaz con los mandos de ventilación mayor en el sistema de alarmas será la caja de mando local, ubicada en el mismo local de ventilación, donde existirán tablillas de conexión hacia los diferentes fusibles de protección, de tal manera que en el fusible F3 (250 V, 2 A), se recibirá una señal de 220 V,CA para el mando de INYECCION y otra de igual tensión al fusible F4 (250 V, 2 A) para el mando EXTRACCION.

Por otra parte, el mando de FUERA llevará al fusible F8 (250 V, 2 A), una señal de 220 V,CA para borrar la memoria de control remoto.

En lo que se refiere al control desde la caja de mando local de ventilación, se enviará al armario mediante contactos secos la información necesaria por ventilador de mando remoto, indicaciones de vibraciones anormales y de fuera de servicio, que se activará cuando exista tensión de alimentación al ventilador, cuando haya operado alguna protección y quede fuera de servicio el ventilador, cuando el personal de mantenimiento coloque el ventilador en posición fuera de servicio o cuando se haya dado el mando FUERA desde la platina de alarmas del Jefe de Estación.

004.E.03.c Interfaz con los equipos de alarmas técnicas

004.E.03.c.01 *Interfaz con las subestaciones de alumbrado y cabina "P".* Para el caso de las subestaciones se sensibilizarán las tres fases, proporcionando un único contacto seco, ubicado en el gabinete del interruptor general en baja tensión en cada subestación, desde donde se enviará al RA la información de presencia de tensión.

Con respecto a la presencia de tensión a la salida de la cabina "P", se enviará la información mediante un único contacto seco que conjuntará los resultados de la sensibilización de las tres fases.

004.E.03.c.02 *Interfaces con los equipos de los cárcamos.* Dentro de cada cárcamo existe un tablero de control automático desde donde se enviará el control al armario RA, requiriéndose para ello de un contacto seco por cárcamo, para detectar el NIVEL PELIGROSO de agua y otro contacto seco por cada una de las bombas del cárcamo para detectar que dichas bombas no funcionan cuando deban hacerlo.

004.E.03.c.03 *Interfaz con las escaleras mecánicas.* El control de los motores de las escaleras se enviará al armario RA a través de un contacto seco, que indicará si éstos se encuentran desenergizados.

004.E.03.c.04 *Interfaz con los teléfonos de andén.* Al descolgarse uno de estos teléfonos que se encuentran en los gabinetes de emergencia a mitad de andén, se envía una señal a los armarios de telefonía directa, ubicados dentro del local técnico, de tal manera que un contacto seco ubicado en esta frontera con el sistema de alarmas indicará la utilización de estos teléfonos.

004.E.03.c.05 *Interfaz con los ruptores de andén.* En cada andén de estación existen ruptores que al ser accionado cualquiera de ellos envía una señal a los armarios de mando centralizado, ubicado dentro del local técnico y que servirá de frontera con el sistema de alarmas a través de un contacto seco que indicará la utilización de dichos dispositivos.

004.E.03.c.06 *Interfaz con el pedal de alarmas en taquillas.* También a través de un contacto seco en la frontera de los armarios de mando centralizado en el local técnico se detecta el accionamiento de algún pedal de emergencia en taquilla.

004.E.03.c.07 *Interfaz con los diferentes bancos de baterías.* Por cada banco de baterías previsto, se requiere de un solo contacto seco para controlar alguna de las siguientes fallas:

— Falta de CA a la entrada del cargador

— Falta de corriente a la salida del cargador

— Tensión de salida de baterías, inferior en porcentaje a la tensión nominal

— Puesta a tierra de una de las salidas del cargador.

La frontera para señalización, telecomunicaciones y alarmas será el mismo banco de baterías localizado dentro del local técnico y para el banco de baterías del alumbrado de emergencia y equipos periféricos será el repartidor RA.

004.E.03.c.08 *Interfaz con los equipos que detectan la apertura de las puertas del local técnico y subestaciones.* El control se enviará al armario RA, mediante un contacto seco accionado por el mismo sensor ubicado en las puertas de estos locales.

004.E.03.c.09 *Interfaz con los torniquetes.* La señal para efectuar el desbloqueo de torniquetes tendrá la peculiaridad de que no requerirá procesarse por el sistema de alarmas, no llevándose por lo tanto a los armarios RA y AA, de tal manera que desde las taquillas se podrá interrumpir un circuito de control propio de los torniquetes mediante el botón correspondiente, para lo cual se enviarán los hilos del circuito de control a la tablilla de conexiones de la platina de alarmas de la taquilla.

004.E.03.d Interfaz con los equipos de protección contra incendio

El control se enviará al armario RA, mediante un único contacto seco por cada zona en que está dividida la estación. Todos los contactos secos del sistema de alarmas deberán activarse cuando sea operada alguna alarma o cuando exista alguna alarma o en caso de alguna falla en el sistema de protección contra incendio dentro de la zona respectiva.

004.E.04 INTERFACES CON LOS EQUIPOS DE TELECOMUNICACIONES

004.E.04.a Interfaz con los equipos de telefonía

La interfaz en los equipos de telefonía automática, directa o de llamada general, se encuentra dentro del armario de telefonía directa instalado en el local técnico de cada estación.

004.E.04.b Interfaz con el equipo de intercomunicación

Todo el equipo de intercomunicación en cada estación será parte del sistema de alarmas, es decir, las unidades de conmutación y distribución, así como los aparatos instalados en las platinas de telecomunicaciones estarán en el ATI.

004.E.04.c Interfaz con el equipo de sonorización

La interfaz con este equipo es el armario de sonido en el selector de entradas de los amplificadores, para conectar el micrófono de voceo instalado en las platinas de telecomunicaciones correspondientes.

004.F RED DE ENLACES TELEFÓNICOS DIRECTOS

004.F.01 GENERALIDADES

Cada línea del Metro tiene su instalación telefónica directa particular, que converge en los edificios del PCC. Esta red comprende en los PCC los siguientes puestos:

1. El pupitre del jefe de reguladores, común a seis reguladores de línea, para enlaces con cada pupitre de línea, el PDC, el Centro de Comunicaciones y otros.

2. El PCC, común a seis líneas, para enlaces con el jefe de reguladores, el Centro de Comunicaciones y otros.

3. El pupitre del regulador de cada línea para enlaces con los puestos de las señales de maniobra, el PDC, jefe de reguladores, fosas de visita, PML y otros.

4. El Centro de Comunicaciones para enlaces que se clasifican en tres grupos:

   a) El Centro de Comunicaciones para enlaces telefónicos, con las taquillas y jefes de estación, permanencias de seguridad y vigilancia, y gabinetes de alarma a mitad de andén.

   b) Teléfonos directos: enlaces telefónicos con el personal de operación de la línea, reguladores, jefe de reguladores, PDC, llamada general de taquillas, Jefe de Estación y otros.

   c) Sonorización, enlaces con cada equipo de sonorización de las estaciones, para el envío de mensajes a los usuarios de la estación.

004.F.02 ESTRUCTURA DE LOS ENLACES

004.F.02.a Teléfonos de maniobra

Se instalan a 3 m de las señales de maniobra y comprenden una caja cerrada, con un aparato telefónico incorporado del tipo de batería central.

Estos aparatos están conectados por grupos, hasta de cinco en paralelo. Cuando la zona de maniobra depende de un Puesto de Maniobra Local, cada grupo está conectado ya sea al PCC o al PML, dependiendo de la posición de un botón de transferencia instalado en la platina "telefonía de tráfico", del pupitre del regulador de cada línea.

A partir de un teléfono de maniobra para llamar al PCC o al PML, basta con descolgar el microteléfono. A la inversa, los puestos de un grupo son llamados en paralelo por el PCC o por el PML. Cuando la señal de maniobra está en la cabecera de la estación, la caja del teléfono se instala junto al teléfono automático en el muro tímpano del andén.

004.F.02.b Puesto de maniobra de terminal (TCO)

Los puestos del PML constan de una platina que incluye un microteléfono con botonera asociada, para la selección de la comunicación.

La llamada puede ser enviada por accionamiento de un botón.

Las direcciones son las siguientes:

— Una por grupo de teléfonos de maniobra (estas direcciones están sujetas a la transferencia definida anteriormente)

— El local del visitador

— El PCC.

Una indicación permite al regulador enterarse si los teléfonos de maniobra están transferidos o no.

Sólo el PCC puede efectuar el mando de transferencia.

004.F.02.c Teléfonos de alarma a mitad de andén

En cada gabinete de emergencia a mitad de andén hay instalado un teléfono de alarma para uso del público, sólo en caso de accidente y no para pedir informaciones. Debido a que su uso es excepcional, estos aparatos están conectados en paralelo sobre una línea única de teléfono de alarma, que converge en el Centro de Comunicaciones.

Los aparatos son de color rojo, y están montados sobre un gancho conmutador y platina vertical, para que sean integrados al gabinete de emergencia.

La acción de descolgar el aparato provoca la llamada al Centro de Comunicaciones y simultáneamente el encendido de un indicador luminoso dentro de la taquilla principal de la estación, llamada platina de alarmas.

Los teléfonos de alarma siempre son emisores y no receptores.

004.F.02.d Circuito de llamada general

Este circuito permite al centro de comunicaciones llamar simultáneamente a todas las taquillas y/o Jefes de Estación. La llamada es en un solo sentido, esto es, del Centro de Comunicaciones a las taquillas y/o jefes de estación de una línea.

La taquilla principal y el Jefe de Estación tienen este aparato en común con el teléfono directo dentro de su platina de telecomunicaciones. En el caso de la taquilla secundaria, se utiliza el mismo aparato de llamada general con el teléfono automático.

004.F.03 INSTALACIONES TELEFONICAS

004.F.03.a Instalación telefónica del Jefe de Estación

Cada local de Jefe de Estación tiene:

— Un teléfono directo al Centro de Comunicaciones

— Un teléfono de llamada general

— Un teléfono automático

— Un tablero de control de alarma (TCA)

— Un interfono para comunicarse con las taquillas.

El tablero de control de alarmas está integrado por varias platinas de alarmas, con indicadores luminosos y una sonora, que se accionan cuando ocurre un suceso que provoque la indicación de una alarma. En la platina de telecomunicaciones se agrupan tres microteléfonos para las funciones de telefonía directa, automática y de llamada general, así como la intercomunicación y el voceo.

004.F.03.b Instalación telefónica en taquillas

Cada taquilla principal tiene:

— Un teléfono directo al Centro de Comunicaciones

— Un teléfono de llamada general

— Un teléfono automático

— Una platina de alarmas

— Un interfono para comunicarse con la taquilla secundaria y el Jefe de Estación

Cada taquilla secundaria tiene:

— Un teléfono de llamada general

— Un teléfono automático en paralelo con el de taquilla principal

— Un interfono para comunicarse con la taquilla principal y el Jefe de Estación.

004.F.03.c Instalación telefónica de los PCC

En la sala de operación de los PCC se encuentran los pupitres del regulador, uno por cada línea del Metro. Cada pupitre contiene los aparatos telefónicos propios de la línea y son:

— Un aparato telefónico automático, colocado sobre el pupitre.

— Una platina "telefonía de tráfico", empotrada en el pupitre que permite los enlaces con:

  Los grupos de las señales de maniobra

  Los PML

  El local del visitador

  El jefe de reguladores

  El Centro de Comunicaciones

  El PDC.

En total deben tenerse 96 enlaces, es decir, 96 botones para toma de línea, más 105 botones propios de la operación de la platina. La platina comprende en principio:

— Para cada enlace: un botón de toma de línea con indicadores luminosos incorporados de llamada y ocupación

— Un indicador luminoso, piloto de llamada

— Un botón de prueba de lámparas

— Un botón de liberación

— Un botón de llamada manual

— Un botón de llamada automática

— Los botones de transferencia de los grupos de señales de maniobra

— Un microteléfono empotrado

— Un altavoz con control de volumen

— Un micrófono con soporte flexible.

Cuenta con un total de 54 botones de selección de enlaces.

El principio de funcionamiento de la platina de "telefonía de tráfico" es el siguiente:

En una llamada emitida por un puesto alejado, el botón correspondiente de la platina se enciende en forma intermitente, el foco piloto de llamada se enciende y se excita un zumbador.

El regulador oprime el botón cuyo encendido se vuelve entonces fijo, el foco piloto se apaga y el zumbador deja de funcionar.

A partir de ese momento, queda establecida la comunicación. Si se descuelga el microteléfono, la conversación se lleva a cabo por medio de éste; si se cuelga, la conversación se establece por el altavoz y el micrófono.

Para liberar la conexión, el regulador oprime el botón "liberación" y el botón de línea se apaga.

Establecida una comunicación, el hecho de oprimir cualquier otro botón de enlace provoca la liberación de la primera comunicación y el establecimiento de la segunda. Para llamar a un puesto, el regulador oprime el botón correspondiente, que se enciende fijo, luego oprime ya sea el botón "llamada manual" y la corriente de llamada es enviada entonces durante el tiempo de accionamiento del botón, o el botón "llamada automática" y la corriente de llamada es enviada entonces hasta que el puesto alejado conteste. Durante el envío de esta corriente, el botón de "llamada automática" se enciende en forma intermitente.

El envío de la corriente de llamada automática puede ser suspendido también por acción sobre el botón "liberación". Cuando el regulador llama a un grupo de puestos de señales de maniobra, todos los puestos del grupo suenan, evidentemente en forma simultánea.

Al oprimir el botón "transferencia", éste se enciende fijo y todos los puestos correspondientes son conectados entonces con el PML de la terminal correspondiente.

Existe además el puesto telefónico del jefe de reguladores, común a todos los de la sala de operación. Su pupitre contiene:

— Una platina con dos microteléfonos y botonera asociada

— Un aparato telefónico automático.

En la platina se encuentran botones para la selección de enlace con:

— Reguladores de línea

— PDC

— Centro de Comunicaciones

— Otros.

Se tiene un total de 54 botones para selección de enlaces.

004.F.03.c.01 *Funcionamiento de la grabadora.* Las conversaciones que se realizan a través de los teléfonos directos y automáticos entre los puestos de regulador, PDC y Centro de Comunicaciones (a nivel de la platina de teléfonos directos), son registrados a través de una grabadora, que funciona en forma continua, aun cuando no existan conversaciones, utilizándose una por cada tres líneas; son independientes entre sí.

004.F.03.d Instalación telefónica del Centro de Comunicaciones

El Centro de Comunicaciones comprende por línea:

a) Una platina de teléfono de alarma, que consta de un conjunto de botones asociado a un microteléfono y empotrada en el mismo mueble que la platina, que permite la comunicación con los siguientes puntos:

   — Permanencias de seguridad

   — Taquillas y Jefe de Estación

   — Teléfono de mitad de andén

   — Permanencia de vigilancia.

b) Una platina de teléfonos directos, que consta de un conjunto de botones asociado a un microteléfono, y que permite comunicarse con los siguientes puntos:

   — Regulador de línea.

   — PDC

   — Taquillas y Jefe de Estación (llamada general)

   — Permanencias

   — Jefe de reguladores.

c) Platina de sonorización, que consta de un conjunto de botones asociado a un micrófono, cada uno correspondiente a una estación de la línea en cuestión, además de un botón de conexión general de línea y otros de conexión general de red.

   También cuenta con un grupo de indicadores que señaliza la línea donde se está operando la sonorización en conexión general de línea.

d) Un teléfono de la red automática interna.

004.F.03.e Instalación telefónica del PDC

El PDC dispone de:

— Una platina telefónica de enlaces directos, con una botonera asociada a dos microteléfonos, que incluye entre otros enlaces los siguientes:

  — Reguladores de línea

  — Centro de Comunicaciones

  — Un botón de llamada automática

  — Los botones de transferencia de los grupos de señal de maniobra en dos posiciones fijas

  — Todos los botones cuentan con indicadores luminosos y dependiendo de la función, podrán ser de dos posiciones o de "retorno"

  — Un microteléfono empotrado en la platina.

  — Un altavoz y un micrófono con cable flexible. La platina podrá utilizarse en voz abierta o cerrada.

004.F.04 CABLES TELEFONICOS

004.F.04.a Cables principales y secundarios exteriores

Las uniones o empalmes están prohibidos en los ductos y debajo de los andenes; cuando los haya, se realizarán conforme a las recomendaciones dadas por el proveedor del cable, debiendo ser totalmente impermeables.

En los empalmes los hilos serán puestos en continuidad eléctrica usando un medio seguro, duradero y confiable en cuanto a resistencia eléctrica. Los empalmes de cables serán realizados de preferencia por inyección de resina epóxica.

La distancia entre dos empalmes sucesivos será preferentemente de las longitudes de cable contenidas en los carretes y en ningún caso inferior a 100 m. En los extremos, los hilos serán repartidos directamente sobre las cajas de conexiones con fijación robusta y firme del cuerpo del cable.

004.F.04.b Cables secundarios interiores

Los empalmes están prohibidos, excepto cuando se hagan en cajas de conexiones o repartidores.

004.F.05 FRONTERAS CON OTRAS INSTALACIONES

Las instalaciones de telefonía directa tendrán interfaces con otras instalaciones; como son:

— La telefonía automática

— La telefonía de trenes.

— La sonorización de las estaciones

Dichas instalaciones utilizan parte de los cables de la telefonía directa para los enlaces línea-PCC.

La interfaz será el armario "T" de cada estación.

— El sistema de distribución de energía para alimentación de equipos en la línea y el PCC, que proporciona la alimentación a los equipos de telefonía directa

— El mando centralizado

Telemando de la conmutación música-voz hacia los equipos de sonorización de las estaciones.

— La grabadora

Hay interfaces de tipo mecánico, como las canalizaciones para el tendido de cables y en particular los empotramientos de las platinas en los pupitres y las cajas de los teléfonos en los muros de las estaciones.

Para la definición precisa de todas las interfaces, el proveedor deberá ponerse de acuerdo con los otros proveedores y con COVITUR. Asimismo, el proveedor deberá cooperar en la solución de los eventuales problemas que podrán surgir en cuanto a estas interfaces, tales como identificación de los botones proporcionados a su debido tiempo, ensayos en común, etcétera.

004.G RED TELEFONICA DE LOS TRENES

004.G.01 GENERALIDADES

El teléfono de los trenes del Metro de la Ciudad de México tiene una doble función, la de un teléfono de servicio en explotación normal y la de un teléfono de seguridad en caso de incidente. Su funcionamiento debe ser por lo tanto particularmente seguro y su utilización simple. Esta red sirve para la comunicación entre el PCC y los trenes en circulación.

El área de acción de cada regulador comprende el conjunto de su línea y según el caso, se extiende a ciertos enlaces con otras líneas.

Cada línea está dividida en zonas de tracción, a las cuales el regulador puede dirigirse selectivamente. Todos los trenes presentes sobre una zona cualquiera se encuentran entonces en comunicación paralela.

Los reguladores pueden enviar sobre cualquier zona una "tonalidad de espera", cuando no puedan responder inmediatamente a un llamado proveniente de un tren.

Los puestos de maniobras (PM) de terminal, sólo pueden escuchar sobre su propia zona las comunicaciones entre el PCC y los trenes.

No hay llamada selectiva a nivel de los trenes.

Las áreas de acción de línea y de talleres, forman subredes independientes.

El radioteléfono se opera en forma alterna, seleccionando únicamente emisión o recepción, mediante una conmutación manual.

Los puestos fijos y móviles estarán en estado de espera permanente, excepto en el periodo de emisión.

004.G.02 UTILIZACION DEL SISTEMA

004.G.02.a Llamada desde el PCC

El regulador realiza el siguiente procedimiento:

— Descuelga su microteléfono.

— Oprime el o los botones de conexión de la o las zonas de radioteléfono con las que desea comunicarse.

— El o los botones retornan a su posición original, pero la conexión es automantenida y el o los indicadores se encienden en forma permanente. Si el regulador desea comunicarse con todas las zonas a la vez, deberá oprimir el botón de "llamada general".

— Oprime el botón de selección emisión del microteléfono y hace su llamado verbal. A partir de ese momento, el altavoz queda fuera de servicio, cualquiera que sea la posición de su botón de mantenimiento.

  El llamado del PCC es recibido por todos los trenes que circulan en la o las zonas conectadas. El conductor del tren al que se dirige la llamada, toma su micrófono y conversa con el regulador accionando el botón de selección emisión. Cuando el regulador cuelga su micrófono provoca la o las desconexiones de zona. El botón de liberación también provoca la o las desconexiones.

El altavoz del regulador difunde en paralelo todas las modulaciones provenientes de una o varias zonas, conectadas o no, siempre y cuando se tenga cualquiera de las siguientes condiciones:

— El microteléfono colgado y el botón de mantenimiento en cualquier posición

— El microteléfono descolgado, estando su botón de mantenimiento de altavoz accionado

— El microteléfono descolgado, su botón de mantenimiento accionado, ningún botón de conexión de zona en servicio y el botón de mantenimiento accionado.

004.G.02.b Llamada desde el tren

El conductor cuyo tren se encuentra en la zona X, toma su micrófono, oprime el botón de selección de emisión y habla. El regulador recibe el llamado verbal del conductor en su altavoz y el indicador de presencia HF correspondiente a la zona X se ilumina. Después oprime el botón conexión de esta zona y la comunicación se establece. Si el regulador estaba ya en comunicación con otra zona, el llamado le llega sólo por el indicador de presencia HF de la zona X. A su voluntad el regulador puede entonces mantener su conversación o cambiar el interlocutor o enviar una frecuencia por medio del botón tonalidad de la zona X. Esta tonalidad invita a los conductores que se encuentren en la zona X a esperar.

004.G.02.c Utilización del puesto de un PM de talleres

La utilización de este puesto es análoga a la del PCC, teniendo en cuenta que todas las vías de los talleres forman una sola zona, es decir, no hay botón de selección de zona.

004.G.02.d Puesto de maniobra de terminal

El puesto de maniobra de terminal tiene como única función difundir en forma permanente, a través de un altavoz con control de volumen, toda la modulación intercambiada entre el PCC y los trenes presentes sobre la zona en la que el PM está ubicado. El PM no puede emitir, sino escuchar.

004.G.03 INTERFACES CON OTROS SISTEMAS

Las instalaciones de telefonía de trenes tendrán interfaces con otros sistemas y son las siguientes:

— La red de telefonía directa (utilización de ésta para los enlaces PCC-línea).

— La vía, utilizada como soporte de transmisión

— El sistema de distribución de energía, para la alimentación de equipos en la línea y el PCC

— La grabadora, para la grabación de conversaciones

— El PA que utiliza el enlace de la telefonía de los trenes, para enviar al PCC una señal indicando que un tren es conducido en marcha degradada

Hay asimismo, interfaces de tipo mecánico, especialmente las referentes al empotramiento de las platinas en los pupitres.

004.H SISTEMA DE MEGAFONIA

004.H.01 DESCRIPCION GENERAL

El sistema de megafonía del Metro de la Ciudad de México surge porque existiendo gran afluencia de usuarios y dadas las posibles contingencias que pudieran presentarse durante el servicio, es indispensable una comunicación continua y eficaz con el público usuario, para mantenerle informado oportunamente de los acontecimientos de relevancia, orientarle sobre su comportamiento dentro del sistema y proporcionarle una permanencia lo más placentera posible dentro de las estaciones, cuando los requerimientos de operación lo permitan.

004.H.01.a Especificaciones funcionales

El sistema de megafonía deberá proporcionar niveles de inteligibilidad y sonido adecuados al público usuario.

004.H.01.b Descripción general

El sistema de megafonía realizará las acciones siguientes:

— El envío de mensajes desde el PCC a cada estación

— Envío de mensajes desde el PCC a cada línea

— Envío de mensajes desde el PCC a todas las líneas

— Envío de mensajes desde la taquilla y desde la oficina del Jefe de Estación a su propia estación

— Envío de música ambiental o mensajes generales desde audiómetro a toda la red en general.

El orden de prioridades en cada estación es:

— Primero: mensajes del PCC

— Segundo: mensajes del Jefe de Estación.

— Tercero: mensajes de taquilla principal

— Cuarto: música ambiental y mensajes de audiómetro.

El Centro de Comunicaciones del PCC tendrá un operador en cubículo de difusión por línea de Metro. Dentro de cada cubículo existirá un micrófono y un tablero selector denominado platina de voceo, que permitirá seleccionar la estación, línea o red general a la que se desee enviar mensajes. Para esto, es necesario asignar una tecla por cada estación, una tecla por cada línea y una última para llamada general por red.

En esta misma platina de voceo existe un botón que permite transmitir un tono de llamada de atención antes de difundir el mensaje.

El envío de música ambiental, mensajes pregrabados y rutinarios podrá ser realizado desde el audiómetro en forma general, con la prioridad indicada.

Los mensajes locales en cada estación se efectuarán desde la oficina del Jefe de Estación y desde la taquilla principal.

En el caso de las estaciones superficiales y elevadas, el Jefe de Estación podrá atenuar el nivel de sonido durante la noche, a fin de no causar molestias a los vecinos.

El sistema será totalmente balanceado y ecualizado, debiendo cada estación recibir las señales de audio con la misma respuesta en frecuencia, independientemente de la longitud de la línea de transmisión.

004.H.01.c Descripción del sistema electroacústico

El sistema de megafonía está constituido (fig 004-5) por fuentes emisoras ubicadas en el audiómetro (1), en el Centro de Comunicaciones del PCC (2), en taquilla principal TP (3) y en el local de Jefe de Estación JE (4); amplificadores de transmisión (5) y recepción (6), líneas de transmisión de 600 Ω, L-i (7) para señales que deban recorrer grandes distancias, una para voceo y otra para música y mensaje de audiómetro, un selector (8) donde las señales llegan para escogerlas de acuerdo a su prioridad, dos amplificadores de potencia por estación (9), una línea de distribución (10) y altavoces interconectados entre sí (11), de acuerdo a las necesidades de la estación.

A continuación se describe el funcionamiento del sistema.

004.H.01.c.01 *Audiómetro.* La programación musical y mensajes generales al público, se originan en el audiómetro (1) y son enviados por línea telefónica a la central de amplificadores de línea (5).

004.H.01.c.02 *Sistema de voceo del Centro de Comunicaciones en el PCC.* Por medio de las platinas de voceo a su alcance, cada operador de las seis líneas que como máximo manejará cada PCC, puede seleccionar la estación o estaciones de su línea a las que enviará mensajes. En forma general también puede enviar mensajes a todas las líneas del sistema.

Las platinas de voceo cuentan con pilotos luminosos de operación, que permiten a los operadores observar si el acceso al voceo de las otras líneas está libre.

Al iniciar su voceo, el operador puede enviar un tono de llamada de atención para alertar al público de que se enviará un mensaje.

El micrófono de operador alimenta un preamplificador, cuya salida está conectada en paralelo con la salida del generador de tono de atención.

Las platinas de voceo activan la central de comunicación que distribuye las señales de audio, de señalización luminosa y de conmutación de señales de estación de telecomando. Las salidas de audio de la central de conmutación alimentan a la central de amplificadores de línea (5).

004.H.01.c.03 *Central de amplificadores de línea.* La central de amplificadores contará con 12 amplificadores de línea, de los cuales seis son para voceo y seis para programación de audiómetro. Cada amplificador permitirá ajustar el preénfasis de actualización que se dará a cada línea del Metro.

004.H.01.c.04 *Sistema de amplificación en estaciones.* Las dos señales procedentes del PCC y del audiómetro, serán ecualizadas en cada estación (6), antes de eliminarse el selector de entradas (8). Las señales locales del Jefe de Estación (4) y de la taquilla principal (3), se alimentarán directamente al selector (8).

El selector de entradas (8), alimenta la central de amplificación de la estación (9), que a su vez alimenta a la red de altavoces (11). La central de amplificación cuenta también con un tablero monitor de amplificadores, así como con ventilación.

Todo el equipo de estación se alimentará con la red de CA, y en caso de falla de ésta, deberá contar con el equipo de conmutación para alimentación emergente del banco de baterías de 48 V,CD.

004.H.02 CANALIZACIONES PARA EL SISTEMA DE MEGAFONIA

Ya que el sistema de megafonía pretende mantener una comunicación continua y eficaz con el público usuario, al diseñar la distribución adecuada de alta-

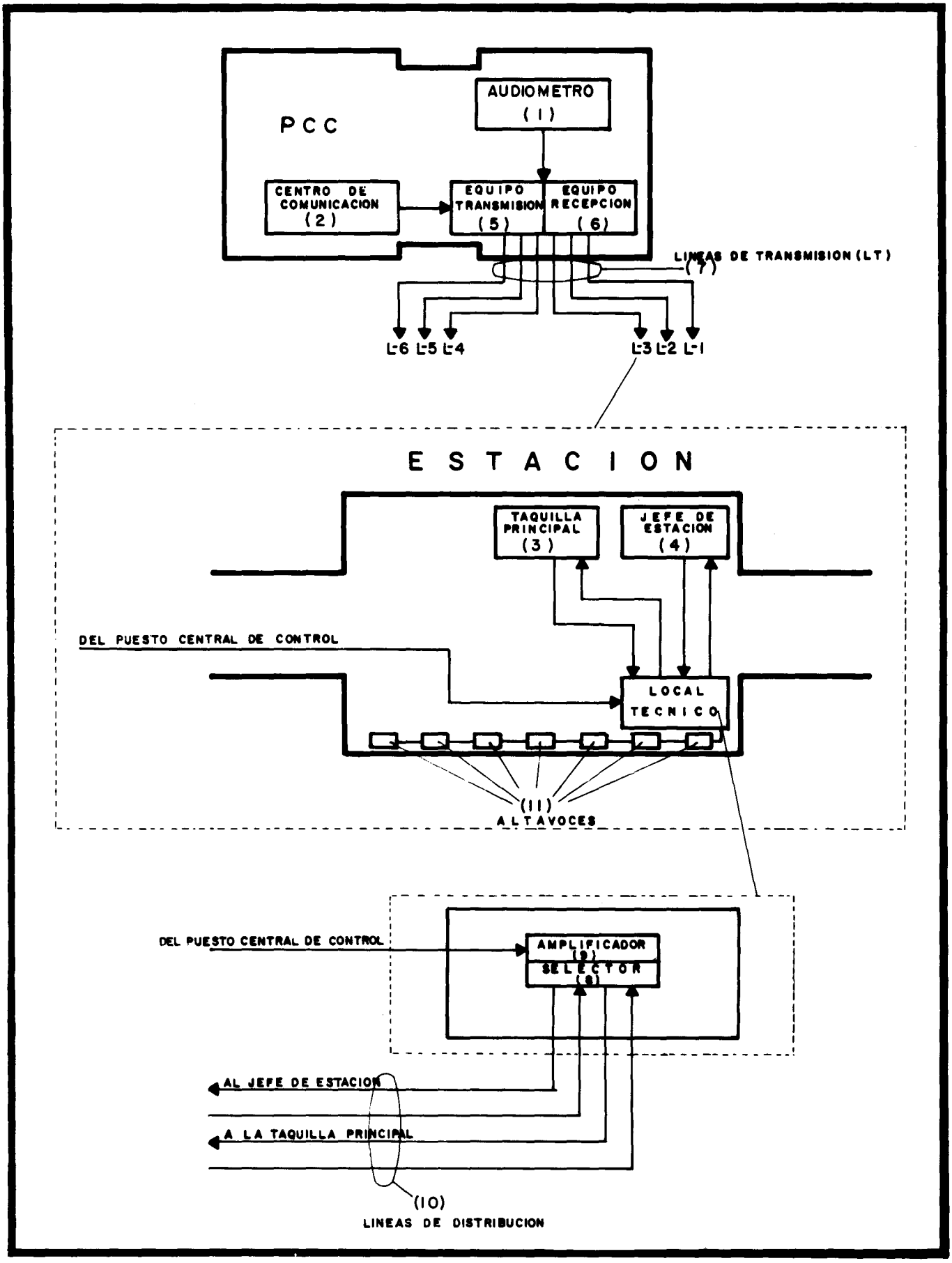


Fig 004-5 Sistema electroacústico

voces en las estaciones y asignarles su fuente de alimentación, deberán tenerse en consideración los siguietes tres objetivos operativos:

— Que en funcionamiento normal el sistema proporcione una óptima calidad de comunicación con el usuario.

— Que en caso de presentarse una avería, el servicio proporcionado se degrade al mínimo posible

— Que en caso de falla en altavoces, ésta se detecte y se corrija en la forma más rápida y sencilla.

Para tales efectos se dispone en cada estación de dos amplificadores de potencia que han de alimentar el sembrado de altavoces, pudiendo dividir a la estación en dos áreas, cuyo eje divisorio sería el eje de trazo y a su vez dividir cada área en zonas.

Este arreglo facilitará la localización de la falla y mantendrá el sistema en operación en un mayor porcentaje de la superficie de estación, estando el área restante completamente incomunicada.

Para permitir una flexibilidad máxima del sistema para cualquier futura elección, se intercomunicarán todos los altavoces entre sí, a fin de dejar abierta toda posibilidad de arreglo.

Las canalizaciones serán de tubo conduit de diámetro de 19 mm, con dos cables de calibre 18, que alimentarán a los altavoces por medio de condulet ovalado tipo OC, un registro de lámina troquelada de 12 x 12 x 5.7 cm o un registro de lámina con tapa de 17 x 17 x 36 cm, según sea que las cajas acústicas sean fijadas en el canal de señalización, losa colada en sitio o losa pretensada, respectivamente.

004.H.03 DISTRIBUCION Y FIJACION DE LAS CAJAS ACUSTICAS EN EL SISTEMA DE MEGAFONIA

En el sistema de megafonía se requerirá un sembrado denso de altavoces, con el objetivo básico de presentar un nivel constante de presión sonora al oyente en cualquier punto de la estación, alimentando a cada altavoz con una potencia mínima, pero produciendo un alto nivel de inteligibilidad.

La radiación de los altavoces deberá llegar de la forma más directa posible al receptor, para disminuir al mínimo cualquier tipo de reflexiones que puedan dañar la calidad de la transmisión; para ello se dispondrá que la radiación horizontal tenga preferencia sobre la vertical, y se aprovechará el canal de señalización para la implantación de las cajas acústicas. En caso de que no existiese canal de señalización o de que la radiación de las cajas acústicas implantadas en él no fuera la adecuada de acuerdo al área a cubrir, se implantarán cajas acústicas en la losa superior para complementar el sistema.

En estaciones que presenten túneles de distribución, en las que el canal de señalización no reúna las dimesiones adecuadas para la instalación de las cajas acústicas y en las que debido a la curvatura del túnel, la implantación de éstas en losa superior presente dificultades, se establecerán ductos de instalaciones para fijar las cajas acústicas y obtener una radiación vertical.

Las cajas acústicas deberán ser instaladas preferentemente en el canal de señalización y, de no ser posible, en la losa superior o en el ducto de instalaciones.

El montaje de la caja acústica será mediante una fijación frontal con la finalidad de facilitar su mantenimiento; la perforación para el montaje del altavoz deberá quedar desplazada longitudinalmente 3 cm del centro y éste deberá quedar montado en el paño exterior de la caja, después de que previamente se haya montado el transformador de línea en el interior del gabinete.

La caja acústica y su fijación serán cubiertas por una rejilla difusora que permita mejorar la distribución del sonido y a la vez lograr un mejor acabado de la instalación.

El cable que alimente al altavoz será calibre 18 AWG y penetrará al interior del gabinete por la parte posterior; su longitud fuera de éste será de 40 cm y deberá estar dotado de un conector de material autoextinguible de dos vías, capaz de trabajar a un voltaje de 250 V AC/DC. El cable de la red de distribución será también calibre 18 AWG.

A continuación se describen los detalles de instalación de las cajas acústicas en los diferentes sitios previstos para tal efecto.

004.H.03.a En el canal de señalización

— Distribución. Las cajas acústicas son de radiación horizontal, dispuestas a una altura de 2.22 m a partir del nivel de piso terminado y espaciadas entre ejes a una distancia comprendida entre 4 y 5 metros.

— Fijación. Para su fijación las cajas acústicas requieren de un hueco de 30 cm de largo, en dirección del canal de señalización, por 20 cm de ancho.

004.H.03.b En ductos de instalaciones

— Distribución. Las cajas acústicas serán de radiación vertical, dispuestas a una altura de 2.90 m a partir del nivel de piso terminado, y espaciadas entre sus ejes a una distancia de 4.88 m, debido a que se alternan con las lámparas de iluminación, cuya dimensión es estándar.

— Fijación. El ducto de instalaciones presentará adaptaciones sobre las que se montarán las cajas acústicas.

004.H.03.c En la losa superior

Las cajas acústicas serán de radiación vertical, dispuestas a una altura promedio, a partir del nivel de piso terminado, de 3.50 m y estarán espaciadas entre sus ejes una distancia de 2.5 m para formar hileras, de tal manera que la proyección de una caja acústica sobre cualquiera de las hileras adyacentes, quede situada en medio de dos cajas acústicas en formación tres bolillo. Esto es con la finalidad de que la caja acústica que se proyecta hacia sus dos hileras adyacentes, refuerce el sonido de la zona muerta que se produce entre las cuatro cajas acústicas en

cuyo centro queda, debido a los patrones de radiación cónicos de los altavoces.

En losas pretensadas, las hileras de cajas acústicas quedarán centradas en entrecalles diferentes a las empleadas para el alumbrado, y en losas coladas en sitio estarán separadas a una distancia de 2.5 metros.

En losas coladas en sitio la fijación requiere de un hueco libre de 30 x 30 x 20 cm para la colocación de un soporte de 20 cm y la caja acústica.

En losas pretensadas se coloca en la entrecalle un soporte de 30 cm para la fijación de la caja acústica.

004.1 LOCALES TECNICOS

004.1.01 GENERALIDADES

Cada estación contará con un local técnico donde se alojen todos los equipos de alimentación y lógica de los diferentes sistemas de control, como son señalización, pilotaje automático, mando centralizado, telefonía automática, telefonía directa, telefonía de trenes, peaje, alarmas, relojes, sonorización y voceo.

El local técnico podrá ubicarse ya sea a nivel del andén, o bien a nivel de calle, de tal manera que se tenga fácil acceso a los equipos; nunca deberá quedar en un nivel intermedio.

Las dimensiones de los locales técnicos estarán en función del número de armarios, gabinetes y bastidores que se alojen, determinándose básicamente por su función en la operación de la estación, esto es, una estación de paso contará con el menor número de equipos, siguiéndole una estación con servicio provisional sencillo, servicio provisional doble, este mismo más enlace y por último las terminales de dos vías y dos andenes, con y sin nave de depósito.

Con respecto a los talleres y naves de depósito se requerirá un estudio más preciso, en función del número de vías y de itinerarios por realizar para determinar el dimensionamiento del local técnico, el cual preferentemente se ubicará abajo del puesto de maniobras.

La altura de los locales técnicos deberá ser tal que permita colocar charolas en la parte superior de los gabinetes y no tener interferencias con las luminarias y ductos de ventilación.

La construcción del local preferentemente deberá ser de concreto, con una capacidad de carga mínima de 600 kg/m² (5.88 kPa).

En aquellos locales donde exista falso plafón, éste deberá soportar una carga de 250 kg/m² (2.45 kPa).

Las puertas de acceso deberán tener una dimensión estándar, unificada con las puertas de las subestaciones de alumbrado y fuerza, debiendo contar con filtros de aire en la parte inferior que permita la retención de partículas hasta de 15 micras.

Con la finalidad de combatir conatos de incendio, se instalará un extintor tipo ABC, de polvo químico seco dentro del local y cerca de la puerta de acceso.

Quedará estrictamente prohibido instalar tuberías o registros hidráulicos dentro del local técnico.

Con respecto a las canalizaciones dentro del local, éstas podrán ser de dos tipos: con trincheras y con sótano.

En el caso de los locales con trincheras, éstos deberán tener un relleno mínimo de 40 cm. Cada trinchera deberá tener soportes para cables de acuerdo a su profundidad (fig 004-6) y cubrirse con tapas antiderrapantes. La rejilla electrosoldada no está permitida, para evitar fugas de la presión positiva por la acometida principal al local técnico.

En el caso de los locales técnicos con sótano, cada equipo tendrá un hueco de paso de cables de acceso directo a las charolas que determinarán las trayectorias.

Con respecto a las acometidas principales de los cables provenientes de las interestaciones adyacentes a la estación, podrá hacerse de tres maneras:

— Cuando el local esté colindante con el ducto bajo andén, se dejará un hueco directo para paso de cables.

— Cuando el local esté a nivel andén, pero se encuentre alejado del ducto bajo andén, se dejarán ductos de 10.16 cm (4") de asbesto-cemento, con el 100 por ciento de reserva.

— Cuando el local se encuentre en un nivel diferente al andén, se dejará preferentemente una galería de cables donde se instalarán charolas con un 30 por ciento de reserva en su capacidad.

El alumbrado dentro del local técnico será preferencial, teniendo un nivel luminoso de 500 luxes. Existirá también el alumbrado de emergencia en caso de falla del alumbrado nominal.

Existirán dos tomas de corriente de 15 A y 127 V,CA.

Todos los locales deberán contar con una red de tierras propias del local técnico, independiente de la de otros locales. Esta red deberá tener derivaciones para todos y cada uno de los equipos.

Esta red de tierras deberá quedar ahogada por debajo de la trinchera, o bien, ahogada en la losa de piso del local técnico cuando exista sótano, debiendo contar con registros en las varillas de tierra para efectuar periódicamente mediciones de resistencia.

La alimentación eléctrica de todos los equipos deberá ser preferencial (Consultar para mayor información la especificación 2.02.01.009 de Sistemas Eléctricos).

Este local deberá estar provisto de un sistema de ventilación que permita una presión positiva, de tal manera que se evite al máximo la entrada de polvo y mantener una temperatura adecuada para los equipos. Esto traerá como consecuencia que los bancos de baterías de alimentación emergente no deban desprender gases tóxicos, explosivos ni corrosivos que se acumulen dentro del local (Consultar para mayor información la especificación 2.02.01.006 de Sistemas de Aire).

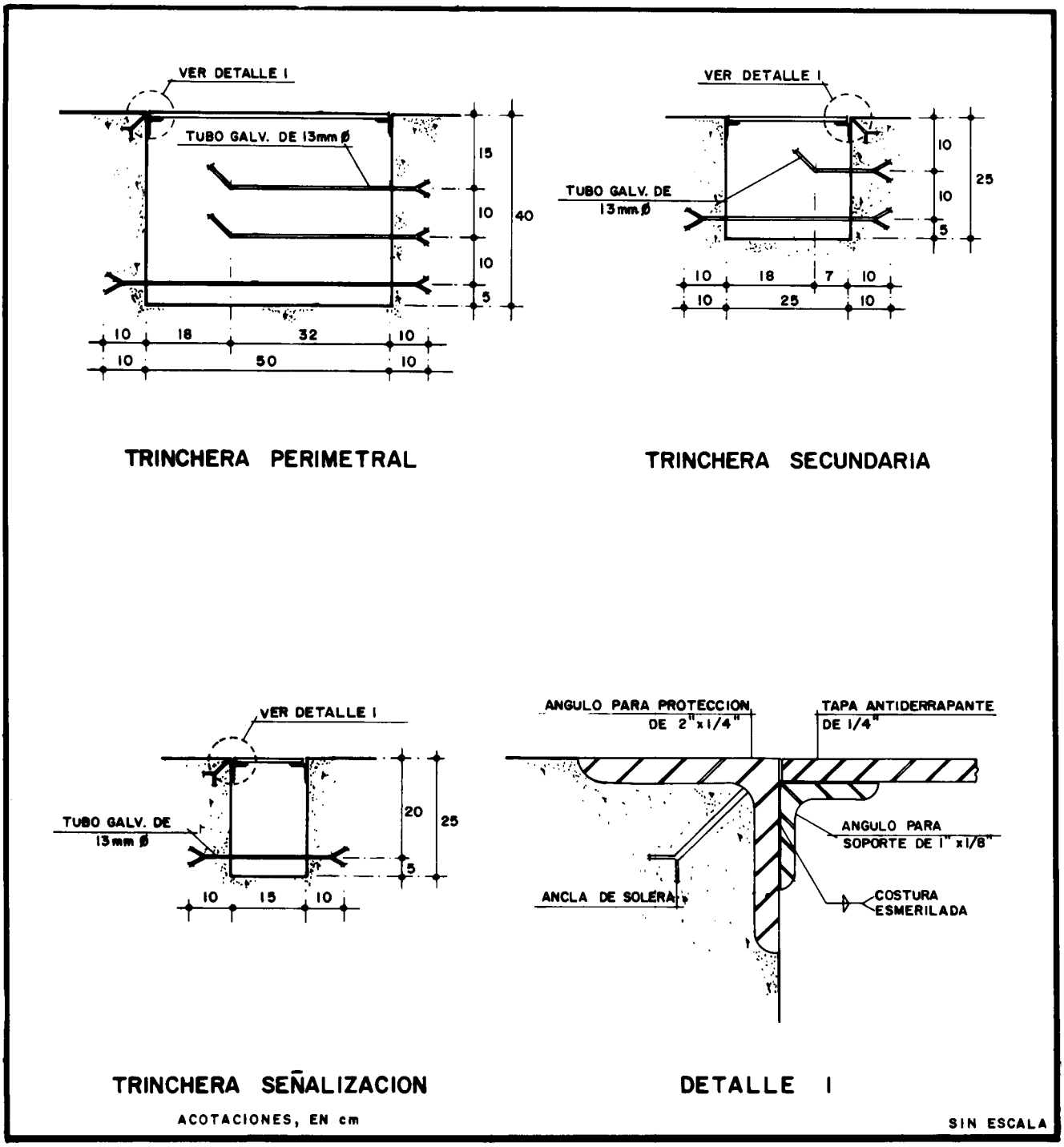


Fig 004-6 Detalles de trincheras en locales técnicos

004.1.02 SEÑALIZACION

Todo el equipo de alimentación, lógica y control del sistema de señalización, se instalará en chasis o bastidores metálicos.

En toda zona de maniobras se instalará al menos un armario de interfaces que sirve de frontera con los sistemas de PA y mando centralizado, de tal manera que las informaciones enviadas o recibidas para señalización se realicen a través de circuitos secos.

Todos los bornes y el cableado estarán identificados conforme a los esquemas de ejecución, a fin de facilitar la identificación durante el mantenimiento.

En toda zona de maniobras se instalará un banco de baterías, que servirá de alimentación emergente para la lógica y control del sistema de señalización.

Todos los bastidores deberán fijarse al piso uno junto al otro hasta sumar siete como máximo, previéndose un espacio libre al frente y detrás de ellos, de 80 cm

para mantenimiento.

Cuando se haga más de una fila de bastidores de señalización, éstas quedarán en paralelo y al menos uno de sus extremos deberá quedar alineado.

Ya que la señalización utiliza el mayor número de cables, se deberá ubicar preferentemente cerca de los ductos de salida/entrada del local técnico y de acceso al TCO en Talleres.

Las filas o hileras de bastidores en sus extremos, deberán tener también un acceso para facilitar el mantenimiento.

Junto al área de los bastidores de señalización, se instalará una gaveta para guardar la información técnica y planos requeridos para el mantenimiento. Junto a esta gaveta se colocará un pequeño restirador plegable, para la consulta de estos documentos.

004.1.03 PILOTAJE AUTOMATICO

El equipo de instalaciones fijas del sistema de PA se instalará en armarios que contengan elementos electrónicos, con las exigencias relacionadas a su utilización y a las condiciones del medio ambiente locales.

La fuente de alimentación se instalará lo más cerca posible de los armarios de PA, debido a que no tiene base para su fijación y por lo tanto deberá ser empotrada a la pared del local técnico o a un muro, el cual sirva para tal función. Dicha fuente deberá ser colocada a una altura apropiada para su mantenimiento, por lo que deberá tener el área suficiente para su instalación y además prever canalizaciones hasta los armarios.

Este sistema tendrá fronteras de interfaz con señalización y mando centralizado.

Las informaciones proporcionadas por señalización al sistema de PA se realizarán a través de bucles o circuitos secos. Los equipos de uno y otro sistema deberán estar forzosamente alojados en el mismo local técnico, de tal manera que esta interfaz se haga con el método de corte simple, por considerarse de seguridad. Cuando eventualmente queden en locales diferentes, la interfaz se hará con el método de corte doble para informaciones de CC y con transformadores de aislamiento para informaciones de CA.

Con respecto al mando centralizado, éste proporcionará para la interfaz contactos de relevadores. Esta frontera no necesariamente deberá quedar dentro del mismo local técnico, aunque es lo más recomendable.

Cada armario de PA deberá tener área suficiente para mantenimiento por sus cuatro costados, de tal manera que entre los armarios deberá existir por lo menos una separación lateral de 60 cm y de 80 cm en su parte posterior y anterior. Su fijación será al piso.

004.1.04 MANDO CENTRALIZADO

Los armarios en el local técnico contendrán las unidades de tratamiento de informaciones, y los enlaces de cables multipares entre los equipos que se encuentran en la línea y la estación, así como entre la estación y el PCC.

Los armarios estarán provistos de bornes simples para los telecontroles de tráfico y de bornes a cortes visibles para todos los telemandos de tráfico y de tracción.

Con respecto a los controles de tracción que estén asociados a los 750 V,CD, estarán protegidos por arqueadores calibrados.

La transmisión de las informaciones entre la línea y el PCC se realizará por medio de un sistema electrónico de teletransmisión o por hilo a hilo.

En el caso del sistema electrónico existirá un equipo transmisor-receptor por cada zona de teletransmisión, la cual podrá comprender una o dos estaciones como máximo, siendo una de ellas la estación piloto y la otra la satélite.

En la repartición de los bornes en el armario de interfaz se contemplarán las diferentes fronteras existentes con los sistemas de señalización, pilotaje automático, tracción, etc. Cada armario de mando centralizado recibirá mantenimiento en sus cuatro costados, por lo que deberá existir una separación mínima lateral de 60 cm y de 80 cm al frente y atrás. Su fijación será al piso.

Los equipos de teletransmisión constarán de una alimentación autónoma de emergencia, que se encontrará alojada dentro del mismo armario.

004.1.05 ALARMAS

Los armarios que alojarán la lógica electrónica, los remates de llegada y salida de cables y los equipos de teletransmisión se ubicarán en el local técnico de cada estación.

El armario repartidor de alarmas (RA) será la frontera que reciba todos los cables procedentes de los equipos externos al sistema de alarmas y que sirva de interfaz entre los demás armarios que conforman las alarmas.

El armario procesador de alarmas (AA) contendrá las unidades de tratamiento de informaciones de mando y control del sistema.

El armario de teletransmisión (TAA) enviará toda la información procesada por el sistema de cada estación hacia la central de alarmas del PCC.

Por último, el armario de telefonía e intercomunicación (ATI) procesará las líneas telefónicas de interfaz y alojará todo el sistema de intercomunicación.

Cada uno de estos armarios recibirá mantenimiento por ambos frentes, requiriéndose un espacio libre de 80 cm en ambos casos. Su fijación será al piso.

004.1.06 TELEFONIA DIRECTA

Toda la telefonía directa de una estación se concentrará en el local técnico, específicamente en el armario "T" donde se encontrará el distribuidor telefónico y el sistema de distribución de energía para alimentación de los aparatos telefónicos.

En las terminales se instalará adicionalmente un armario "G", el cual contendrá principalmente la lógica electrónica y el cableado correspondiente a los aparatos telefónicos del Puesto de Maniobras Local, PML.

Un compartimiento en el interior de estos gabinetes "G" permitirá guardar los documentos técnicos y los planos necesarios para su mantenimiento, el cual se hará solamente por la parte frontal. Su fijación será al piso y podrá apoyarse a los muros.

Para este armario "G" se requerirá un ondulador de alimentación (AT) el cual también se instalará sólo en terminales, fijo al muro, con un espacio libre de 40 cm por lado y 90 cm al frente para su mantenimiento. Para controlar cualquier disminución de la tensión nominal que requiera el armario "G", se dispondrá de un detector de minitensión (DMT), el cual necesita un espacio libre de 40 cm por lado y 90 cm al frente para su mantenimiento.

004.I.07 TELEFONIA DE TRENES

Los armarios de la telefonía de alta frecuencia se instalarán de acuerdo a las zonas de tracción; sin embargo, se dejará en todos los locales el área reservada.

El armario THF contará con los dispositivos de enlace con la línea y el PCC a través de un emisor/receptor de alta frecuencia, cuya frontera se hará por medio de un repartidor de cables múltiples, para el enlace con las cajas de acomplamiento en la línea y el envío de la señal hacia el centro operativo del PCC.

En el caso de las terminales, este sistema contará con un amplificador para alimentar la bocina monitora del PML.

El mantenimiento del armario THF es siempre por el frente, dejándose un espacio libre de 80 cm. Su fijación será al piso, pudiéndose apoyar al muro.

004.I.08 TELEFONIA AUTOMATICA

Para lograr el alcance requerido para la telefonía automática se requerirán algunas estaciones repetidoras de pulsos para los enlaces de PCM.

Como la ubicación de estos RPCM está en función de la longitud de las interestaciones, se deberá prever un área en todos los locales técnicos para fijar estos equipos al muro, dejando un espacio de 30 cm por lado y 80 cm en su parte frontal para el mantenimiento.

004.I.09 SONIDO

Un solo gabinete GS alojará todos los equipos necesarios para el sistema de sonorización y voceo de cada estación, esto es, el selector de entradas para determinar las prioridades de la difusión de mensajes locales y los procedentes del PCC, amplificadores de distribución, ecualización, de acuerdo a las características de cada estación, monitores de audio y repartidor de los cables que vengan de los altavoces distribuidos dentro de la estación, así como de los cables con las señales enviadas desde el PCC.

Para el mantenimiento y ajustes necesarios, el armario GS tendrá acceso por ambos frentes, por lo que se dejará una distancia mínima de 80 cm en ambos casos. Su fijación será al piso.

004.I.10 PEAJE

Cada torniquete alojará su propia lógica electrónica y contará con una terminal de operación en el local del Jefe de Estación, por lo que en el local técnico sólo se dejará el área destinada al gabinete de control estadístico, que servirá de interfaz entre la terminal de operación y el PCC.

Este armario requerirá un mantenimiento por sus cuatro costados, por lo que se dejará un espacio de 60 cm lateralmente y 80 cm por ambos frentes. Su fijación será al piso.

004.I.11 RELOJES

El equipo encargado de procesar la señal proveniente de la Estación Central y de enviarla a los relojes de estación, tendrá el mando de los relojes en forma local, así como su control.

Estos equipos así como su alimentación, estarán integrados en un gabinete que se fija a una de las paredes del local técnico, donde tendrán un espacio reservado de 50 cm de ancho por 35 cm de fondo por 2 m de alto.

004.I.12 PUESTO DE MANIOBRAS

Cada terminal o taller contará con un puesto de maniobras, donde se alojarán los equipos de mando y control de la señalización de maniobra y sus itinerarios.

En terminales se ubicará este local en la cabecera de salida hacia la línea. En caso de los talleres se requerirá efectuar un estudio específico de los peines, naves y vías de acceso, de tal manera que se logre una mejor visibilidad de todo el conjunto.

Los equipos que se instalarán dentro de este local serán los siguientes:

— Tablero de Control Optico, donde se llevará a cabo el control de la ocupación o liberación de los CDV, posición de agujas de los aparatos de vía, estado operativo de las señales de maniobra y fosa de visita. Dado que en el TCO se presentan el trazo y diagrama geográfico de las vías, éste deberá quedar orientado de la misma manera.

— Pupitre de mando, donde se permita el mando de los itinerarios para el movimiento de los trenes dentro de la zona de maniobras. En este mismo pupitre se alojarán los equipos telefónicos de comunicación interna.

— Cerca del pupitre de mando se ubicarán los ruptores de emergencia para cortar la corriente de tracción de las vías en caso de incidente.

— Para el caso de las terminales se ubicará dentro del puesto de maniobras, un reloj repetidor de

salida de mando centralizado.

— Con la finalidad de que el inspector de terminal numere los trenes que salgan hacia las vías principales, se colocarán cerca del pupitre de mando los numeradores de tren.

— Un extinguidor dentro del local estará previsto para combatir cualquier conato de incendio.

El local del puesto de maniobras en talleres deberá ubicarse estratégicamente para lograr una mayor visibilidad, tanto de los peines como de las vías de enlace hacia la terminal. Por lo general este puesto de maniobras estará situado arriba del local técnico.

Para el puesto de maniobras de terminales deberá considerarse si ésta será de dos vías y dos andenes, o bien de tres vías y dos andenes, pero en ambos casos el local técnico deberá quedar de preferencia en el mismo andén que el TCO y en la cabecera más próxima hacia las vías de maniobras de la cola de la terminal.

004.J PROYECTOS COMPLEMENTARIOS

004.J.01 GENERALIDADES

Todos los sistemas de control requieren de una serie de proyectos complementarios relacionados con su fijación y preparaciones, para cumplir con su función dentro de la parte operativa del Metro.

004.J.02 SEÑALIZACION

004.J.02.a Señales

Todas las señales deben colocarse a la derecha de la vía, en el sentido normal de circulación del tren, considerando que el eje de la primera luz debe estar a 2.80 m sobre el nivel de rasante. En aquellos casos en que esta fijación lateral no sea posible por falta de gálibo, las señales podrán fijarse al eje de la vía por encima del tren, a una altura de 4.25 m, considerando el eje de las luces.

Nunca deberán instalarse a la izquierda de la vía, salvo en casos de circulación en contrasentido, donde las señales de maniobra no pueden fijarse en la entrevía.

En algunas ocasiones el semáforo lleva asociados indicadores diversos, los cuales pueden fijarse en el mismo soporte o se instalarán independientemente, según sea el caso. Asimismo, es necesario considerar una caja de conexiones cerca de la señal para efectuar las derivaciones requeridas.

Todos los soportes de señales deben contar con una escalera para mantenimiento, la cual generalmente es de madera. Cuando las señales están fijadas al eje de la vía, el soporte debe tener previsto los herrajes necesarios para la colocación de una escalera desmontable.

En el caso particular de las estaciones, los semáforos de salida deben ser visibles desde el semáforo de entrada por ambas vías, por lo que el proyecto arquitectónico debe considerar este requerimiento en el diseño de la estación.

004.J.02.b Botoneras de mando local de itinerarios

En las zonas de maniobras que no corresponden a las terminales, existen botoneras de mando local de itinerarios que deben estar al alcance del conductor, y a una distancia de 3 m antes de la señal, junto al teléfono de maniobra.

004.J.03 MANDO CENTRALIZADO

004.J.03.a Ruptores (fig 004-7)

Están instalados a todo lo largo de una línea del Metro a cada 150 m en cada vía, alternándose a cada 75 m, a una altura de 1.50 m sobre el nivel de rasante desde la empuñadura de la palanca de accionamiento. Cuentan con una indicación luminosa de color azul, para su fácil localización en caso de incidente.

En las estaciones de dos vías y dos andenes laterales o bien un andén central, se instalan ruptores en las cuatro cabeceras a 30 cm del punto normal de paro del tren, y en el o los gabinetes de emergencia a mitad del andén.

En las estaciones de dos vías y tres andenes, se instalan nueve ruptores en total, considerando que existe uno a mitad de cada andén, en las cabeceras de entrada y salida de los andenes laterales así como en las dos cabeceras de entrada del andén central.

En las estaciones de tres vías y dos andenes, se instalan 8 ruptores en total, de los cuales existen uno a mitad de cada andén, en las cabeceras de entrada y salida de las dos vías laterales; en la vía central existen 2 ruptores, uno en la cabecera del TCO y el otro en la cabecera opuesta y del lado contrario.

En el caso del andén de maniobras, sólo existen ruptores en ambas cabeceras a una altura de 1.50 m sobre el nivel de piso terminado de este andén.

Para el caso de la fosa de visita, se consideran tres ruptores dentro de la fosa, uno en cada cabecera y otro al centro de la misma.

En aquellos nichos de tracción con CS, SIT o IVS donde existe límite de sección para la alimentación de la barra guía, deben considerarse ruptores dobles en ambas vías, uno por cada sección. Dentro del nicho de tracción se debe contar con dos ruptores dentro del propio nicho (uno por cada sección), para protección del personal de mantenimiento.

Asimismo, en los nichos de tracción donde no existe límite de sección para la alimentación de la barra guía, debe considerarse un ruptor dentro del nicho para la protección del personal de mantenimiento.

En las terminales dentro del puesto de maniobras local, existe un ruptor al alcance del inspector cerca del pupitre de mando de señalización.

004.J.03.b Cofres de salida de estación

Estos cofres deben estar instalados junto a los equipos de señalización de tal manera que formen un solo conjunto.

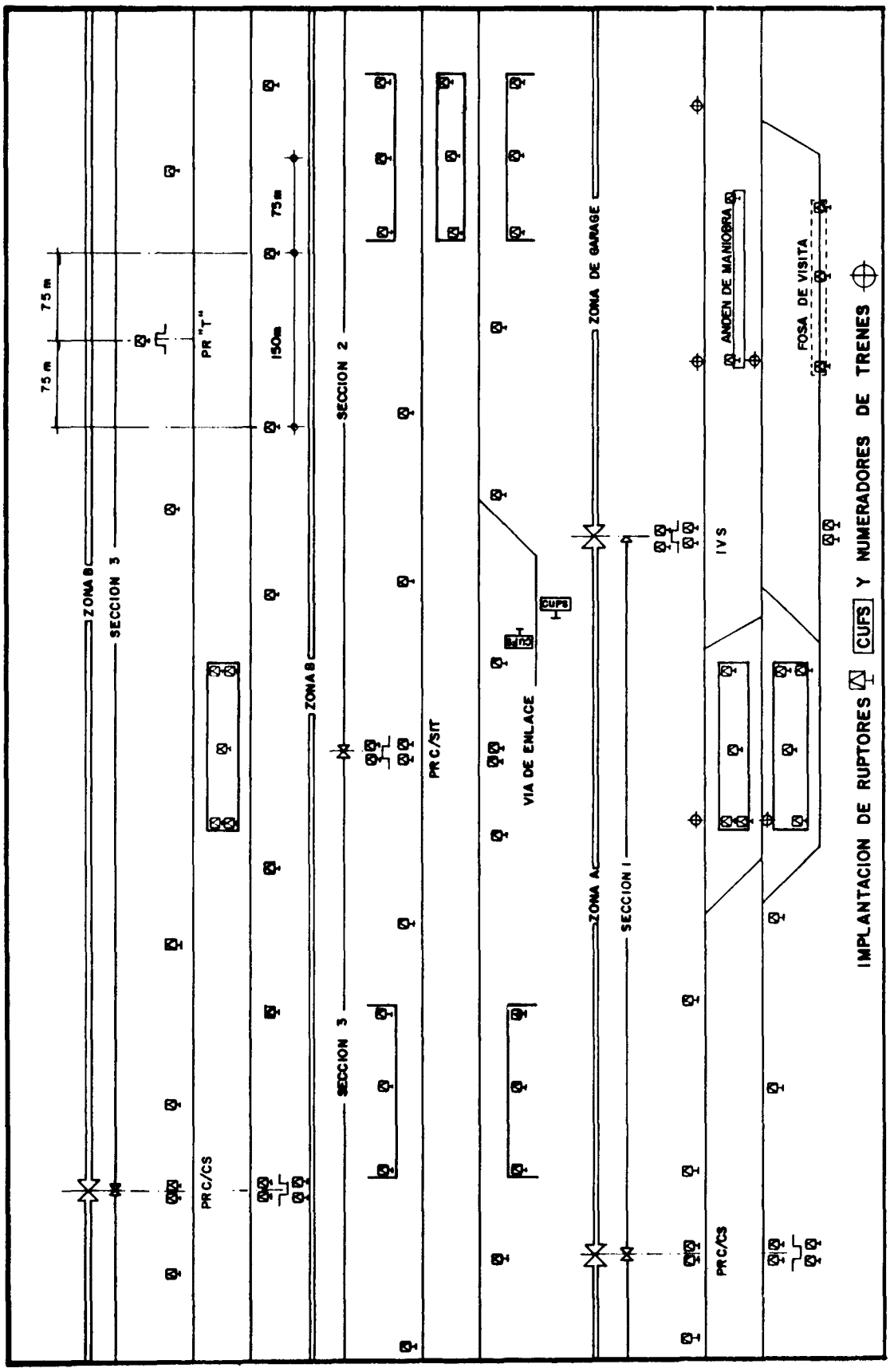


Fig 004-7 Implantación de ruptores

Al igual que los equipos de señalización, deben respetar el gálibo dinámico del tren y tener una correcta visibilidad desde la señal de entrada.

En aquellos casos en que por razones de espacio no pueda fijarse lateralmente con la señal, los cofres de salida de mando centralizado se fijarán a la losa superior, respetando el gálibo dinámico del tren.

004.J.03.c Relojes de salida

En las terminales existen relojes de salida en las ca-

beceras que dan hacia las vías principales y un repetidor dentro del puesto de maniobras local.

Estos relojes junto a los cofres de salida, deben formar preferentemente un solo conjunto con los equipos de señalización, siempre respetando el gálibo dinámico del tren.

El reloj que está dentro del puesto de maniobras se instala con referencia al TCO, de tal manera que el inspector local tenga una correcta visibilidad desde el pupitre de mando de señalización.

004.J.03.d Numeradores de trenes

Principalmente existen estos equipos dentro del puesto de maniobras local al alcance del inspector, quien es el responsable de numerar los trenes que salen hacia las vías principales. Siempre habrá un numerador de trenes por cada vía de salida hacia las vías principales.

Ocasionalmente se instalan numeradores de trenes en algunas partes de la zona de garage y sobre el andén de maniobras, donde se coloca junto al ruptor y al teléfono de señal.

Estos numeradores deben quedar a una altura y a una distancia determinada, de tal manera que el conductor tenga fácil acceso de marcar su número desde la cabina del tren.

004.J.03.e Corte de urgencia fuera de servicio en los enlaces (CUFS)

En los enlaces entre líneas se colocan indicadores de corte de urgencia fuera de servicio (CUFS), tanto para el acceso hacia el túnel de enlace, como para la salida hacia las vías principales.

Preferentemente estos indicadores deben colocarse antes del inicio de la barra guía y tener una correcta visibilidad.

004.J.04 TELECOMUNICACIONES

004.J.04.a Telefonía en cabeceras de andén

En todas y cada una de las cabeceras de los andenes de salida existirá un teléfono automático colocado dentro de una caja protectora empotrada en el muro, o bien detrás de la mampara.

Para el primer caso, será necesario dejar en el muro un hueco de dimensiones adecuadas para la instalación de la caja protectora y el paso de cables. Una vez hecha la instalación se colocará un marco perimetral, el cual también cubrirá los cables de alimentación, teniéndose acceso a ellos a través de una tapa abatible.

En el segundo caso, el hueco se hará en la mampara considerando tan sólo las dimensiones de la caja protectora.

Ocasionalmente en las mismas cabeceras de salida y otras veces en las cabeceras de entrada, se instalarán teléfonos de maniobra, colocados también en cajas protectoras, para los cuales se requieren las mismas preparaciones descritas anteriormente.

004.J.04.b Telefonía de maniobra

En las zonas donde exista una señal de maniobra, se colocará a 3 m de ésta un teléfono directo a una altura de 1.66 m sobre el nivel de rasante, para que tanto el personal de a pie, como el conductor tengan fácil acceso al teléfono, el cual se encuentra dentro de una caja protectora.

Esta caja protectora, con la puerta abierta, deberá quedar colocada a 30 cm del tren, respetando así el gálibo dinámico. La fijación de esta caja se hace mediante un soporte adecuado al muro o al piso, según sea el caso.

004.J.04.c Telefonía en taquillas y Jefe de Estación

En ambos casos, la telefonía en estos locales estará integrada a un módulo de telecomunicaciones y alarmas, por lo que las únicas consideraciones de importancia serán las de hacer coincidir el hueco existente en la base del módulo para el paso de cables, con la acometida de tuberías provenientes del vestíbulo.

004.J.04.d Teléfonos directos de emergencia

Estos teléfonos estarán integrados a los gabinetes de emergencia, ubicados a la mitad del andén. Sus preparaciones de acometida deberán de prever una tubería desde la parte interior del gabinete hasta el ducto bajo andén.

004.J.04.e Teléfonos públicos

Cada vestíbulo deberá contar con un núcleo de teléfonos públicos, los que requieren ser alimentados desde el exterior de la estación. Las tuberías, registros, modulación y altura deberán estar de acuerdo a las normas establecidas por Teléfonos de México.

004.J.04.f Teléfonos automáticos en locales de servicio

Cada uno de los locales técnicos, subestaciones de rectificación, alumbrado y fuerza, así como todos aquellos locales de servicio, permanencias, casetas de vigilancia, oficinas, etc., estarán equipados con un teléfono automático de la red interna.

En aquellos lugares donde estos teléfonos se colocan sobre escritorios o mesas de trabajo, las preparaciones de salida se dejarán a 40 cm sobre el nivel de piso terminado.

En todos los demás locales los teléfonos se fijarán al muro, requiriéndose las preparaciones de salida a 1.10 m de altura sobre el nivel de piso terminado.

004.J.05 TORNIQUETES

En cada vestíbulo de acceso existirán una o varias líneas de torniquetes, las cuales requerirán de una serie de preparaciones para su alimentación eléctrica, para su control y su desbloqueo, y además una puerta de cortesía.

Cada línea de torniquetes se tratará independientemente a las otras, por lo que cada una de ellas, llevará su tablero de alimentación, el cual deberá contar con una puerta con cerradura y su botón de desbloqueo, ubicado en las taquillas si éstas tienen visibilidad sobre toda la línea de torniquetes, pero en caso de que no la tengan, éste se colocará en el local del Jefe de Estación.

Cada torniquete tendrá su acometida por la parte inferior, por lo que las tuberías y registros quedarán ahogados en el piso, modulados a todo lo largo del vestíbulo, independientemente del número de torniquetes por instalar.

Los registros no utilizados deberán llevar tapa y cubrirse con mármol, dejándose como preparaciones a futuro, incluyendo los registros sobre la batería de torniquetes y que reciben tuberías provenientes del vestíbulo, de tal manera que se facilite el cableado futuro.

La alimentación eléctrica se realizará en forma alternada con circuitos independientes, identificando en el tablero correspondiente los conductores que alimentan a los torniquetes.

004.J.06 ALARMAS

004.J.06.a Jefe de Estación

Particularmente no existe ninguna consideración especial, salvo la correcta ubicación de la trinchera y registro de acometida al módulo de telecomunicaciones y alarmas, ya que estas últimas se encontrarán integradas dentro del mobiliario.

004.J.06.b Taquilla principal

De la misma manera que en el local del Jefe de Estación, sólo se requiere hacer coincidir el hueco existente en la base del módulo para el paso de cables, con la acometida de tuberías provenientes del vestíbulo. En taquillas secundarias no hay alarmas.

004.J.06.c Trayectoria de cableado

Con la finalidad de conocer tanto el número y tipo de cableado, como las trayectorias y seguir por las canalizaciones previstas, se desarrollará un resumen de información del proyecto eléctrico (IE), electromecánico (IEM) y electrónico (IEE) que involucre el sistema de alarmas, haciendo alusión a planos de detalle.

004.K SISTEMA DE RELOJES EN ANDENES

004.K.01 GENERALIDADES

Cada estación del Metro de la Ciudad de México posee para abordar los trenes uno, dos o tres andenes, en donde serán colocados varios relojes para que el público usuario puede informarse de la hora real.

004.K.02 DESCRIPCION GENERAL

Cada línea del Metro posee su propia red de relojes, los cuales son controlados mediante una señal que, proveniente del reloj maestro instalado en la estación más próxima al centro de la línea, denominada Estación Central, recorre las dos mitades de la línea, pasando por cada una de las estaciones. Cuando llega dicha señal a una estación, es tomada por los equipos locales los que por una parte la procesan y la envían a los relojes de andén y por otra la regeneran y la envían a la siguiente estación, donde es tratada en forma similar hasta llegar a la última estación, donde sólo es procesada y enviada a los relojes de andén. La señal es enviada a cada minuto y provoca el incremento de esa unidad de tiempo en el visualizador del reloj.

004.K.03 RELOJES DE ANDEN

004.K.03.a Equipos en línea

Los relojes de andén se instalarán a la mitad del andén, dos por cada uno, de manera que cada uno de ellos pueda ser visto por los usuarios ubicados en una mitad del andén y el otro por la otra mitad. Su fijación se hará a partir del techo del andén o de la estructura del mismo, dependiendo de la arquitectura de la estación, de manera que su ubicación le permita una visibilidad óptima.

004.K.03.b Equipos en local técnico

Los equipos instalados en el local técnico de la estación, tendrán la función de recibir la señal proveniente del reloj maestro para procesarla y enviarla a los relojes de andén, y además regenerarla y enviarla a la estación siguiente.

Estos equipos también permiten que los relojes propios de la estación puedan operar en forma autónoma, cuando por cualquier motivo no reciban la señal de sincronía. En el momento en que vuelva a recibirse la señal el reloj podrá operar nuevamente bajo ese control, es decir, dichos equipos permiten controlar y mandar localmente los relojes de una estación, a través de un visualizador que indique las horas y minutos que muestran los relojes de la estación. Este visualizador también se incluye en el equipo que regenera la señal proveniente del reloj maestro y la envía a otra estación.

004.K.03.c Equipo en la Estación Central

El equipo instalado en la Estación Central consistirá básicamente en un reloj maestro encargado de generar y enviar la señal de sincronía al resto de las estaciones de la línea.

En esta estación también existirá el equipo que se instale en las otras estaciones, pero duplicado en la parte correspondiente a la regeneración de la señal a una mitad de la línea y el otro a la restante.

Este equipo comprenderá al menos una unidad para su mando, la cual consistirá básicamente de un teclado o botonera para ajuste de horas, minutos y segundos, así como para la puesta a cero, en marcha y paro del reloj; otra unidad para el control consistirá en un visualizador que indique las horas, minutos y segundos, y la base de tiempo asociada a los circuitos de acondicionamiento de la señal de sincronía, que se envía a las estaciones.

Deberá tener dos salidas independientes, es decir, generadas por la misma base de tiempo, pero con circuitos de salida distintos, de tal manera que cuando ocurra una falla en una de ellas, no repercuta sobre la otra.

Asimismo, deberá preverse una entrada que permita a este reloj trabajar el mando de una señal de sincronía, enviada por un futuro reloj maestro que controle los relojes de todas las líneas.

CAPITULO 2.02.01.005
SISTEMAS HIDRAULICOS Y SANITARIOS

005.A ESTACIONES

En esta Especificación se tratan por una parte las instalaciones hidráulicas que corresponden a tuberías, equipos y accesorios en general, necesarios para proporcionar agua potable a todos los servicios requeridos por las edificaciones del Metro de la Ciudad de México, y por otra las instalaciones sanitarias que corresponden a tuberías de conducción y sus accesorios para la evacuación y ventilación de las aguas negras, grises y de lluvia.

005.A.01 SISTEMA DE ALIMENTACION DE AGUA POTABLE

Se entiende por alimentación de agua potable en las estaciones a todas las obras necesarias para proporcionar el sistema de almacenamiento de agua, ya sea en tinacos o en cisternas.

La fuente de abastecimiento de agua se logra a través de una o varias tomas del servicio municipal, según se requiera. Para determinar el diámetro de la toma es necesario conocer las variaciones de la presión de la red en el punto de inserción, por lo que deberán tomarse lecturas durante un periodo prolongado en un lugar próximo a dicho punto. Cuando no sea posible esto, se tomará como buena la lectura de la mínima presión disponible tomada durante el día.

En la selección del diámetro de la toma debe considerarse que el llenado de la cisterna conforme a su capacidad, no deberá exceder de un periodo de 12 horas. En consecuencia el diámetro de esta toma se determinará en función del gasto de llenado de la cisterna, presión disponible en la red, pérdidas por fricción en la tubería y pérdidas secundarias en general.

005.A.02 SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE AGUA

En caso del uso de cisterna, ésta deberá localizarse próxima al local donde se alojan los equipos de bombeo, evitando el contacto con las aguas freáticas, fosas sépticas y albañales, para lo cual, como medida obligatoria, deberá impermeabilizarse además de tomar cualquier otra medida requerida para ese fin, según se trate.

La cisterna o los tinacos, deben tener una capacidad tal que permitan almacenar por lo menos, el volumen total de agua requerido durante dos días para todos los servicios. En los lugares donde el suministro de agua potable sea deficiente, deberá considerarse que la cisterna tenga una capacidad de almacenamiento para el consumo de tres días, como mínimo.

Para permitir la entrada de aire y la salida del vapor despedido por el agua, deberán preverse tubos de ventilación (uno por cisterna), diseñados adecuadamente para evitar la entrada de insectos y otras materias que puedan contaminar el agua. Estos tubos ventiladores deberán ser curvos, terminados en codo de retorno, sobresaliendo por la tapa o parte superior de la cisterna 20 cm como mínimo.

La cisterna (fig 005-1) deberá proyectarse con un registro de acceso para inspección y limpieza cerca de las tuberías de succión y de los electrodos para el control de los niveles, contemplando una tapa de 60 × 70 cm la que deberá permanecer siempre cerrada.

En el fondo de la cisterna deberá diseñarse un cárcamo de succión, de recolección de sedimentos o de achique, localizado por debajo de las tuberías de succión de las bombas, debiendo quedar estas tuberías 10 cm arriba del nivel de la losa. Este cárcamo deberá tener 30 cm de profundidad, como mínimo.

Las cisternas deberán terminarse en su estructura civil, preferentemente con aristas redondeadas y finalmente, como ya se explicó, se tratarán con un sistema de impermeabilización.

005.A.03 SANITARIOS, CUARTOS DE ASEO Y PRIMEROS AUXILIOS

Los núcleos de sanitarios, cuartos de aseo y demás servicios de las estaciones, se encontrarán previstos desde el proyecto arquitectónico y deberá ser esta área la responsable de dimensionar y distribuir estos servicios de acuerdo a las necesidades propias de la estación, a fin de permitir la funcionalidad requerida. La capacidad de almacenamiento de agua deberá tomar en consideración las demandas de agua de estos núcleos y cuartos de servicio basándose en lo descrito en 005.A.02 de este capítulo.

005.A.04 DISTRIBUCION DE AGUA POR GRAVEDAD

El sistema de distribución de agua por gravedad, deberá comprender desde los tinacos hasta la red de tuberías necesarias para alimentar, con el gasto y la presión requerida, a todos los muebles sanitarios necesarios en la estación (fig 005-1).

Para determinar el gasto con el que se deberán calcular los diferentes tramos de tuberías, se utilizará el criterio llamado de valoración y acumulación de "unidades mueble", el cual deberá completarse con el método de Hunter.

En los sistemas de distribución de agua por gravedad, es muy importante considerar el mueble cuyas condiciones sean las más desventajosas para su alimentación en cuanto a carga, longitud y pérdidas, a partir de los tinacos. Una vez definido este punto, se efectuarán sumas acumulativas de los gastos requeridos por cada mueble que sea alimentado de la misma derivación, para la determinación del diámetro correspondiente.

Una vez definido el número de derivaciones o ramaleos y los gastos parciales y acumulados de cada una de ellas, se calcularán los diámetros de tubería, revisando que la velocidad del flujo no exceda de la máxima permisible, que las pérdidas no excedan de la carga disponible y que la presión en la descarga sea la requerida por el mueble.

005.A.05 SISTEMA DE ALIMENTACION DE AGUA A PRESION (HIDRONEUMATICOS)

En el diseño de este tipo de sistemas deberá seleccionarse el equipo de bombeo con un tanque hidroneumático, siempre que el gasto máximo probable resulte de 13 ℓ/s o menos (fig 005-2).

Para determinar el volumen y dimensiones del tanque existen varios métodos que dan valores sensiblemente iguales; sin embargo, como regla general, deberán comprobarse los cálculos con los datos y nomograma de Yuan (ver fig 005-3).

Los equipos hidroneumáticos que se proyecten para las estaciones del Metro deberán estar equipados con supercargadores sin la utilización de compresores de aire, pues los volúmenes de los tanques, gasto máximo y presiones, son relativamente pequeños.

005.A.05.a Equipos de bombeo

Para determinar la carga total de bombeo, H, deberán tomarse en cuenta los siguientes conceptos:

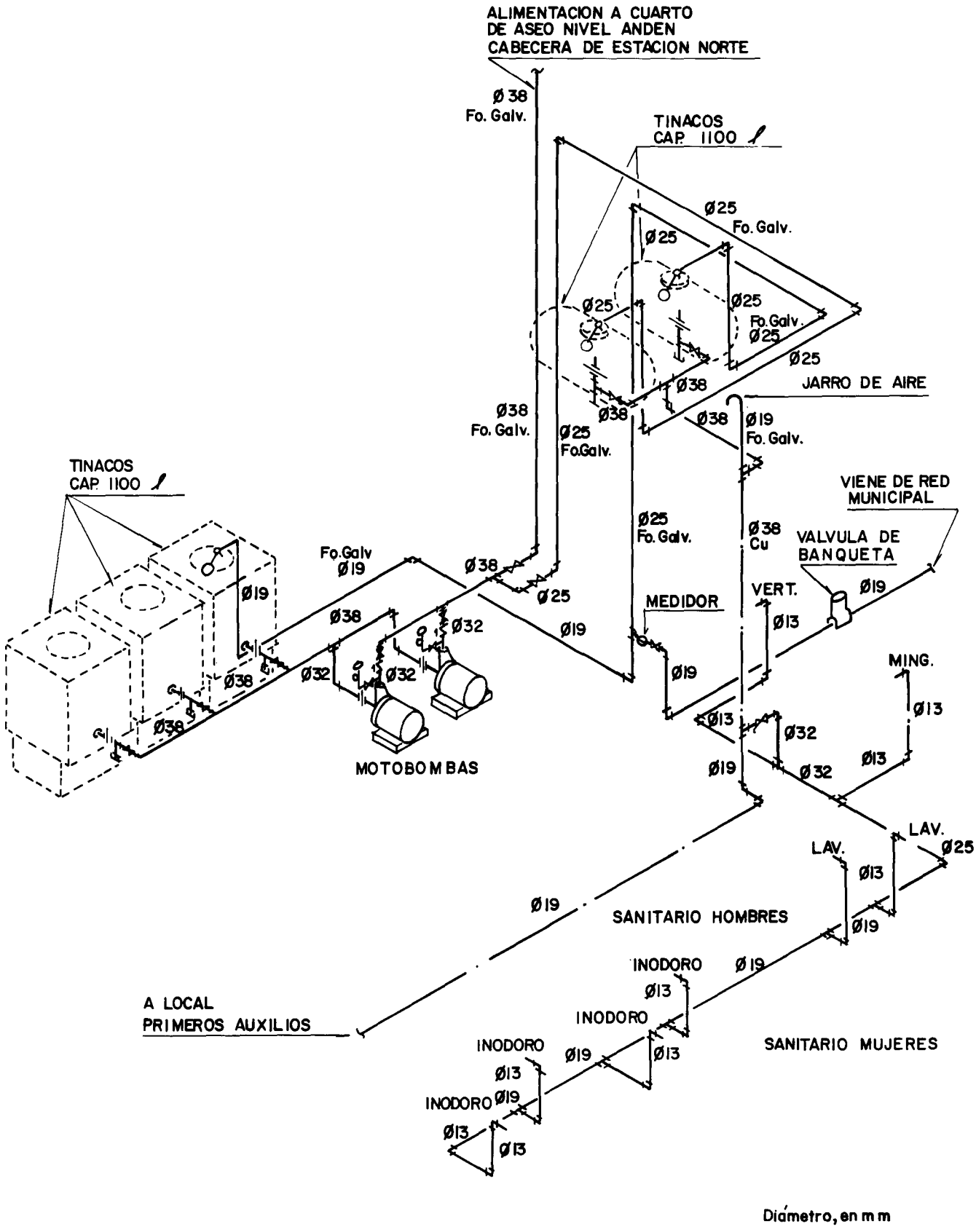


Fig 005-1 Distribución de agua por gravedad

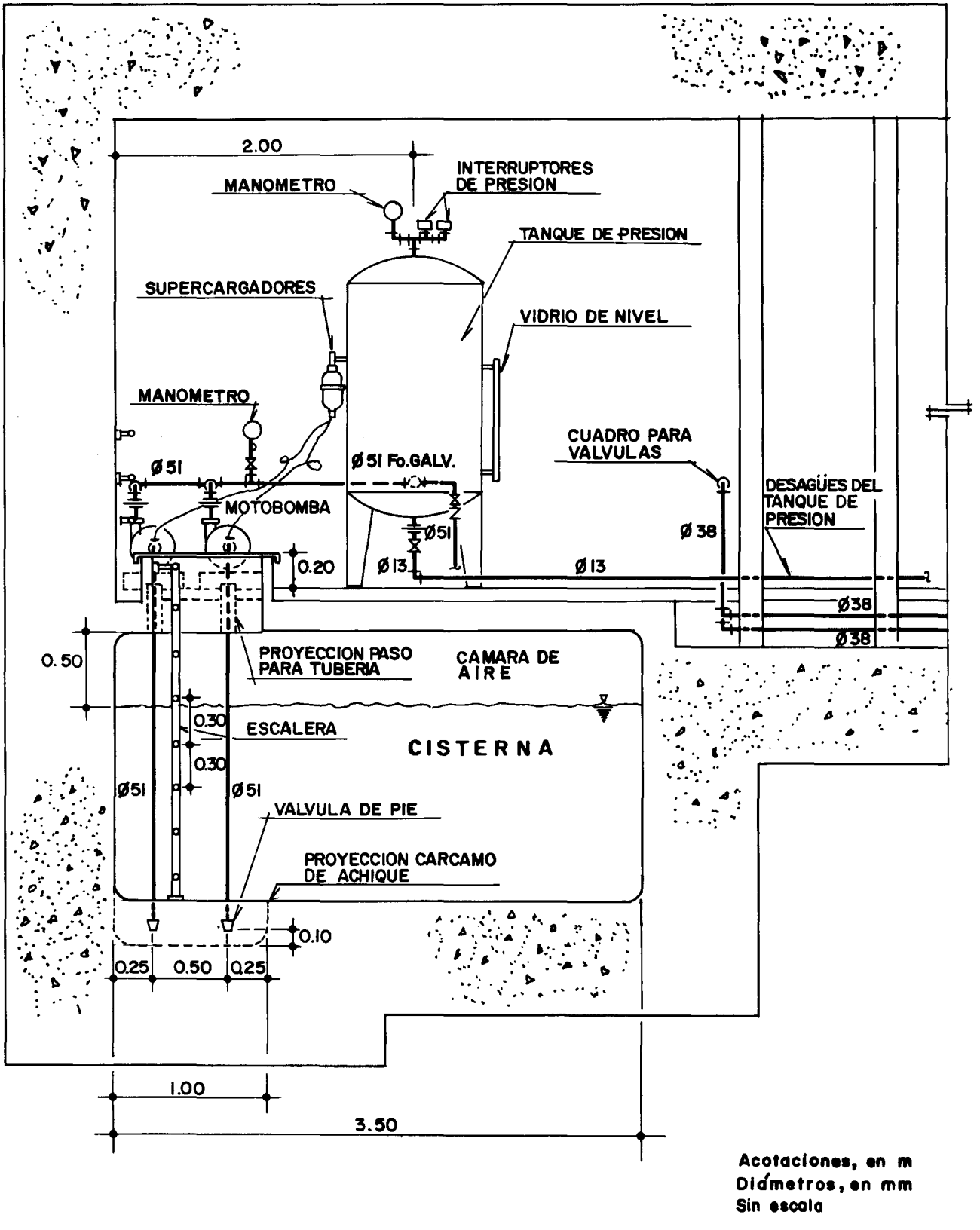


Fig 005-2 Equipo hidroneumático y cisterna

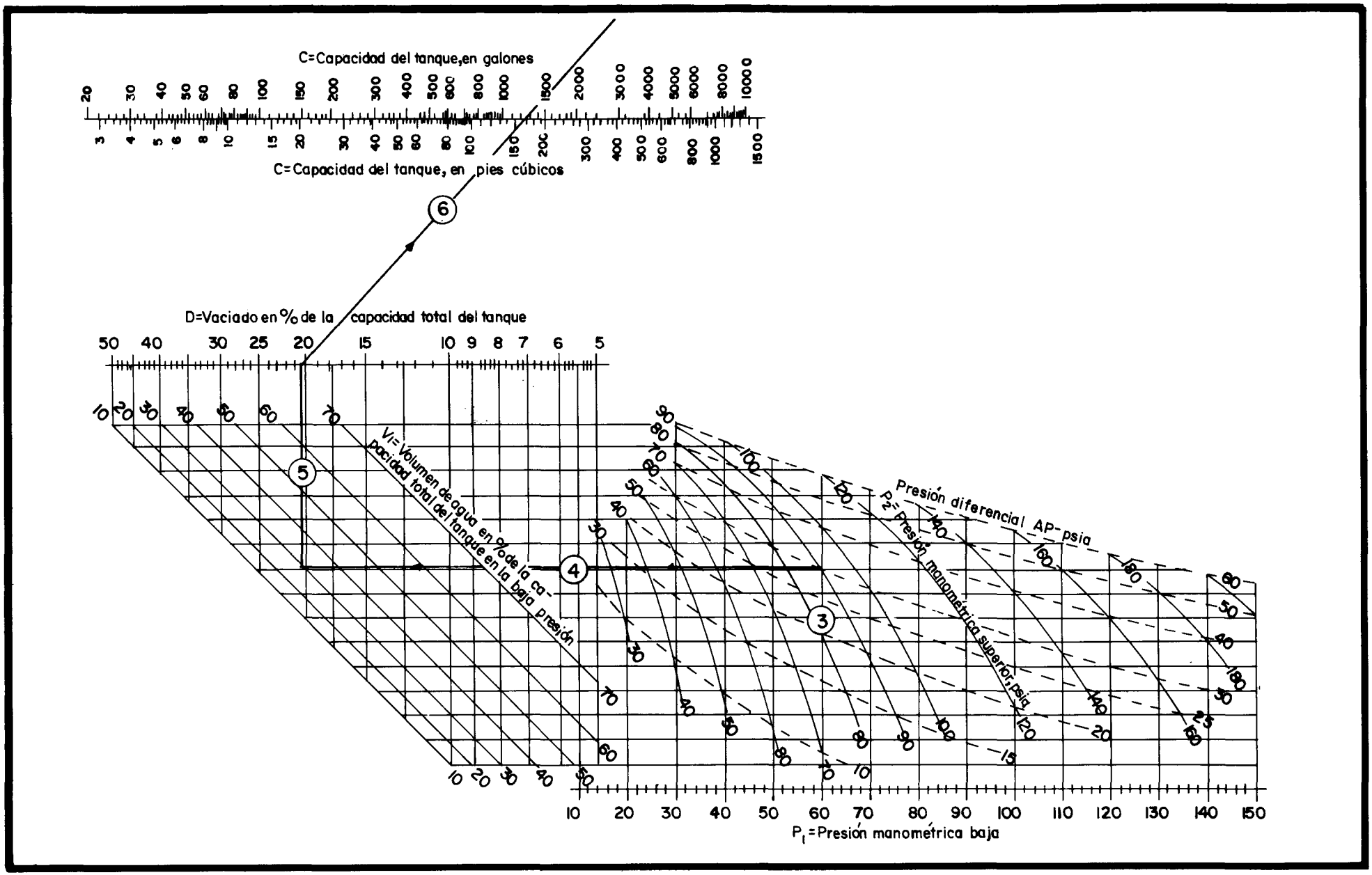


Fig 005-3 Nomograma para sistema de alimentación de agua a presión (Ref. Yuan)

— Carga estática, h_e. Corresponde a la distancia vertical entre el eje de la bomba y el mueble que se considere como el más desfavorable, ya sea por su altura o por su lejanía, expresado en metros.

— Carga de trabajo, h_t. Corresponde a la carga, expresada en metros de columna de agua, y requerida por el mueble o equipo considerado para su correcta operación.

— Carga de fricción, h_f. Corresponde a la suma de las pérdidas por fricción, expresadas en metros de columna de agua, desde el origen de la succión hasta el punto de descarga considerado. La velocidad de agua en la tubería no excederá de 2 m/s.

— Carga secundaria, h_v. Corresponde a la pérdida de carga, expresada en metros de columna de agua, por ampliación o reducción del diámetro, cambios de dirección, piezas especiales y otras menores.

— Carga de succión, h_s. Corresponde a la distancia vertical, en metros, entre el eje de la bomba y la superficie del agua, cuando el agua está abajo del nivel del eje de la bomba, convirtiéndose en altura de succión cuando el nivel del agua está arriba del nivel de dicho eje.

En resumen, la carga total de la bomba es la suma de todas las cargas mencionadas:

$$H = h_e + h_t + h_f + h_s + h_v$$

Por otra parte, invariablemente deberá considerarse como un equipo de bombeo, el formado por dos bombas, cada una con capacidad para proporcionar del 80 al 100 por ciento del gasto máximo probable, dependiendo de la curva de la bomba, con una carga adicional en la descarga de 7 a 14 m de columna de agua.

Las motobombas seleccionadas deberán ser centrífugas horizontales, con motores trifásicos de 60 Hz, de las marcas más comerciales y prestigiadas y fabricadas de preferencia en el país.

005.A.06 REDES DE DRENAJE

005.A.06.a Red interna de desagües para sanitarios

Los desagües correspondientes para los locales de servicio comprenden básicamente los sanitarios para empleados (inodoros, mingitorios y lavabos), vertederos en cuartos de aseo y lavabos en área de primeros auxilios, en donde las necesidades de funcionamiento del proyecto de la estación determinarán el sistema de drenaje que deberá preverse, desde los locales hasta la tubería municipal ya sea en descarga por gravedad o por bombeo.

Será importante tomar en cuenta el nivel donde se encuentren los servicios, ya que la evacuación de las aguas deberá efectuarse mediante cualquiera de estos dos sistemas, por gravedad o por bombeo.

005.A.06.b Cárcamos de aguas negras

Estos cárcamos deberán ser utilizados sólo en aquellas estaciones en donde los servicios se encuentran por abajo del nivel exterior, lo cual debe lograrse mediante un equipo dúplex de bombeo para operar alternadamente las descargas de aguas negras hacia el drenaje municipal (fig 005-4). Asimismo, es indispensable localizar este cárcamo inmediatamente junto al núcleo de servicios, destinando un local exclusivo para los tableros de control, la operación y mantenimiento de los equipos cuando éstos requieran de mantenimiento fuera del local.

Las bombas utilizadas en este tipo de cárcamos, deberán ser preferentemente del tipo sumergible con sistema de izaje a base de tubos de acero inoxidable, inatascables para manejar aguas negras y de aseo, con el gasto y potencia de motor que los cálculos determinen.

Para el diseño de la red de descarga, deberá considerar adicionalmente una preparación para una bomba de emergencia, para el caso de la falla simultánea del equipo dúplex del bombeo previsto.

005.A.06.c Desagües de agua de limpieza y filtraciones

En todo tipo de estaciones que comprendan la red del sistema, deberán preverse desagües inmediatos en aquellas zonas de máxima circulación de usuarios que requieran de un mantenimiento constante de limpieza, así como junto a los muros que estando en contacto con el terreno natural se considere que puedan presentar filtraciones de agua hacia el interior de la estación.

005.A.06.d Zoclo dren y coladeras

Con el objeto de recolectar y canalizar el agua correspondiente a las filtraciones y evitar que éstas escurran hacia las circulaciones, en los vértices que forman los muros con los pisos se deberán colocar zoclos dren de granito, que permitan captar el agua de filtraciones y/o la del aseo, para encauzarla hacia las coladeras distribuidas estratégicamente, aproximadamente a cada 15 m, procurando que el agua recorra mínimas distancias (fig 005-5).

Las coladeras deberán conectarse a tubos con un diámetro mayor que permita darles mantenimiento, así como evitar que éstos se azolven fácilmente. Asimismo, deberán preverse registros de albañal con areneros para decantar el agua y mantener las tuberías libres de arena y polvo.

Las tuberías para albañales deberán ser instaladas conforme las pendientes indicadas en los planos; estos tubos deberán ser nuevos y sin ningún deterioro.

Los registros para albañales deberán tener en su interior un pulido de cemento, así como las siguientes dimensiones de acuerdo a su profundidad:

Profundidad, en m	Dimensiones interiores, en m
Hasta 1.00	0.40 × 0.60
De 1.00 a 2.00	0.50 × 0.70
Mayor de 2.00	0.60 × 0.80

La profundidad mínima del primero de los registros será de 0.60 m a la plantilla.

005.A.06.e Drenaje en áreas expuestas a lluvia

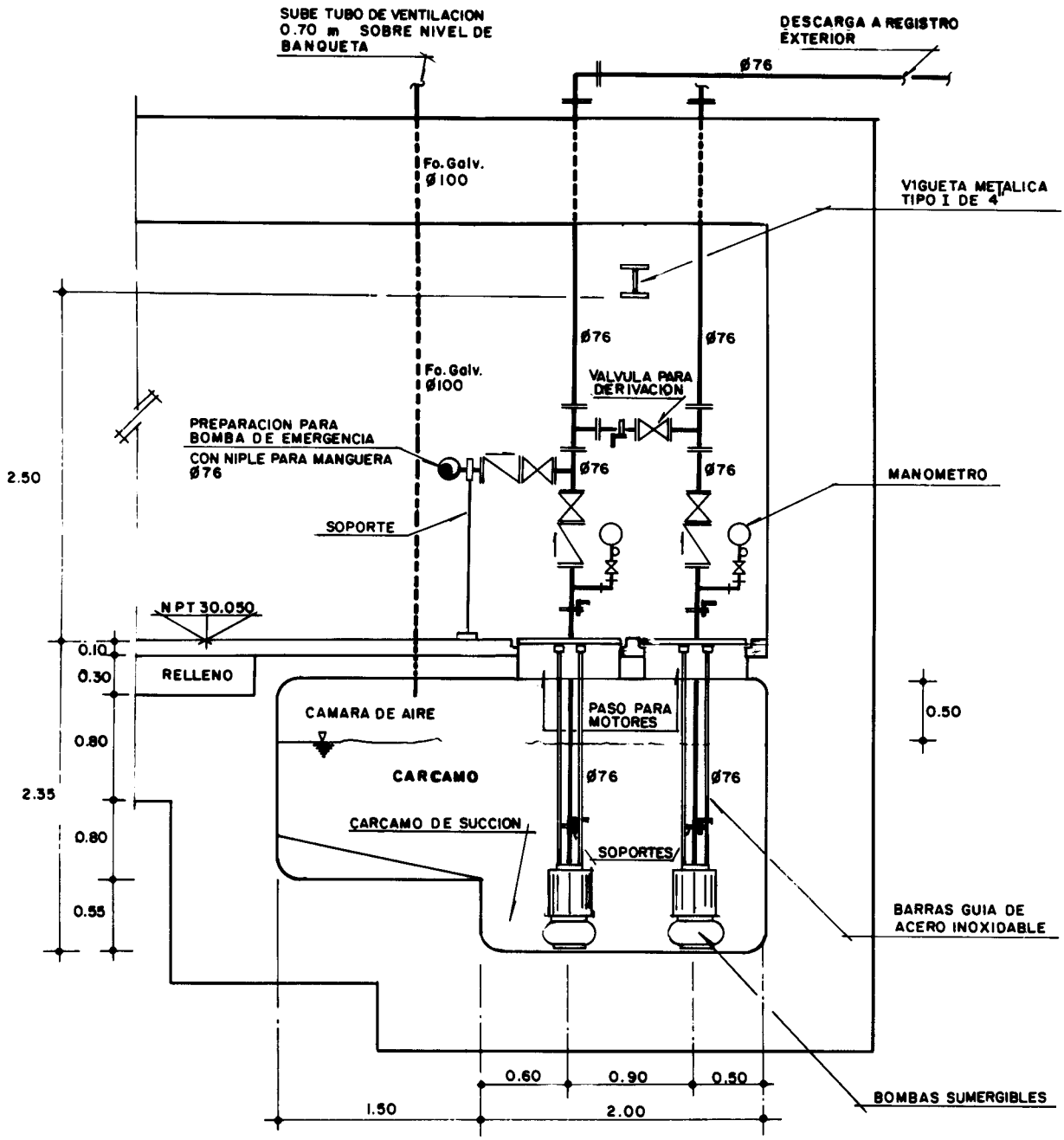
Generalmente las aportaciones de agua pluvial que penetran a la estación provienen de los accesos propios y de las rejillas de ventilación previstos en cada una de ellas.

Estas aportaciones deberán ser inmediatamente conducidas a través de la red de drenaje interior hacia los cárcamos de recolección. De igual manera el agua de aseo, así como la de filtración deberán reconocer a este cárcamo.

Analizados los gastos de aportación hacia los cárcamos por concepto de agua de aseo, agua de filtraciones y agua de lluvia, será necesario considerar como la más importante y de mayor volumen la correspondiente a la lluvia, por lo que la capacidad de los cárcamos deberá calcularse considerando un tiempo de llenado de tres horas, lo que permitirá contar con un factor de seguridad, ya que de lo contrario, los dispositivos de arranque y paro automático de las bombas estarían operando continuamente para desalojar el agua al colector municipal (figs 005-5 y 005-6).

005.A.06.f Rejillas y canales

En la zona correspondiente a las vías dentro de la estación deberá considerarse en ambos lados de los andenes un dren lateral con tubos de 20 mm de diámetro, registros, y coladeras que



Acotaciones, en m
Diámetros, en mm
Sin escala

Fig 005-4 Cárcamo y equipo de bombeo para aguas negras

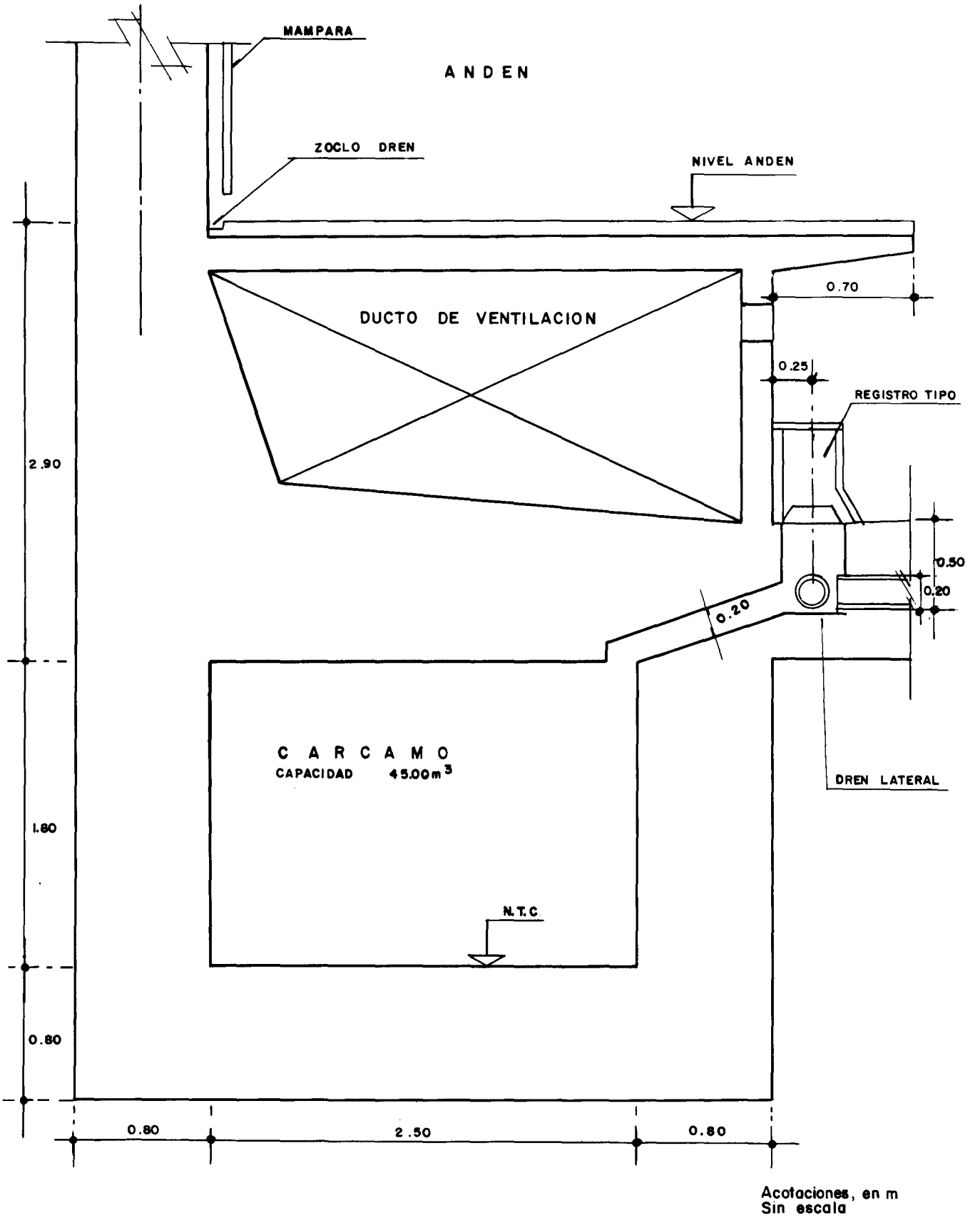


Fig 005-5 Cárcamo en cabecera de estación

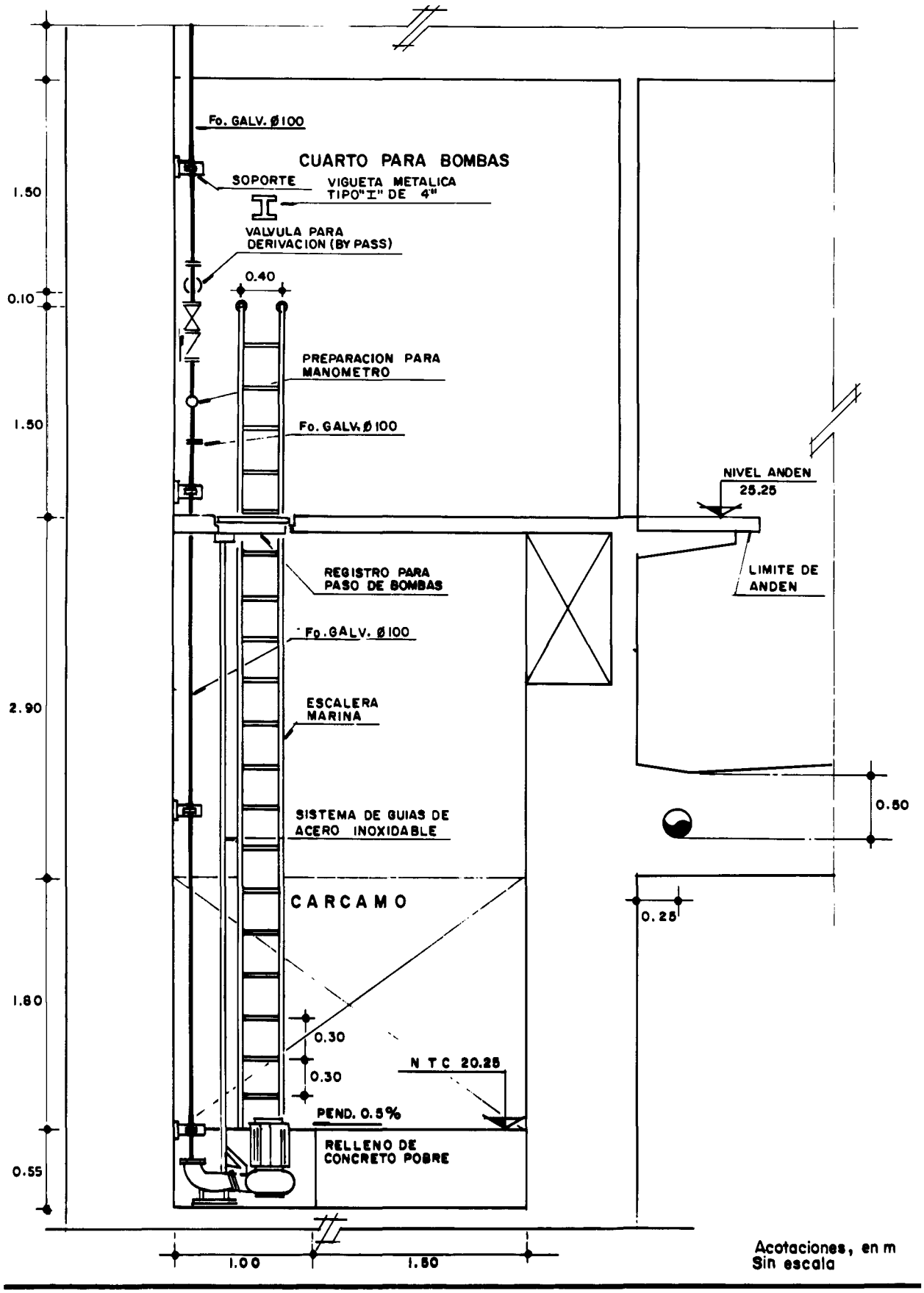


Fig 005-6 Cárcamo en cabecera de estación

permitan drenar al agua hacia el cárcamo más próximo, manteniendo seco el balasto de la estación (fig 005-5).

005.A.06.g Escaleras mecánicas

En los fosos destinados para las escaleras mecánicas deberá preverse un sistema de drenaje que elimine el agua procedente de filtraciones o aseo, por lo que, en virtud de las características mecánicas y constructivas de dichas escaleras y del poco espacio que ahí queda, invariablemente deberán drenarse ya sea por gravedad o por bombeo, sin importar el número de ellas y el lugar donde se encuentren.

005.A.07 TIPOS DE TUBERIA

De acuerdo a su función, se utilizarán tuberías de los materiales indicados en la tabla 005-1.

Tabla 005-1. Tipos de tubería

Función	Concepto	Material	Opción
AGUA POTABLE	Conducción cuadro de medición a cisterna o tinacos bajos	Fierro galvanizado Céd. 40	Cobre tipo "M"
	Conducción de cisterna a tinacos elevados	Fierro galvanizado Céd. 40	Cobre tipo "M"
	Cabezal de interconexión en tinacos	Fierro galvanizado Céd. 40	Cobre tipo "M"
	Columnas de agua fría, caliente y ramaleo interior	Cobre tipo "M"	—
	Ramaleo en cuarto de máquinas	Fierro galvanizado Céd. 40	Cobre tipo "M"
	Cabezal de succión para equipo de bombeo, mayor o igual a 100 mm de diámetro	Tubería de acero Céd. 40	—
DRENAJE	Ramaleo primario y secundario	Fierro fundido	
	Conexión del mueble al ramal secundario (excepto inodoro)	Fierro galvanizado Céd. 40	Cobre tipo "M"
	Conexión del inodoro al ramal secundario	Plomo	—
	Descarga a red municipal de drenaje	Concreto simple	—
	Bajada para agua pluvial, negra o gris	Fierro fundido	—
VENTILACION	Conexión de muebles a columna doble ventilación	PVC sanitario	Cobre tipo "M"
	Columna doble ventilación	PVC sanitario	Cobre tipo "M"
VAPOR	Red general	Fierro negro Céd. 40	—
RIEGO	Red general	Fierro galvanizado Céd. 40	—

Las piezas especiales como codos, tes, reducciones y demás de uso común, serán del mismo tipo de material que la tubería.

Las válvulas de seccionamiento serán de bronce, fierro fundido y combinaciones de estos materiales, para las presiones especificadas en los proyectos.

005.B TRAMOS

Con objeto de impedir que el agua proveniente de filtraciones y de lluvia penetre directamente o a través de las rejillas de ventilación y provoque inundaciones, deberá considerarse un sistema de drenaje en los tramos e interestaciones, que estará en función de las necesidades que se presenten según el tipo de tramo, ya sea elevado, subterráneo o superficial.

Para la solución en tramo elevado el sistema de evacuación de las aguas pluviales, ya que no existen filtraciones, deberá realizarse por gravedad, localizando las bajadas de aguas en las columnas que soportan la estructura. Para cada trabe apoyada en dos columnas, se deberá ubicar una serie de coladeras de 100 mm (4") de diámetro, que capten el agua y la lleven a través de una red de tuberías que deberán conectarse a las bajadas pre-

vistas en cada columna. Estas bajadas deberán quedar ahogadas en la propia columna y descargarán a un registro que a su vez deberá ser conectado a la red de drenaje municipal para descargar por gravedad.

Cuando el tramo sea en cajón subterráneo, es importante analizar el perfil longitudinal de la línea para localizar cárcamos de bombeo en los puntos bajos del mismo, garantizando de esta manera que el cajón permanezca libre de zonas inundadas. En cada cárcamo deberán considerarse dos bombas del tipo sumergible, capaces de conducir el agua a través de tuberías de descarga a un registro previsto a nivel de la calle o exterior, el que a su vez estará conectado al drenaje municipal. La operación de estas dos bombas deberá ser en forma alternada para evitar que sólo una de ellas trabaje, permitiendo también el dar mantenimiento cuando se requiera, sin tener que dejar fuera de servicio los cárcamos, aunque sea temporalmente.

La solución para drenar los tramos superficiales deberá ser similar a la del caso de los tramos subterráneos, sólo que cuando sea posible, las aguas deberán drenarse por gravedad hacia el drenaje municipal, sin necesidad de la instalación de equipos de bombeo.

005.B.01 SISTEMA DE DRENAJE DEL CAJON, TUBOS DREN COLECTORES

A todo lo largo del cajón subterráneo y ahogados en la losa inferior, deberán instalarse dos tuberías de 200 mm (8") de diámetro, de PVC, las que tendrán la función de drenar,todas aquellas aportaciones, ya sean pluviales que entran a través de las rejillas de ventilación o las aguas freáticas que se filtran por los muros al interior del propio cajón. Estas tuberías tendrán coladeras interconectadas a cada 10 m y registros a cada 30 m, que permitan efectuar los trabajos de limpieza y mantenimiento necesarios (fig 005-7).

005.B.01.a Registros y cubiertas del tubo dren

A todo lo largo del cajón, en forma ininterrumpida y a ambos lados sobre las coladeras, se deberá colocar una cubierta de concreto, que tendrá la función de contener el balasto, además de dejar libre un canal por donde escurra el agua (ver detalle ilustrativo en la fig 005-8).

005.B.02 CHAROLAS PLUVIALES EN LAS REJILLAS DE VENTILACION

Con el fin de captar el agua pluvial que penetra al cajón a través de las rejillas para la ventilación, deberán colocarse charolas recolectoras a base de lámina galvanizada. Estas charolas se colgarán de tal manera que permitan a la vez respetar el área requerida para la ventilación, así como los gálibos de circulación de los trenes en el interior del túnel. Por medio de dos bajadas pluviales, la charola se drenará directamente al dren lateral del cajón (ver figs 005-7 y 005-8).

005.B.03 LOCALIZACION DE CARCAMOS PARA AGUAS PLUVIALES Y FILTRACIONES

Como ya se mencionó, los cárcamos de tramo se localizarán en los puntos más bajos del perfil longitudinal del cajón. A estos cárcamos se hará llegar las aguas pluviales y de filtración de muros, a través de los tubos colectores o drenes laterales que descargan por gravedad a los cárcamos; los tubos del dren deberán tener la misma pendiente longitudinal que la losa inferior del tramo.

005.B.03.a Dimensionamiento y capacidad de los cárcamos de tramo

Para dimensionar y determinar la capacidad de los cárcamos de tramo, habrá que tomar en cuenta la longitud de los tramos y su pendiente longitudinal, el área y número de rejillas de ventilación del tramo, el factor de filtración del agua del subsuelo a través de los muros y la capacidad determinada del equipo de bombeo. Los cárcamos deberán contar con acceso directo por el cajón, con el fin de permitir mayores facilidades para dar mantenimiento a los equipos de bombeo.

005.B.03.b Equipos de bombeo sumergible

En todos los cárcamos de tramo, el sistema de bombeo consistirá en dos bombas eléctricas del tipo sumergible, que trabajen mediante un tablero de control a 220 V, 60 hertz.

Las bombas deberán calcularse para vencer la carga dinámica total y el gasto estimado con una sola de ellas, aunque en un momento determinado si las aportaciones de agua al cárcamo fueran mayores, podrían trabajar las dos simultáneamente.

Estos equipos de bombeo deberán contar con un sistema de izamiento propio, a base de tubos de acero inoxidable, para poderse extraer de los cárcamos cuando éstos requieran mantenimiento.

005.B.03.c Tuberías y accesorios

Las tuberías de las descargas de los equipos de bombeo deberán ser de fierro galvanizado con extremos bridados. El diámetro deberá calcularse en función del gasto por manejar y la velocidad máxima permisible.

Las válvulas y conexiones también serán del tipo bridado y de los diámetros que cada proyecto requiera. Cada equipo de bombeo deberá contar con su propia línea de tubería de descarga independiente hacia el exterior y éstas deberán estar interconectadas a través de un by pass, con válvula de compuerta para permitir utilizar cualesquiera de las líneas en caso necesario.

También deberá considerarse la conexión para una bomba de emergencia, a base de un niple para manguera de 76 mm de diámetro (ver fig 005-4).

Todas las tuberías deberán ir debidamente soportadas al muro y al techo. Se calcularán los espaciamientos de soportes en cada caso, aceptándose 3 m como separación máxima, para evitar vibraciones.

005.B.03.d Registros de descarga exteriores

Las tuberías de descarga de las bombas deberán desaguar en registros exteriores (pozos de visita nuevos) a nivel de la calle, cuyas dimensiones serán las necesarias para recibir los gastos de agua calculados, sin que se desborde por la tapa.

005.B.04 DESCARGAS A LA RED MUNICIPAL

De los registros antes mencionados, deberá hacerse una conexión a la red municipal con tubería de concreto, de diámetro adecuado en función del gasto, la que tendrá una pendiente hacia la red municipal a fin de lograr la evacuación por gravedad.

005.B.05 TIPOS DE TUBERIA

Se apegarán a lo descrito en 005.A.07.

005.C TALLERES

Dentro de los talleres están comprendidas instalaciones para depósito, reparación menor y mayor de los trenes, prueba de los mismos, reparación de equipos varios como transformadores, rectificadores, bombas, motores, etc., así como instalaciones para el personal administrativo.

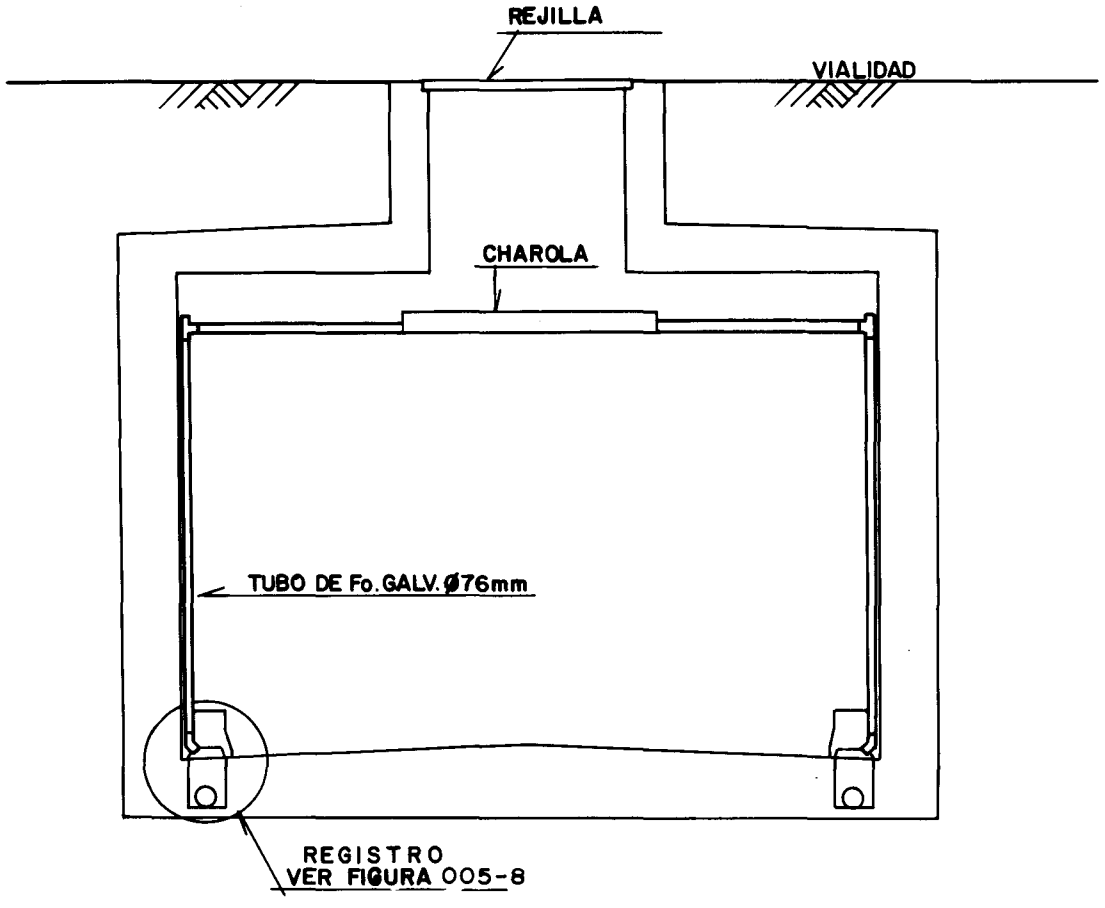


Fig 005-7 Sistema de drenaje para líneas en cajón

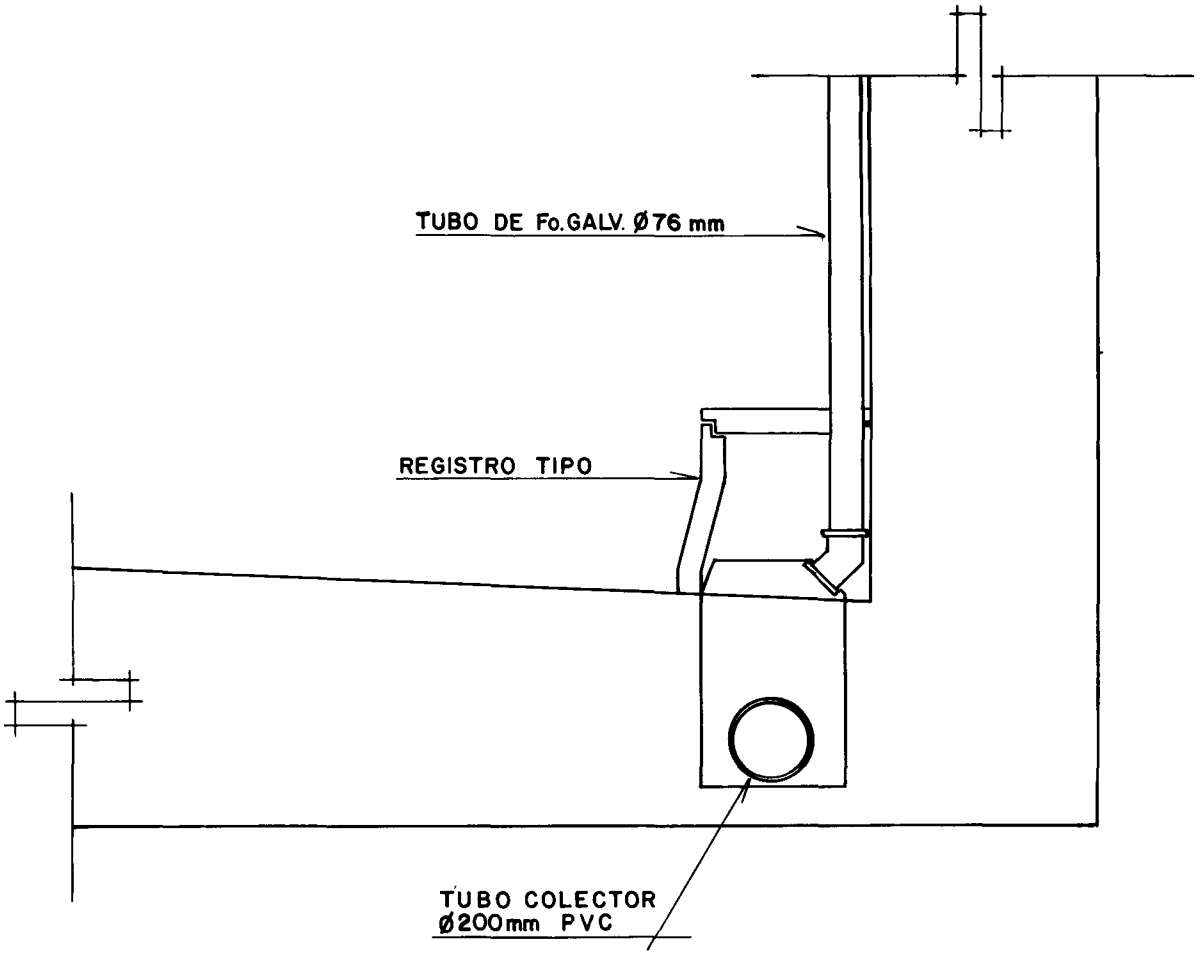


Fig 005-8 Detalle de figura 005-7

005.C.01 REQUERIMIENTOS GENERALES DE AGUA POTABLE

Para cubrir las necesidades de agua de todas las instalaciones de los talleres y poder satisfacer el gasto y la presión suficiente en el momento que se requiera, se utilizarán equipos de bombeo programado, operando desde una cisterna con la capacidad adecuada, que para tal caso se proyecte y garantice un óptimo funcionamiento sin problemas de operación.

005.C.02 NECESIDADES DE AGUA Y SUMINISTRO

Para poder cubrir las necesidades de agua potable a los talleres, se deberán tomar en cuenta cuatro requerimientos en los que se utilizará el agua, y que son:

a) Uso personal y de servicio; sanitarios, cocina, regaderas. limpieza y aseo.

b) Uso industrial; para lavado de trenes y accesorios, agua para enfriamiento, agua para proceso, llenado de pipas, etc.

c) Riego; para todas las zonas jardinadas, así como de patios.

d) Protección contra incendio; reserva de agua destinada para extinguir incendios.

Para diseñar una cisterna que cumpla con las necesidades de los talleres en relación a los usos anteriormente mencionados, se deberán tomar como norma las dotaciones indicadas en la tabla 005-2.

Tabla 005-2. Dotaciones de agua

Uso	Dotación	
Personal y de servicio	1. Empleados	50 ℓ/día
	2. Cocina	30 ℓ/C
	3. Regaderas	70 ℓ/P
	4. Limpieza y aseo	3 ℓ/m^2
Industrial	1. Máquina lavadora de trenes	18 m^3/día
	2. Lavado de accesorios	2 m^3/día
	3. Riego de balasto	35 m^3/día
	4. Agua para enfriamiento	15 m^3/día
	5. Agua para proceso	13 m^3/día
Riego		1 ℓ/m^2
Incendio	Dependerá del o de los sistemas que se utilicen, así como de la probable simultaneidad de ellos	

Los consumos indicados en la tabla 005-2 deberán ser confirmados por los proveedores de los equipos que se vayan a utilizar.

005.C.03 ALMACENAMIENTO

El suministro de agua potable deberá ser conducido desde las redes municipales a una cisterna construida a base de concreto armado, para su almacenamiento la cual tendrá una capacidad que permita cubrir el consumo diario, más la reserva para un día de uso, en el caso de falla del servicio municipal.

La cisterna deberá estar dividida en tres celdas, de las cuales una funcionará como cárcamo de succión, estando las otras dos comunicadas a ésta por medio de una válvula de compuerta, que en su operación normal deberá estar abierta y que únicamente se cerrará para realizar la operación de limpieza. Cada celda deberá tener acceso a través de pasos de hombre, de 0.80 × 0.80 m y escaleras marinas de 0.40 m de ancho, adosadas al muro de la cisterna. Además, cada celda deberá contar con un tubo ventilador de fierro galvanizado con un diámetro de 100 mm, protegiendo las entradas de aire con una malla contra insectos o roedores. La cisterna deberá estar diseñada de tal forma que se pueda limpiar cada una de sus celdas, sin necesidad de interrumpir el servicio de agua a los talleres.

La cisterna deberá localizarse próxima al local del equipo de bombeo, evitando el contacto con las aguas freáticas, fosas sépticas o tuberías de albañal. En su estructura civil deberá terminarse con paredes a base de un pulido de cemento y sus esquinas serán preferentemente redondeadas, tratando además su interior con un sistema de impermeabilización. Asimismo, en el fondo se diseñará un foso de succión o recolección de sedimentos,de 30 cm de profundidad, localizado por abajo de las tuberías de succión de las bombas, las que deben quedar 10 cm arriba del fondo del foso.

005.C.04 EQUIPOS DE BOMBEO

El tipo de bombas que se deberá utilizar para satisfacer las necesidades de gasto y presión, son las del tipo centrífugo, horizontales, a excepción de la bomba de achique, que será del tipo sumergible.

Los equipos para el bombeo programado, riego y máquina lavadora, succionarán hasta un nivel más alto que los equipos de protección contra incendio, para mantener intacta la reserva de agua de antemano prevista para el sistema contra incendio.

La clasificación de los equipos de bombeo para poder cubrir las demandas de los diferentes servicios es la siguiente:

1. Equipo de bombeo programado (servicios en general).
2. Equipo de bombeo para riego
3. Equipo de bombeo para protección contra incendio.
4. Equipo de bombeo para la máquina lavadora de trenes.

005.C.04.a Equipo de bombeo programado

Este sistema estará formado por cuatro unidades de bombeo, en donde dos bombas conocidas como "bombas piloto", manejarán cada una el 25 por ciento del gasto de proyecto, y las otras dos, conocidas como "principales", manejarán el 50 por ciento restante del gasto de proyecto. De acuerdo a la demanda de agua potable que se presente en los talleres, funcionarán sólo las bombas piloto o en combinación con las principales. La totalidad del gasto de proyecto deberá darse con la combinación de dos bombas principales o una principal y dos piloto, y deberá preverse además una reserva de bombeo del 50 por ciento para poder emplear la de emergencia en caso de falla de alguno de los equipos; además, el sistema deberá ser programado, para que su operación y paro se efectúen de acuerdo a la variación de la demanda presentada durante el día.

005.C.04.b Equipos de bombeo para riego

Una sola unidad de bombeo integrará este equipo, en donde el funcionamiento de la bomba debe ser automático, como respuesta a la baja de presión en la red. Deberá trabajar presurizada y como consecuencia del uso de alguna manguera de riego. De manera inversa, cuando la presión se restablezca, la bomba deberá parar automáticamente.

005.C.04.c Equipo de bombeo de protección contra incendio

Estará formado por dos unidades de bombeo, una accionada por un motor eléctrico y la otra por un motor de combustión interna; en ambos casos deberán operar con la succión ahogada, para ga-

rantizar que su cebamiento sea perfecto y su funcionamiento sea automático como respuesta a la baja presión de la red contra incendio, a partir del empleo de un gabinete con manguera o del sistema de rociadores en almacén. La bomba de combustión interna deberá entrar en operación cuando continúe bajando la presión o en caso de que por algún motivo no funcione la unidad eléctrica, permaneciendo en servicio mientras no se restablezca la presión en la línea, que debe ser de 3 kg/cm^2 (294 MPa).

005.C.04.d Equipo de bombeo para la máquina lavadora

Dos unidades de bombeo de iguales características formarán este equipo; su funcionamiento será a partir de una señal remota, proveniente del taller de pequeña revisión, que es donde se ubica la máquina lavadora. Cada unidad deberá proporcionar el 100 por ciento del gasto requerido, alternándose las bombas en su operación después de un ciclo de arranque y paro; de esta manera, se tendrá una unidad de reserva para el caso de descompostura o falla de uno de los equipos. En cuanto al local donde habrán de alojarse las bombas y los tableros de control correspondientes, éste podrá ser subterráneo e inmediato a la celda de succión de la cisterna, de fácil acceso, bien ventilado e iluminado y con suficiente espacio para poder desplazar los equipos en caso de mantenimiento o reparación.

005.C.05 REDES DE DISTRIBUCION

El sistema de distribución de agua potable que debe utilizarse en los talleres trabajará por medio de bombeo. Sin embargo, como cada red de distribución hidráulica de agua potable, protección contra incendio y riego, manejará diferentes volúmenes y diferentes presiones, todas las redes de los sistemas mencionados deberán funcionar como redes abiertas debido al probable trazo irregular de las instalaciones; básicamente utilizarán una tubería principal, a la que se irán adicionando tuberías secundarias para formar toda la red. Se deberá tener además una tubería única, para alimentar de agua a la máquina lavadora de trenes, cuyas necesidades se habrán de efectuar también por bombeo; por lo tanto, se considerará que todas las tuberías hidráulicas deben ser alojadas en trincheras, de preferencia comunes o de mantenimiento, según se requiera.

005.C.05.a Agua potable

Para el cálculo de la demanda máxima probable, se utilizará el método de Hunter de las unidades mueble, en donde a cada aparato o salida se le asignará un valor determinado. El gasto que se obtenga será afectado por el factor de uso simultáneo, dando por resultado un gasto reducido que será el que se utilice en el proyecto, para efectos del cálculo de equipos y redes. El diámetro de las tuberías principales, así como el de las secundarias, se obtendrá con base en los gastos reducidos que se tengan en cada zona, dándoles una velocidad económica que deberá estar entre 1 y 2 m/s, limitando las pérdidas en las tuberías a un intervalo menor de 10 m por cada 100 m de recorrido. La presión que deberá mantenerse en la red será tal, que en el punto más alejado y de mayor altura, se pueda tener una presión de 1 kg/cm^2 (98 MPa) como mínimo a la salida del mueble o servicio, permitiendo así emplear los muebles de fluxómetro, que requieren una presión máxima de operación de 5 kg/cm^2 (490 MPa), que es la especificada por las autoridades competentes.

005.C.05.b Riego

La red de riego deberá ser alimentada desde la cisterna de servicios; tendrá una línea principal que siga las trayectorias de las tuberías de agua e incendio, y sus ramales deberán terminar en válvulas de acoplamiento rápido en los jardines, a una distancia aproximada de 30 m una de otra. El criterio que se utilice para determinar el gasto en la red de riego, será para que en un momento dado, puedan estar funcionando simultáneamente dos válvulas de acoplamiento rápido para manguera de 25 mm de diámetro.

La presión necesaria para operar las válvulas de acoplamiento rápido será de 1 kg/cm^2 (98 MPa) a la salida y el diámetro se determinará en función del gasto probable a conducir en las tuberías, manteniendo las pérdidas por fricción en menos de un 10 por ciento. Las tuberías que se localicen en áreas jardinadas deberán estar a 30 cm abajo del nivel del jardín.

005.C.06 REDES SANITARIAS

El sistema de drenaje que deberá implantarse en los talleres, será a base de dos áreas fundamentalmente, que son: a) los talleres, y b) la zona de vías y calles interiores. La primera recibirá la aportación de agua por concepto de la precipitación pluvial únicamente, mientras que para la segunda será necesario un alcantarillado combinado, que conducirá la precipitación pluvial de las calles y azoteas en edificios, incluyendo la aportación de aguas grises y negras de los diferentes servicios correspondientes a las construcciones. En ambos casos, el sistema que deberá prevalecer será el de la descarga por gravedad y únicamente se emplearán cárcamos de bombeo por razones de profundidad de las tuberías, en las que no sea posible descargar a los colectores municipales existentes.

005.C.06.a Drenaje en zona de vías

El propósito del drenaje de la zona de vías de acceso a los talleres (peines), será el de evitar que esta área se inunde y que a consecuencia de esto, se interrumpa la operación de los trenes, es decir, tendrá que protegerse la zona de vías de inundaciones, permitiendo que el agua pluvial se infiltre en el balasto para ser colectada y conducida fuera de la zona. Para lograr lo anterior, desde el momento en que se estén tendiendo las terracerías, se les dará una pendiente del 2 por ciento para generar parteaguas en el terreno y obligar de esta manera, que el agua filtrada llegue a la capa y se concentre en los puntos bajos, donde se captará en tubos perforados de concreto simple de 25 cm de diámetro. Dichos tubos deberán ser instalados en zanjas, descansando sobre una plantilla de material permeable y dejando alrededor del tubo un relleno de material filtrante a base de grava convenientemente graduada.

Los drenes seguirán trayectorias paralelas a las vías, con pendientes mínimas que deberán ser registrables a cada 30 m. En las tuberías generales no perforadas, que van perpendiculares a la vía, se recolectará el agua y una vez encauzada se conectará al colector municipal. Cada peine de vías podrá tener varias salidas de acuerdo al arreglo de drenes que se proyecten, de las profundidades máximas que se tengan en los tubos y del área que se vaya a drenar.

005.C.06.b Drenaje en calles interiores

La red de drenaje combinado interior de los talleres deberá seguir la trayectoria que haya definido la implantación de las diferentes naves y edificios. El diámetro mínimo de las atarjeas será de 30 cm y a medida que el gasto se vaya incrementando habrán de transformarse en subcolectores para que a la salida de los talleres se tenga el diámetro de un colector. El agua pluvial de las calles será captada por medio de coladeras de banqueta, ubicadas a ambos lados de la calle a cada 30 m unas de otras. Habrá una pendiente longitudinal hacia la coladera que permita una captación mayor; asimismo, deberá considerarse en las calles un bombeo transversal del 2 por ciento hacia las banquetas.

En las zonas de estacionamientos se utilizarán rejillas de piso corridas en lugar de coladeras, o una combinación de ambas.

Las descargas de aguas pluviales de las azoteas de los edificios se conectarán a las atarjeas o colectores a partir de un registro, haciendo la conexión en la forma tradicional, con un codo a 45° y un "slant" o directamente a un pozo de visita. De la misma forma que en el caso anterior, deberán efectuarse las conexiones de tuberías para aguas grises y negras que lleguen a las atarjeas o colector, siendo muy importante en todos los casos que las tu-

berías de drenaje tengan una profundidad suficiente para que las conexiones mencionadas se puedan realizar a lomo de tubo.

Los cambios de dirección de las atarjeas y subcolectores se realizarán por medio de pozos de visita y, para el caso de colectores, por medio de cajas de visita. La separación entre los pozos de visita deberá estar entre 30 y 55 m, dependiendo de la zona de que se trate.

Las tuberías menores de 30 cm de diámetro serán de concreto simple, y para diámetros mayores de concreto armado, debido a que en la operación de los talleres existe tráfico pesado.

Todas las tuberías deberán estar impermeabilizadas en su interior y sus uniones deberán hacerse con mortero de cemento-arena en proporción 1:4, exceptuando las tuberías perforadas, en donde su unión será a hueso. Para efecto del diseño de las tuberías se considerarán las curvas de isoyetas del DDF para estimar la intensidad de lluvia en la zona donde se vayan a localizar los talleres y que corresponden a un periodo de retorno de dos años con una duración de lluvia de 15 min, por lo que, los coeficientes para escurrimientos a utilizar en los cálculos deberán ser:

— Techados	0.95
— Pavimentos	0.90
— Areas verdes	0.10
— Balasto	0.25

Para el cálculo del gasto pluvial deberá utilizarse el método racional americano, cuya ecuación está definida por:

$$Q = 27.78\ CAi$$

donde:

27.78	Constante
A	Area, en hectáreas
C	Coeficiente de escurrimiento
i	Intensidad de lluvia, en cm/h

Para la velocidad del agua en las tuberías se utilizará la fórmula de Manning definida por la ecuación:

$$V = \frac{1}{n} rh^{2/3} \quad s^{1/2}$$

donde:

n	Rugosidad = 0.013
rh	Radio hidraúlico
s	Pendiente
V	Velocidad

Por lo tanto, la pendiente mínima que podrá utilizarse en zonas de vías es de 0.5 por ciento (5 milésimas), y en las calles es de 0.15 por ciento (1.5 milésimas).

005.C.06.c Cárcamos exteriores de bombeo

Estos cárcamos serán utilizados únicamente en aquellas zonas de taller en donde el tubo de drenaje de salida sea más profundo que el nivel de la red exterior, por lo que será necesario instalar un equipo duplex de bombeo para evacuar el agua a considerar. Sus dimensiones serán óptimas a fin de que no interfieran con otras instalaciones, serán de fácil acceso para su mantenimiento, que permitan el paso de un hombre y tendrán pasos para la extracción de los equipos. Deberán contar también con un lugar bien definido para el manejo de válvulas, lecturas de manómetros y para la colocación de los tableros de control del equipo de bombeo.

En el fondo del cárcamo se diseñará una zona de achique o recolección de sedimentos, localizada en el área de las bombas para que se tenga el mínimo de agua almacenada.

005.C.07 NAVE DE DEPOSITO

Para la nave de depósito de trenes en los talleres deberán considerarse las siguientes instalaciones hidráulicas y sanitarias.

005.C.07.a Tomas de agua

Para la limpieza del interior de los trenes, deberán tenerse en la nave tomas de 13 mm de diámetro, localizadas de manera que para un tren en posición de estacionamiento, se tenga una llave por cada tres vagones. Las tomas estarán ubicadas en los andadores interiores perimetrales a la nave, así como en andadores centrales, de tal forma que la red interior de tuberías para este servicio forme un circuito cerrado y su conexión con las redes exteriores de los talleres sea en un solo punto.

005.C.07.b Drenaje

La precipitación pluvial que caiga en los techos de las naves será recolectada en canalones longitudinales ubicados en cada una de las partes bajas del techo a dos aguas de las naves. El canalón deberá tener una pendiente interior para que el agua se concentre en el punto bajo, en donde habrá una bajada pluvial que la lleve hasta un registro localizado al pie de ésta; una vez aquí el agua será conducida por gravedad a un registro central que recolectará el agua de las bajadas de la zona, y mediante tuberías que atraviesan las naves en el sentido corto, el agua se conducirá fuera de las naves.

El diámetro de las bajadas pluviales se calculará para los gastos obtenidos, en función del área tributaria y la intensidad de lluvia. Se afectará de un factor de seguridad de 1.5 y en ningún caso será menor de 150 mm, para evitar obturación de las descargas.

En la zona correspondiente a las tomas de agua, deberán proyectarse coladeras de piso que permitan drenar el agua, conectándolas al registro pluvial más cercano.

005.C.07.c Sanitarios

Dentro de algunas naves de pequeña y gran revisión existirán pequeños núcleos de sanitarios para los obreros y empleados, a los cuales se les suministrará agua a partir de las redes interiores y cuyo drenaje se conectará al punto más cercano de la red interior pluvial proyectada.

005.C.08 NAVE DE PEQUEÑA REVISION

La nave de revisión menor o de pequeña revisión para los trenes, deberá contar con las siguientes instalaciones hidraúlicas y sanitarias.

005.C.08.a Tomas de agua

La ubicación de las tomas de agua estará limitada a la zona de vías de lavado de trenes; se contará con tomas dobles de agua en los andadores a ambos lados de la vía, con una separación de 15.6 m entre sí y alineadas con respecto a las del andador de enfrente, formando un circuito cerrado. Distribuidos en la nave y ubicados en los andadores que separan cada fosa de revisión, deberán proyectarse bebederos y vertederos para el uso de obreros y empleados; dichos muebles estarán alimentados de la red interior, que como en casos anteriores formará un circuito cerrado.

Deberá proyectarse también la colocación de lavaojos, ubicando uno en cada extremo de la vía de sopleteado, ya que representa una necesidad para los obreros que se encargan de la limpieza de los trenes. En la mayoría de los casos, los muebles mencionados estarán apoyados en las columnas metálicas de la nave.

005.C.08.b Drenaje

La solución al drenaje pluvial será semejante a la forma de captación del agua pluvial de la azotea empleada en la nave de depósito, pero con la diferencia de que las tuberías maestras que recolecten el agua de cada zona, estarán ubicadas bajo los andadores y las trayectorias de salida de las tuberías principales serán perpendiculares a las vías.

El drenaje para las fosas de revisión contemplará registros con coladeras en el fondo de las fosas, distribuidos a lo largo de éstas, cuya separación deberá ser a cada 30 m. Los tubos de drenaje que se conecten a los registros de las diferentes fosas podrán seguir las trayectorias bajo la fosa hasta un registro de salida o podrán conectarse uno a otro con una trayectoria perpendicular a las fosas. Dada la profundidad de las fosas con respecto al nivel de la vía, el tubo de drenaje de salida será más profundo que el drenaje de las calles, por lo que se hará necesario proyectar un cárcamo de bombeo para evacuar el agua de aseo de las fosas; en todos los casos habrá que separar el drenaje pluvial de la nave del drenaje de las fosas.

Para la evacuación del agua de aseo de los pisos de los andadores, se proyectarán coladeras cuya ubicación obedecerá a la posición del drenaje de las fosas, permitiendo de esta manera conectarse a los registros de éstas. Para el desagüe de los diferentes muebles sanitarios que se tengan en la nave, se seguirá el criterio de conectarlos a una coladera de piso y/o al registro más cercano.

El drenaje de la vía de lavado tendrá características especiales, dado el uso intensivo de agua. La vía de lavado podrá dividirse en tres zonas: la correspondiente a la parte exterior de la nave, que recibirá aportación de los arcos de premojado y enjabonado, incluyendo agua de lluvia, cuando ésta se presente; la parte inicial de la nave, en donde estará ubicado el equipo propiamente dicho, más los arcos de enjuague; y finalmente, la zona correspondiente al escurrimiento del tren ya estacionado. Por lo tanto, en función de la concentración de agua de la zona de que se trate, la distribución, tipo y localización de coladeras y registros variarán, es decir, la ubicación será por ternas, o sea, dos coladeras laterales que se conectan a un registro central con coladera, cambiando únicamente la distancia de una terna a otra.

005.C.08.c Sanitarios

En la zona de oficinas de la nave, se tendrá un sanitario en la planta alta del mezzanine y otro en la parte baja. La línea de agua potable conectada a esta zona proveniente de la red exterior, llegará a una caja de válvulas en donde se hará la alimentación a cada sanitario; es decir, cada uno contará con una válvula de compuerta, que permita aislar la zona en particular y realizar las operaciones de reparación y mantenimiento en caso necesario.

Dado que la alimentación será por presión, se considerarán a la salida de cada mueble cámaras de aire de longitud suficiente. Las descargas de los muebles del sanitario de la planta alta se colectarán en una bajada de aguas negras, la cual conducirá los desechos a un registro en la planta baja.

Por lo general a este registro se hará coincidir también el desagüe de los servicios de la planta baja. La conexión al drenaje general se realizará por gravedad.

005.C.08.d Máquina lavadora de trenes

Las características de volumen de agua y presión de operación dependerán de la marca del equipo, por lo que podrán variar de un proveedor a otro, de tal forma que para futuros talleres podrán estimarse en forma preliminar los gastos y presiones que aparecen en la tabla 005-3.

Tabla 005-3 Gasto y presiones de los sistemas de alimentación de agua

Sistema	Gasto ℓ/s	Presión mínima en la descarga kg/cm^2 (MPa)	Presión recomendable de operación kg/cm^2 (MPa)
Red general de agua potable	13 a 17	1.0 (98)	3.5 a 4.5 (343 a 441)
Red de protección contra incendio	6 a 20	1.75 a 2.45 (172 a 240)	4.5 a 5.4 (441 a 530)
Red de riego	4	1.0 (98)	3.5 a 4.5 (343 a 441)
Alimentación a máquina lavadora	10 a 17	6 a 9 (588 a 883)	7.0 a 10.0 (686 a 981)

005.C.09 ALMACEN GENERAL

Para el almacén general que prestará servicio a todo el taller, se deberán considerar las siguientes instalaciones hidráulicas y sanitarias.

005.C.09.a Tomas de agua

Para cubrir las necesidades de agua se deberán proyectar las instalaciones hidráulicas y sanitarias correspondientes a los sanitarios, utilizando material adecuado; así mismo, se deberán considerar tomas de agua con llaves de nariz en algún lugar del almacén que satisfaga el servicio del personal de limpieza adscrito al almacén.

005.C.09.b Drenaje

La recolección de aguas pluviales en techos, bajadas y conducciones, se apegará a lo descrito en 005.C.07.b de este capítulo.

En la zona correspondiente a las tomas de agua, deberán proyectarse coladeras de piso que permitan drenar el agua, conectándose al registro pluvial más cercano.

005.C.10 ALMACEN DE LLANTAS

Una de las zonas con mayor necesidad de un sistema de protección contra incendios dentro de los talleres del Metro, es sin duda el almacén de las llantas que se utilizarán en los carros del Metro, siendo el material de que están hechas muy difícil de apagar una vez que se inflama, por lo que se requiere una protección con un sistema a base de rociadores diferente al utilizado en las naves de depósito y de pequeña revisión. El área del almacén por proteger será el total, ya que la estiba de las llantas podrá variar entre 5 y 6 m de altura.

005.C.10.a Drenaje

El drenaje del almacén de llantas forma parte del sistema para el edificio del almacén general.

005.C.11 NAVE DE VEHICULOS AUXILIARES

Para esta nave en la cual se almacena todo el equipo de rodada metálica y que se utiliza como centro de trabajo para el mantenimiento de las vías, se deberán considerar en el proyecto las siguientes instalaciones hidráulicas y sanitarias.

005.C.11.a Tomas de agua

Para el aseo de la nave deberán preverse varias tomas de agua de 13 mm de diámetro, que cubren las necesidades del personal de limpieza, sin que esto implique recorrer grandes distancias; estarán ubicadas perimetralmente en el interior de la nave, de tal forma que la red de la tubería para este servicio forme un solo circuito.

De esta misma red se deberá alimentar al núcleo de sanitarios que el proyecto arquitectónico indique, así como el área de mecánicos donde se requieren tomas de 13 mm para lavaojos.

005.C.11.b Drenaje

La recolección de aguas pluviales en techos, bajadas y conducciones, se apegará a lo descrito en 005.C.07.b de este capítulo.

005.C.11.c Cárcamo de la fosa de vehículos auxiliares

Como ninguna zona podrá quedar sin ser aseada, y en virtud de que el nivel de piso terminado de la fosa será profundo, no se podrá descargar por gravedad el agua, por lo que se deberá prever un cárcamo de bombeo que permita evacuar el agua hacia el exterior, cualquiera que fuera su origen (de aseo, de lluvia o de filtración), ubicándolo antes de las escaleras de acceso a la fosa, de tal manera que las tuberías de descarga se conecten al registro pluvial más cercano.

El cárcamo deberá tener dimensiones óptimas y no interferir con otras instalaciones, será de fácil acceso para darle mantenimiento permitiendo el paso de un hombre, y deberá contar con pasos para la extracción de los equipos de bombeo. Tendrá un lugar bien definido para el manejo de válvulas, lectura de manómetros y principalmente para la colocación de los tableros de control del equipo. Se deberá instalar un equipo duplex de bombeo para evacuar el agua a considerar, y se tomará en cuenta en el fondo una zona de achique o recolección de sedimentos en el área de las bombas, que permita tener el mínimo de agua almacenada.

005.C.11.d Sanitarios

Los núcleos de sanitarios deberán estar previstos en el proyecto arquitectónico, que indicará las dimensiones y distribución de estos servicios de acuerdo a las necesidades propias del personal. Se les deberá suministrar agua a partir de la red interior de la nave de vehículos auxiliares y los drenajes correspondientes deberán conectarse a los registros más cercanos de la red interior pluvial.

005.C.12 EDIFICIO DE SERVICIOS GENERALES

El edificio estará dividido en zona administrativa, servicio médico, sanitarios, vestidores y cocina, para uso de todos los empleados. En todas las zonas se harán las descargas sanitarias por gravedad en cuatro ramales principales a la red de drenaje exterior; así, se tendrán dos descargas por un lado, otra por el lado contrario y una más por un costado, siempre hacia un registro inmediato antes de descargar en la red.

La azotea se drenará con bajadas para agua pluvial en el diámetro adecuado, con coladeras tipo cúpula o de pretil, según sea el caso, conectándose a éstas el desagüe de marquesinas. El material a utilizar será tubería de fierro fundido.

005.C.12.a Instalación hidráulica

Debido a la existencia de regaderas se instalará una tubería para el retorno del agua caliente que no sea utilizada; ésta tubería formará junto con la del agua fría y la de agua caliente, la red principal de alimentación que irá ahogada en el piso después de salir de la casa de máquinas.

El material que se utilizará será tubería del tipo especificado en 005.A.07 de este capítulo.

En la zona de cocina la tubería de vapor que alimentará a los diferentes aparatos será de fierro negro cédula 80.

005.C.12.b Instalación de gas

En la zona de cocina existirán aparatos que trabajen a base de gas LP, por lo que se diseñará una instalación que en gran parte sea visible. Tomando como base los consumos de los aparatos, se darán diámetros de alimentación en la línea, de tal manera que se tenga menos del 5 por ciento de caída de presión permitida por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, desde el tanque fijo en azotea hasta el aparato más lejano; es decir:

— Caída de presión: A-B = 1.235%
B-C = 0.9492%
C-D = 0.3270%
D-E = 0.1824%
E-F = 0.3232%

— Máxima caída de presión: 3.0168%

Los aparatos trabajarán a baja presión, por lo que al inicio de la instalación o sea en el tanque fijo en azotea, se instalará un regulador para baja presión con la capacidad requerida en m^3/h.

Para el suministro de gas se considerará un tanque fijo localizado en la azotea con capacidad para 1000 ℓ que proporcionará una vaporización de 5.45 m/h. Para el llenado del tanque se considerará una línea de 22.2 mm de diámetro con una toma hacia el patio de maniobras.

El material a utilizar en la tubería será cobre rígido tipo "L" y conexiones soldables y en la conexión con los aparatos, cobre flexible tipo "L", soldable, con su respectiva válvula de seccionamiento.

005.C.12.c Cuarto de máquinas

El objetivo de este cuarto será albergar el equipo para la generación del vapor que se requiera para el funcionamiento de algunos aparatos en la cocina, además de producir el agua caliente necesaria para las zonas de regaderas, por medio de un intercambiador de calor.

Dentro del cuarto de máquinas se considerará un local para el tanque de diesel, que tendrá acceso para equipo hacia el exterior y puerta para personal en el interior.

En el resto del área se tendrá el generador de vapor, un tanque para condensados, un equipo para tratamiento de agua y un tanque para agua caliente. Las características del equipo antes mencionado son las siguientes:

— Generador de vapor tipo paquete acuatubular, de circulación controlada y alimentación balanceada, con capacidad para generar 518 kg/h de vapor, trabajando a 7 kg/cm^2 (686 MPa), con la potencia requerida para operar en tres fases, 60 Hz, a 220 volts.

— Tanque receptor cilíndrico horizontal de condensados, con capacidad para 440 ℓ, con bomba de refuerzo de una fase, 60 Hz, a 220 volts.

— Equipo suavizador de agua, con capacidad de intercambio suficiente.

— Tanque cilíndrico horizontal para almacenamiento de agua caliente, con capacidad para 10 000 ℓ con intercambiador y recirculador de agua acoplados a motor eléctrico.

— Tanque cilíndrico horizontal para almacenar combustible, con capacidad para 4000 ℓ equipado con juego de válvulas de nivel.

Las tuberías localizadas dentro del cuarto serán soportadas del techo, y al entrar en la zona de cocina hacia los servicios, irán por el piso. Las tuberías visibles que conduzcan vapor, retorno de condensados, agua caliente y retorno de agua caliente, serán protegidas con forro de fibra de vidrio en medias cañas y coraza metálica, con objeto de evitar pérdidas de calor.

005.C.13 TALLER ELECTRICO

Además de las instalaciones necesarias para los servicios propios del edificio, se tendrán que proyectar las instalaciones necesarias para poder probar las bombas que sean llevadas a este taller, con el objeto de repararlas y darles mantenimiento, por lo que se deberá tener un tanque de pruebas para bombas, el cual permita que diferentes tipos de equipos sean revisados, desde centrífugas horizontales hasta verticales y sumergibles.

005.C.13.a Instalación hidráulica

En alguna zona del taller eléctrico se tendrán dos núcleos de sanitarios; uno para hombres y otro para mujeres; la alimentación de agua de estos servicios tendrá que llegar directamente de la red interior. En la planta baja la tubería alimentará principalmente a vertederos y al tanque de pruebas; asimismo, como se ha hecho en todos los edificios, cada zona estará aislada por medio de una válvula que permita dar mantenimiento. El material a emplear para las tuberías de agua será el especificado en 005.A.07 de este capítulo.

005.C.13.b Instalación sanitaria

Para el desagüe de los sanitarios, se utilizarán tuberías de material adecuado las cuales bajarán a la planta inferior en ducto; adicionalmente se tendrán otras bajadas que desaguarán la azotea y conducirán el agua por gravedad a registros exteriores que deberán conectarse a la red de drenaje interior.

005.C.13.c Tanque para pruebas del equipo de bombeo

Las dimensiones del tanque deberán ser 3.40 m de longitud y 1.30 m de ancho, como mínimo, estará dividido en dos celdas, la primera de las cuales tendrá 2.00 m de profundidad y deberá ser apropiada para probar bombas centrífugas horizontales y bombas sumergibles; la segunda deberá ser más profunda que la anterior, debiendo tener como mínimo 3.60 m a partir del nivel de piso terminado, y servirá para la prueba de equipos verticales en columna. Deberán colocarse viguetas de acero transversales para que el equipo a probar se apoye en ellas. Una vez terminadas estas operaciones, y como medida de seguridad, el área quedará cubierta por rejillas metálicas desmontables. En el fondo de cada celda del tanque se tendrá un foso de achique con el objeto de vaciarla en un momento dado; para llenar de agua el tanque se considerarán llaves de nariz de 19 mm de diámetro.

Con objeto de facilitar las maniobras del equipo a probar deberá contarse con un polipasto, localizado a un costado del tanque.

La zona del taller correspondiente al lavado de filtros deberá tener dos características: será una zona a descubierto, y deberá encontrarse a nivel del sótano del taller, por lo que deberá contar con un cárcamo de bombeo con el objeto de desaguar el agua pluvial que penetre en la zona. Todas estas áreas tendrán coladeras de piso que drenarán el agua al cárcamo, donde dos bombas de tipo sumergible, trabajando alternadamente, se encargarán de llevar el agua hasta un registro exterior que se conectará a la red de drenaje interior.

005.C.14 EDIFICIO DE ZAPATAS Y FRENOS

En el edificio correspondiente el almacenamiento de madera para el maquinado de zapatas de frenado, deberán proyectarse las siguientes instalaciones hidráulicas y sanitarias.

005.C.14.a Instalación hidráulica

De la red general de agua potable de los talleres, se deberá alimentar el núcleo de los sanitarios para empleados que indique el proyecto arquitectónico, así como a los vertederos, bebedores de agua y lavaojos que se requieran en esta zona, y que deberán estar localizados en los puntos que más convenga a las necesidades de los propios empleados.

El proyecto de la instalación hidráulica tendrá que incluir válvulas de compuerta, que permitan dar mantenimiento o reparación a los muebles, sin que se interrumpa totalmente el servicio. Asimismo, se deberá coordinar el proyecto con otros departamentos interdisciplinarios para establecer sus requerimientos y evitar interferencias con otras instalaciones en perjuicio de su funcionalidad.

005.C.14.b Instalación sanitaria

La precipitación pluvial que caiga en el techo del edificio será recolectada en canalones longitudinales ubicados en las partes bajas del techo a dos aguas. El canalón deberá tener una pendiente interior para que el agua se concentre en el punto bajo en donde una bajada pluvial, cuyo diámetro será calculado como se indica en 005.C.07.b, la lleve a un registro localizado al pie desde donde el agua será conducida por gravedad en tubos de concreto simple conectados a varios registros que colectarán el agua de las bajadas para conducirla fuera del edificio.

Las descargas sanitarias de inodoros, mingitorios, lavabos, vertederos, bebederos y lavaojos, deberán conectarse a los registros del albañal más cercanos para conducir las aguas a la red interior de drenaje.

005.C.15 EDIFICIO DE INGENIERIA

En el edificio correspondiente a los laboratorios, mantenimiento e ingeniería, deberán proyectarse las instalaciones hidráulicas y sanitarias que estén previstas en el proyecto arquitectónico, en el que se dimensionarán y distribuirán estos servicios, de acuerdo a las necesidades del personal.

005.C.15.a Instalación sanitaria

Dependiendo del número de niveles y de los núcleos de sanitarios, las descargas deberán conectarse a registros o bajadas de aguas negras lo más cercanas posibles, que sean fáciles de registrar, que no interfieran con otro tipo de instalaciones y mucho menos que afecten al diseño estructural del edificio.

Las bajadas de aguas pluviales de la azotea estarán localizadas en función del área a desaguar, y de la precipitación pluvial a considerar, dándole una pendiente al relleno de la losa de 1.5 por ciento como mínimo, para que escurra el agua. Las bajadas pluviales y aguas negras se conectarán a la red de drenaje interior con una pendiente que impida la obstrucción de los sólidos en su evacuación.

Será importante tomar en cuenta que los registros de albañal localizados en el interior tengan doble tapa, conforme lo establece el reglamento en vigor.

005.C.15.b Instalación hidráulica

De la red general de agua potable de los talleres se deberán alimentar los sanitarios para empleados que indique el proyecto arquitectónico, previendo válvulas de compuerta que permitan dar mantenimiento o reparación a los muebles, sin que se interrumpa totalmente el servicio.

005.C.16 CASETA DE VIGILANCIA

Las casetas para el personal de vigilancia también forman parte importante del conjunto de los talleres, por lo que se les deberán proyectar las correspondientes instalaciones hidráulicas y sanitarias que estén previstas en el proyecto arquitectónico.

005.C.16.a Sanitarios

Siendo generalmente los talleres del Metro de gran extensión, serán varias las casetas de vigilancia que requieran de alimentación de agua, por lo que se deberá tomar en cuenta que en algunos casos se podrá alimentar de la red interna de los propios talleres, y en otros casos de la red municipal, por lo que, si este último fuera el caso, se considerará en la caseta un medidor de agua de acuerdo a lo que establece el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal. Las descargas sanitarias de inodoros y lavabos deberán conectarse a un registro de albañal y de ahí por gravedad al drenaje interior o al drenaje municipal, según sea el caso.

005.C.17 PUESTO DE MANIOBRAS

Dado que el puesto de maniobras estará localizado en el inicio de la zona de peines y por lo tanto normalmente alejado de los demás edificios del conjunto, se deberá dotar de un medio baño para servicio del personal técnico, ubicado en su parte más alta.

005.C.17.a Bombeo

Para abastecer de agua potable al puesto de maniobras desde la red interior de los talleres, se deberá llevar una línea de 19 mm que llegue a una cisterna de asbesto-cemento, con capacidad de 1100 ℓ para que por medio de un equipo duplex de bombeo, a base de bombas centrífugas horizontales, se pueda elevar el agua de la cisterna hasta un tinaco de 250 ℓ ubicado en la azotea del propio puesto.

005.C.17.b Sanitarios

La alimentación hidráulica se hará por gravedad, utilizando tubería de material apropiado. El proyecto incluirá un par de válvulas de compuerta que permitan reparaciones o mantenimiento cuando así se requiera. Para el desagüe del baño se deberá tener una bajada combinada de aguas negras y pluviales, es decir, que sirva también para desalojar el agua de lluvia de la azotea. Esta tubería deberá ser de fierro fundido y una vez que llegue hasta el nivel del sótano, saldrá del edificio soportada de su techo para llegar al registro exterior más próximo, realizándose la evacuación por gravedad.

005.C.18 FOSA DE REVISION EN VIA DE PRUEBAS

En este local no se tendrá personal de planta, y únicamente llegarán empleados a bordo de los trenes que hayan sido enviados para su reparación y ejecución de últimos detalles, antes de ponerlos nuevamente en circulación, por lo que solamente deberán proyectarse las instalaciones correspondientes al drenaje pluvial.

005.C.18.a Drenaje

La precipitación pluvial en el techo de la fosa será recolectada en el canalón longitudinal ubicado en la parte baja del techo, según la inclinación que el proyecto arquitectónico indique. Dicho canalón deberá tener una pendiente interior para que el agua se concentre en su punto más bajo donde una bajada pluvial cuyo diámetro será calculado como se indica en 005.C.07.b, hará que el agua sea conducida por gravedad en tubos de concreto simple conectados a varios registros que recolecten el agua de las bajadas hacia el drenaje general de los talleres. En la parte profunda de la fosa, en donde por el nivel de piso terminado que se tenga y ante la imposibilidad de descargar por gravedad el agua que ahí escurra, se deberá considerar en el proyecto un pozo de absorción que permita filtrar el agua en cuestión.

Se proyectará el número de coladeras que se requiera de acuerdo al área de la fosa que se tenga, dándole una pendiente óptima al piso para que el agua escurra hacia las mencionadas coladeras.

005.C.19 TALLER DE MAQUINADO DE DURMIENTES

En el taller de maquinado de durmientes, deberán proyectarse las instalaciones hidráulicas y sanitarias correspondientes al núcleo de sanitarios que el proyecto arquitectónico indique, de acuerdo a las dimensiones y distribución de dichos locales.

005.C.19.a Instalación hidráulica

La alimentación de agua a los sanitarios dependerá fundamentalmente de su localización, ya que según la distancia a que se encuentre el taller de maquinado de durmientes en relación al cuarto de bombas de la cisterna, podrá ser alimentado desde ese lugar o bien llevar una tubería independiente desde la red municipal, por lo que de ser este último el caso, se deberá considerar en el proyecto el almacenamiento de agua en la azotea, a base de tinacos de asbesto-cemento que satisfagan la demanda diaria de consumo de agua de acuerdo al número de trabajadores que ahí desempeñan sus actividades, más la reserva para un día que establece el reglamento de ingeniería sanitaria; por lo tanto, se deberá alimentar de agua por gravedad a los inodoros, mingitorios, lavabos, regaderas y sobre todo al calentador de agua que ahí se tenga.

Considerando el problema del suministro del tipo de combustible que se necesite para calentar el agua, suponiendo que sea gas y de los riesgos que esto implica, se deberá considerar un calentador eléctrico, equipado con termostato de alta sensibilidad y válvula de seguridad, que tenga la capacidad adecuada para que cubra la simultaneidad de dos regaderas funcionando al mismo tiempo.

El proyecto de la instalación hidráulica tendrá que contemplar válvulas de compuerta, que permitan dar mantenimiento o reparaciones a los muebles, sin que se interrumpa totalmente el servicio.

005.C.19.b Instalación sanitaria

Las descargas sanitarias de los muebles anteriormente descritos, deberán conectarse a un registro de albañal que sea fácil de registrar y que no interfiera con otras instalaciones, para que de ahí se comuniquen al drenaje general.

Las bajadas de aguas pluviales de la azotea estarán localizadas en función del area por desaguar, y de la precipitación pluvial de proyecto, dándole una pendiente al relleno de lá losa del 2 por ciento como mínimo para que escurra el agua. Tanto las bajadas pluviales como las de aguas negras, se conectarán a la red de drenaje interior de los talleres con una pendiente que impida la obstrucción de los sólidos en su evacuación.

005.C.20 TALLER DE GRAN REVISION

005.C.20.a Red interior de agua potable

Para alimentar de agua a los distintos muebles sanitarios en la nave, ya sean vertederos, bebederos, tinas de enjuague, regaderas, lavaojos, etc., así como a los núcleos sanitarios, deberá diseñarse una red interior visible, la cual formará circuitos cerrados en la mayoría de los casos.

La mayor concentración del gasto requerido se encontrará en la zona de baterías y en los sanitarios, donde las tuberías deberán ser aéreas y soportadas de la armadura del techo, con objeto de evitar interferencias con otras instalaciones y manteniendo un mismo nivel en sus trayectorias dentro de la nave.

Para alimentar cada mueble o conjunto de muebles, la tubería de alimentación bajará por la columna más cercana, llegando directamente al servicio o ahogándose en la losa de piso hasta salir en el sitio donde se requiera; para aislar zonas y poder permitir el efectuar reparaciones o mantenimiento se deberán colocar válvulas de compuerta. El material que se empleará sera tubería del tipo indicado en 005.A.07 de este capítulo.

005.C.20.b Sistema de rociadores para limpieza de carrocería

Para estas cabinas de limpieza y sopleteado deberá diseñarse un sistema de rociadores, que incluirá el proyecto de extracción de polvo de las dos cabinas. El sistema consistirá en una parrilla de rociadores o chiflones, separados una distancia de 0.70 m entre sí, de manera que el agua que sale de un chiflón forme con el siguiente una cortina de agua al frente de los extractores. El

objetivo de esta cortina es buscar que las partículas de polvo que expulsan los extractores, choquen con el agua y ésta se impregne del polvo. El agua de esta manera contaminada, caerá al piso de la cabina y escurrirá por la pendiente de la losa, hacia un canal con tapa de rejilla metálica, que deberá encontrarse ubicado en un extremo de la cabina. Este canal deberá conducir el agua hacia una serie de decantadores o trampas, a base de muros o mamparas, construidas en su interior, las que al producirse el choque obliguen al polvo que va mezclado con el agua, a depositarse en el fondo. Por uno de sus extremos deberá estar conectado el canal al cárcamo, por medio de tubería instalada a 20 cm como mínimo sobre el fondo del canal, formándose un arenero. Dicho cárcamo deberá ubicarse en el exterior de las cabinas y deberá contar con una bomba de tipo sumergible, con capacidad para impulsar sólidos. Esta bomba deberá poder dar la presión suficiente al agua para llevarla nuevamente hasta las parrillas, donde el ciclo de operación se repite. Tanto el canal como el cárcamo deberán poder ser desaguados por medio de la bomba, utilizando una de derivación de la tubería de descarga que estará conectada al drenaje del taller.

El material que se utilizará en la parrilla de rociadores será cobre tipo "M", con uniones soldables, y para las tuberías de alimentación será fierro galvanizado cédula 40 con uniones roscadas.

005.C.20.c Drenaje pluvial

El drenaje pluvial de la nave de gran revisión deberá apegarse a lo establecido en 005.C.07.b de este capítulo. Las bajadas estarán adosadas a las columnas metálicas de la estructura de la nave. El techo deberá ser a dos aguas con canalones para recepción del agua en ambos extremos. Cada canalón tendrá pendiente interior en el sentido longitudinal hacia los puntos bajos, donde se encuentren las bajadas para agua pluvial. Cada bajada se conectará a un registro con arenero.

La red de drenaje para agua pluvial será la de la red principal de la nave, por lo que ésta deberá calcularse considerando tanto el gasto pluvial como el gasto de proyecto, ya que el gasto a drenar por otros conceptos, como aseo y aguas negras, es reducido comparativamente.

El desarrollo de las líneas principales en la nave será por zonas, tomando como inicio el puente transbordador para traslado de los vagones, debido a que esta zona tiene una superficie más baja con respecto al nivel de piso terminado de la nave. Por lo tanto las líneas principales deberán recorrer longitudinalmente la nave, desde el puente hasta la fachada principal, y desde el puente hasta la fachada posterior. Las zonas comprendidas a los lados del puente transbordador deberán desaguar hacia la fachada posterior. En todos los casos la descarga será por gravedad a los colectores y atarjeas de las calles perimetrales al taller, que se localizarán en los puntos donde descargan las tuberías.

A las tuberías que conformarán el drenaje pluvial se conectarán los desagües de los muebles y servicios dentro de la nave, formando por lo tanto un drenaje combinado, con diámetro mínimo de 200 mm. Para diámetros mayores, el material será de concreto reforzado. La profundidad mínima de instalación será de 0.90 m y la pendiente mínima de 5 milésimas.

005.C.20.d Drenaje en zona del puente transbordador

Esta zona, que abarca la parte central de la nave a lo ancho, deberá protegerse contra inundación y acumulación de agua en algunos sitios. Para ello, en los extremos de esta zona que es donde estarán localizadas las vías para el acceso a los trenes, se tendrán rejillas metálicas tanto en el inicio de la nave como en el inicio de la franja del puente transbordador. La parte central del puente transbordador será drenada por medio de coladeras de piso, ubicadas por cuartetas a cada 35.00 m. La parte correspondiente a las trincheras que alojarán el trole de alimentación eléctrica al puente, que es la parte más profunda, será drenada con coladeras que dada su profundidad requerirán que el agua se canalice al cárcamo de bombeo más cercano.

005.C.20.e Drenaje de fosas y baterías de gatos

En esta zona de fosas para acoplamiento y desacoplamiento, el nivel de piso se encuentra del orden de 1.60 m por debajo del nivel de piso terminado de la nave, por lo que su drenaje, que deberá proyectarse dotado de registros y coladeras, descargará a un cárcamo de bombeo. Así también será necesario drenar los nichos para motores de las baterías de gatos hacia el mencionado cárcamo, pues también son profundos.

Este cárcamo tendrá como función recibir el agua de aseo e infiltración de las fosas de batería de gatos y puente transbordador y no deberá utilizarse para bombeo de agua pluvial. El equipo de bombeo del cárcamo estará formado por dos bombas del tipo sumergible, con capacidad para manejar sólidos en suspensión y descargarán al registro superficial más próximo en la red interior.

005.C.20.f Sanitarios

En el mezzanine correspondiente al área de oficinas se tendrán sanitarios para empleados y obreros. La alimentación y descarga se realizará utilizando la columna más cercana y las tuberías serán aparentes en todo momento. Los materiales que se utilizarán para tuberías serán los especificados en 005.A.07 de este capítulo.

005.C.20.g Cuarto de máquinas

Se localizará fuera de la nave de gran revisión, y su objetivo es albergar el equipo de generación de gases de la máquina de lavado de piezas y turbuladores. La parte que ocupará el equipo de generación de vapor estará dividida en dos áreas: en la primera se tendrá un tanque para combustible y en la segunda estará el siguiente equipo.

- Un generador de vapor tipo paquete, acuatubular, con capacidad para proporcionar 1565 kg/h de vapor trabajando a 7 kg/cm^2 (686 MPa) y a 100°C (373 K) con la potencia requerida, con alimentación de tres fases, 60 Hz, 220 volts.
- Un tanque cilíndrico horizontal receptor de condensados, con capacidad para 1100 ℓ, bomba de refuerzo de 3/4 hp, una fase, 60 Hz, 220 volts.
- Un tanque cilíndrico horizontal para combustible, con capacidad para 8000 litros.
- Un equipo suavizador de agua, con capacidad de intercambio de 224 kilogramos.

Para la interconexión del equipo se utilizará tubería de fierro negro, cédula 80; las tuberías serán aéreas dentro del cuarto de máquinas, y estarán soportadas del techo; en el exterior se utilizará una trinchera con tapas metálicas, la que llegará hasta el interior de la nave de gran revisión en la zona de turbuladores. A cada turbulador llegará una línea de vapor y una línea de retorno. Las tuberías se protegerán con forro de fibra de vidrio y coraza metálica, con objeto de reducir las pérdidas caloríficas.

005.C.21 POLICLINICA

Es el local destinado a los servicios médicos preventivos que se brinda a los empleados del Metro y a sus familiares. Deberán proyectarse las instalaciones hidráulicas y sanitarias en los núcleos de servicio y consultorios que el proyecto arquitectónico indique.

005.C.21.a Instalación hidráulica

Para cubrir las necesidades de agua se conectará a la red general de agua potable de los talleres, utilizando tubería del tipo apro-

piado y calculando su diámetro en función de la demanda máxima probable o salida que le dé a cada aparato, mediante el método de las unidades mueble, y considerando válvulas de compuerta que permitan dar mantenimiento o reparaciones a los muebles, sin que se interrumpa el servicio. Asimismo, deberá llevarse una estrecha coordinación del proyecto con otros departamentos interdisciplinarios para establecer sus requerimientos y evitar interferencias innecesarias con otras instalaciones, en perjuicio de su funcionalidad.

005.C.21.b Instalación sanitaria

Las descargas de los muebles anteriormente descritos deberán conectarse al registro de albañal más cercano, que sea fácil de revisar y que no interfiera con otras instalaciones para que de ahí se conduzcan al drenaje general.

Las bajadas de aguas pluviales de la azotea, estarán localizadas en función del área a desaguar, y a la precipitación pluvial de proyecto, dándole una pendiente al relleno de la losa de 2 por ciento como mínimo para que escurra el agua. Tanto las bajadas pluviales como las de aguas negras se conectarán a la red de drenaje interior de los talleres, con una pendiente tal que impida la obstrucción por los sólidos en su evacuación.

Será importante tomar en cuenta que los registros de albañal localizados en el interior tengan doble tapa, conforme lo establece el reglamento en vigor.

005.C.22 TIPOS DE TUBERIA

Se apegarán a lo descrito en 005.A.07 de este capítulo.

CAPITULO 2.02.01.006
SISTEMAS DE AIRE

006.A ESTACIONES

El requisito esencial en la ventilación es reemplazar el aire contaminado y sobrecalentado, por aire fresco del exterior, garantizando de esta forma el abatimiento de la temperatura resultante de las fuentes de calor propias del sistema.

El cálculo de los sistemas de ventilación deberá hacerse tomando como parámetro general, cinco cambios de aire por hora como mínimo.

006.A.01 FACTORES DEL CONFORT

Con el fin de comprender lo concerniente al confort, en términos de ventilación y aire acondicionado, se presenta a continuación una relación de los factores que deberán tomarse en consideración al hacer los cálculos correspondientes:

— Temperatura del medio ambiente.

— Humedad relativa.

— Movimiento del aire.

— Pureza del aire.

006.A.01.a Temperatura del medio ambiente

La temperatura efectiva del aire no deberá exceder de 30°C (303 K) de acuerdo con las normas SMACNA (Asociación Nacional de Contratistas en Aire Acondicionado), que rigen los proyectos de ventilación en la Ciudad de México.

006.A.01.b Humedad relativa

La humedad relativa en el interior de las estaciones y tramos deberá permanecer dentro del intervalo de 30 por ciento, como mínimo, y 70 por ciento, como máximo.

006.A.01.c Movimiento del aire

Para el diseño del sistema de ventilación se deberá procurar que el aire mantenga una velocidad de 4 m/s como máximo, a fin de provocar una sensación de frescura, sin resultar molesto.

006.A.01.d Pureza del aire

Para efectos de diseño se considerará que el aire contiene partículas de diferentes tamaños; por lo tanto, se deberán seleccionar filtros lavables, metálicos, que no dejen pasar partículas de polvo mayores de 10 micras, con una eficiencia del 85 por ciento.

006.A.02 FUENTES DE CALOR EN EL SISTEMA METRO

El calor generado que se libera dentro de las estaciones del Metro, tiene su origen en tres fuentes principales:

Q_1 Calor proveniente de la energía utilizada para la tracción.

Q_2 Calor liberado por los usuarios.

Q_3 Calor liberado por las instalaciones eléctricas y equipos.

006.A.03 FACTORES A CONSIDERAR PARA DEFINIR EL GASTO DE AIRE POR MANEJAR

De acuerdo con lo indicado en los incisos 006.A.01 y 006.A.02, el gasto mínimo de aire que deberá manejarse para cada tramo del Metro constituido por una estación y la interestación correspondiente entre dos estaciones, deberá calcularse tomando como base los siguiente factores.

006.A.03.a Calor disipado en el Metro

El calor disipado en el sistema Metro, es el que se indica en 006.A.02, y deberá ser calculado en función de las variantes en cada caso.

006.A.03.b Diferencia de temperatura entre el exterior y el interior

Adicionalmente al requerimiento mínimo de cinco cambios por hora, en el diseño de la ventilación mayor deberá tomarse como parámetro importante una diferencia de 3°C como mínimo, entre la temperatura promedio máxima mensual del medio ambiente exterior y la temperatura promedio máxima en el interior de las estaciones. Esto implica que si el abatimiento de la temperatura en el interior de las estaciones, requiriera de más de cinco cambios por hora para garantizar una diferencia de 3°C entre el exterior y el interior, entonces el número de renovaciones de aire será el que resulte después de haber hecho el cálculo del sistema, por medio de una balance térmico.

006.A.03.c Gasto de aire por manejar

Para efectos de diseño del sistema de ventilación mayor, y tomando como base los parámetros antes descritos, por cada estación y su interestación correspondiente se considerará una distancia promedio de un kilómetro. El gasto total de aire por manejar será el que resulte de un minucioso estudio, en el cual se considerarán las condiciones más críticas de operación, como son un intervalo de 90 segundos entre trenes y el sistema trabajando a su máxima capacidad.

006.A.04 SISTEMA DE VENTILACION MAYOR

Se denomina ventilación mayor a la que se realiza en las estaciones y tramos de las líneas del Metro, y deberá diseñarse teniendo como norma las prioridades que se han establecido para cada uno de los métodos de evacuación de calor ya adoptados, según el tipo de línea de que se trate (en cajón o en túnel), prioridades que se mencionan a continuación.

006.A.04.a Prioridad No. 1 aplicable sólo a líneas tipo cajón

La solución consiste en diseñar la ventilación mayor en forma totalmente natural, es decir, sin el empleo de sistemas mecánicos, para lo cual en la estación deberá disponerse de una área de rejillas adicionalmente al área que presenten los accesos propios de la estación, y deberán estar distribuidas estratégicamente para provocar corrientes cruzadas de aire. Su localización deberá ser motivo de un proyecto particular. En el tramo de la interestación, se dispondrá igualmente de una área de rejillas, repartidas a lo largo de la interestación y su localización deberá ser motivo de un estudio particular de cada tramo, tomándose en cuenta el mejor aprovechamiento del efecto de pistón de los trenes en circulación. La ubicación de las rejillas deberá corresponder a un cuidadoso análisis hidráulico de la zona, para prevenir cualquier problema ocasionado por avenidas de agua que pudieran penetrar al sistema a través de las propias rejillas, ubicándolas de preferencia sobre camellones, banquetas, plazas o zonas jardinadas, y procurando que tengan siempre un nivel superior al del arroyo de las calles o avenidas donde se localice la línea (fig 006-1).

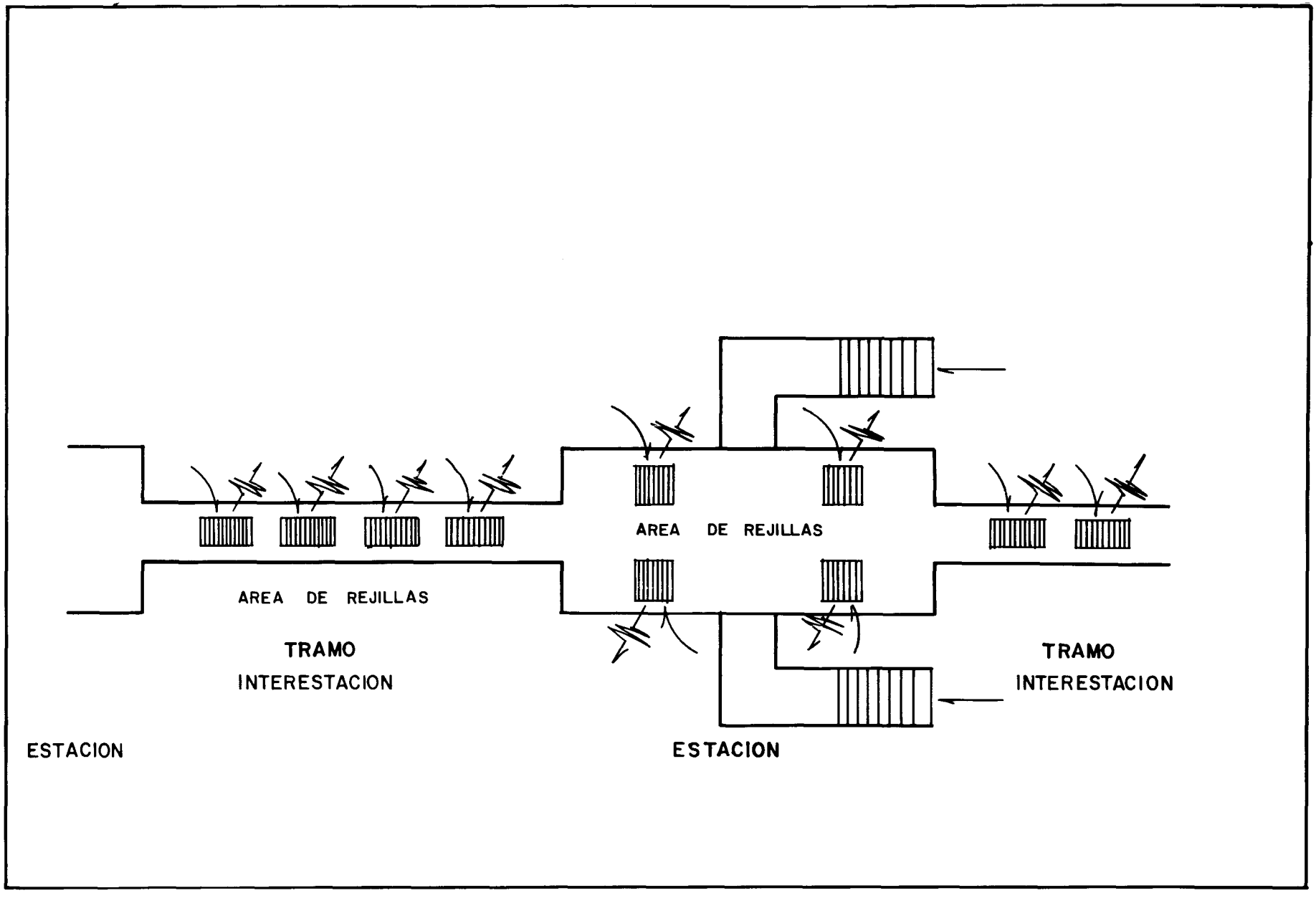


Fig 006-1 Ventilación natural en la estación y en la interestación

006.A.04.b Prioridad No. 2 aplicable a las líneas tipo cajón o en túnel

La solución consiste en considerar entradas naturales de aire en la estación y eliminar las rejillas de la interestación, sustituyéndolas por un grupo ventilador ubicado en la parte media de la interestación, que deberá contar con equipos mecánicos de la capacidad requerida. Este grupo ventilador deberá considerar dos ventiladores del tipo reversible, a fin de prever que la falla de alguno de ellos no elimine la ventilación mayor, en cuyo caso, ésta contaría con el 50 por ciento de su capacidad. Cada grupo ventilador se seleccionará para extraer el 50 por ciento del gasto total de cada una de las estaciones adyacentes a él (fig 006-2).

006.A.04.c Prioridad No. 3 aplicable fundamentalmente a líneas tipo túnel y eventualmente a tipo cajón

La solución consiste en eliminar las rejillas de ventilación natural, tanto en las interestaciones como en las propias estaciones, sustituyéndolas por sistemas mecánicos.

Para el caso de las interestaciones, deberá considerarse un grupo ventilador como el indicado en la prioridad No. 2, del párrafo anterior.

Para el caso de las estaciones, la solución contará con equipos para inyección y extracción mecánica que deberán localizarse en la parte superior de los andenes, a través de ductos de lámina galvanizada en los cuales serán distribuidas tanto las rejillas de descarga como las de succión, procurando que el mayor movimiento posible del aire se suceda a la altura de las cabezas de los usuarios (fig 006-3).

006.A.04.c.01 Inyección. Deberá hacerse en los dos tercios extremos de la estación, procurando una distribución de aire lo más uniforme posible (fig 006-3).

Esta inyección se logrará a base de dos ventiladores reversibles de capacidad adecuada, ubicado cada uno de ellos en el tercio extremo de la estación de los dos andenes.

006.A.04.c.02 Extracción. Deberá realizarse en el tercio medio de la estación sobre los dos andenes, a base de dos ventiladores reversibles de capacidad adecuada, ubicado cada uno de ellos en el tercio medio de ambos andenes (fig 006-3).

006.A.04.d Equipos de tipo reversible

Cuando el sistema requiera de equipos ya sea en estación o en interestación, éstos se seleccionarán del tipo reversible pensando en la posibilidad de invertir su operación para servir como un auxiliar en la extracción de humos en caso de incendio (fig 006-4).

Para la inversión en la operación de los equipos deberá diseñarse un manual de procedimientos para cada línea, en el cual se indiquen claramente las acciones a tomar en lo que respecta al sistema de ventilación mayor, dependiendo de la zona de incendio de que se trate.

Para lograr lo anterior, todos y cada uno de los equipos tanto de estación como de interestación, deberán contar con telemando, para lo cual deberán considerarse dentro del sistema de alarmas del Metro, las señales de arranque, paro e inversión de los equipos en el tablero de control previsto dentro del local de cada Jefe de Estación, quienes tendrán control y telemando de los equipos propios de su estación, más los de una interestación, según convenga a la asignación del sistema de ventilación (fig 006-5).

Para el caso particular de requerir ventilación mecánica tanto en la estación como en la interestación, deberá tener la capacidad total para operar en las condiciones más desfavorables y obligatoriamente se deberá balancear el sistema entre estación e interestación (fig 006-3).

Sin embargo, como a la puesta en servicio de cada línea los intervalos entre trenes no son los críticos ni la afluencia de pasajeros es la máxima, el sistema de ventilación mayor podrá ser instalado en dos etapas.

006.A.104.d.01 Primera etapa. Para poner en servicio una línea se instalarán los grupos ventiladores de las interestaciones, considerando que en la estación no habrá ni inyección ni extracción forzada, por lo cual en esta primera etapa deberá permitirse la entrada natural del aire a través de los accesos y si fuera necesario, por un área adicional a base de rejillas, pero procurando que la velocidad del aire al entrar a las estaciones, sobre todo por la zona de los vestíbulos, no rebase la velocidad límite para fines de confort.

006.A.04.d.02 Segunda etapa. Será establecida en el momento en el que las condiciones de operación de cada línea lo requieran, tales como el intervalo de 90 s entre trenes y un elevado número de usuarios; dicha etapa consiste en prever la ventilación mecánica en las estaciones, según se marca en la prioridad No. 3 y en la fig 006-3.

006.A.04.e Selección y arreglo de equipo

La selección de los equipos se hará tomando en consideración las características funcionales y técnicas, tratando que el suministro se realice con ventiladores de fabricación nacional.

El arreglo de los equipos corresponderá a los requerimientos de cada proveedor, debiendo quedar éstos a cubierto, para lo cual deberá preverse la obra civil necesaria, como locales o nichos para equipo, en los cuales existirán todas las preparaciones necesarias para su maniobra, anclaje y alimentación.

En los arreglos de equipo, deberán considerarse bases antivibratorias y los silenciadores adecuados para que no rebasen los 75 dB, establecidos como nivel de ruido máximo permisible. Dichos arreglos deberán prever los espacios necesarios tanto de maniobras como para que el personal de mantenimiento pueda hacer sus intervenciones, cuando el equipo lo requiera.

En las estaciones deberán dejarse las preparaciones necesarias de obra civil para que a futuro pueda realizarse el equipamiento de los locales de manera sencilla, así como las descargas y la instalación de los propios equipos y ductos, sin necesidad de alterar la operación normal de las estaciones.

006.A.04.f Ductos y trayectorias del equipo

Para el sistema mecánico de inyección y extracción del aire de las estaciones construidas en túneles, deberán ubicarse puestos de ventilación en la estación, los cuales alojarán el equipo de inyección y extracción que se requiera; dichos equipos deberán ser reversibles, y se conectarán a una red de ductos reforzados de lámina galvanizada, debiendo diseñarse para trabajar a baja presión. Los ductos de lámina se deberán colocar en la parte superior de los andenes. En los ductos de inyección se deberán distribuir los difusores de inyección de aire, para poder repartirlo uniformemente a toda la estación, tal como se indica en la fig 006-3.

El sistema de extracción mecánica del aire deberá diseñarse tomando en cuenta la lumbrera de construcción. En esta lumbrera se alojarán los equipos de extracción reversibles, que deberán de conectarse a una red de ductos reforzados de lámina galvanizada, diseñados para trabajar a baja presión. Los ductos de lámina se deberán colocar en la parte superior de los andenes, donde se distribuirán en la estación para colocar las rejillas de extracción de aire y poder así extraerlo uniformemente en toda la parte media de la estación, tal como se indica en la fig 006-3.

006.A.04.g Rejillas y difusores

Las rejillas y difusores son accesorios indispensables como com-

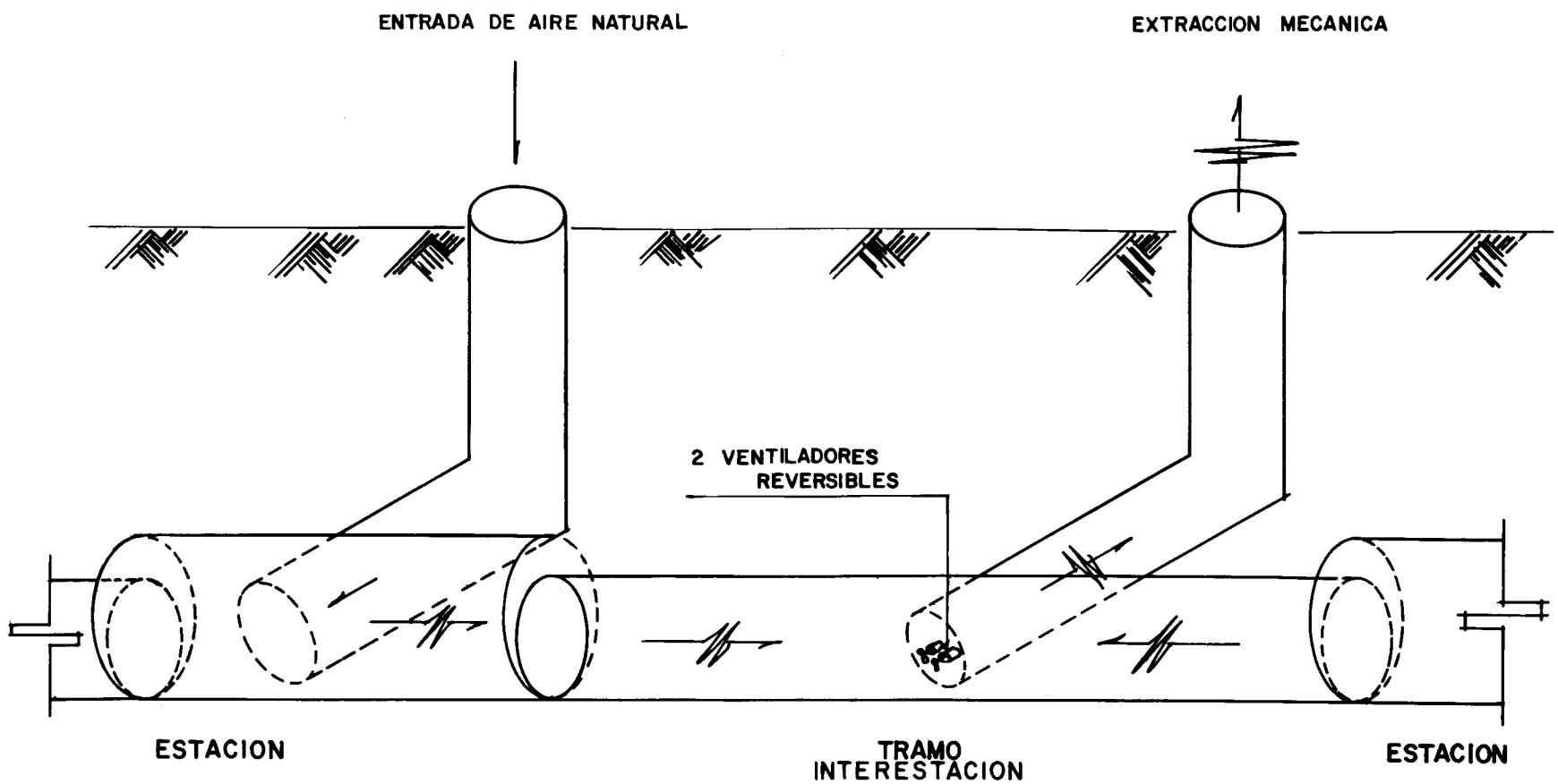


Fig 006-2 Ventilación natural en la estación y ventilación mecánica en tramo interestación

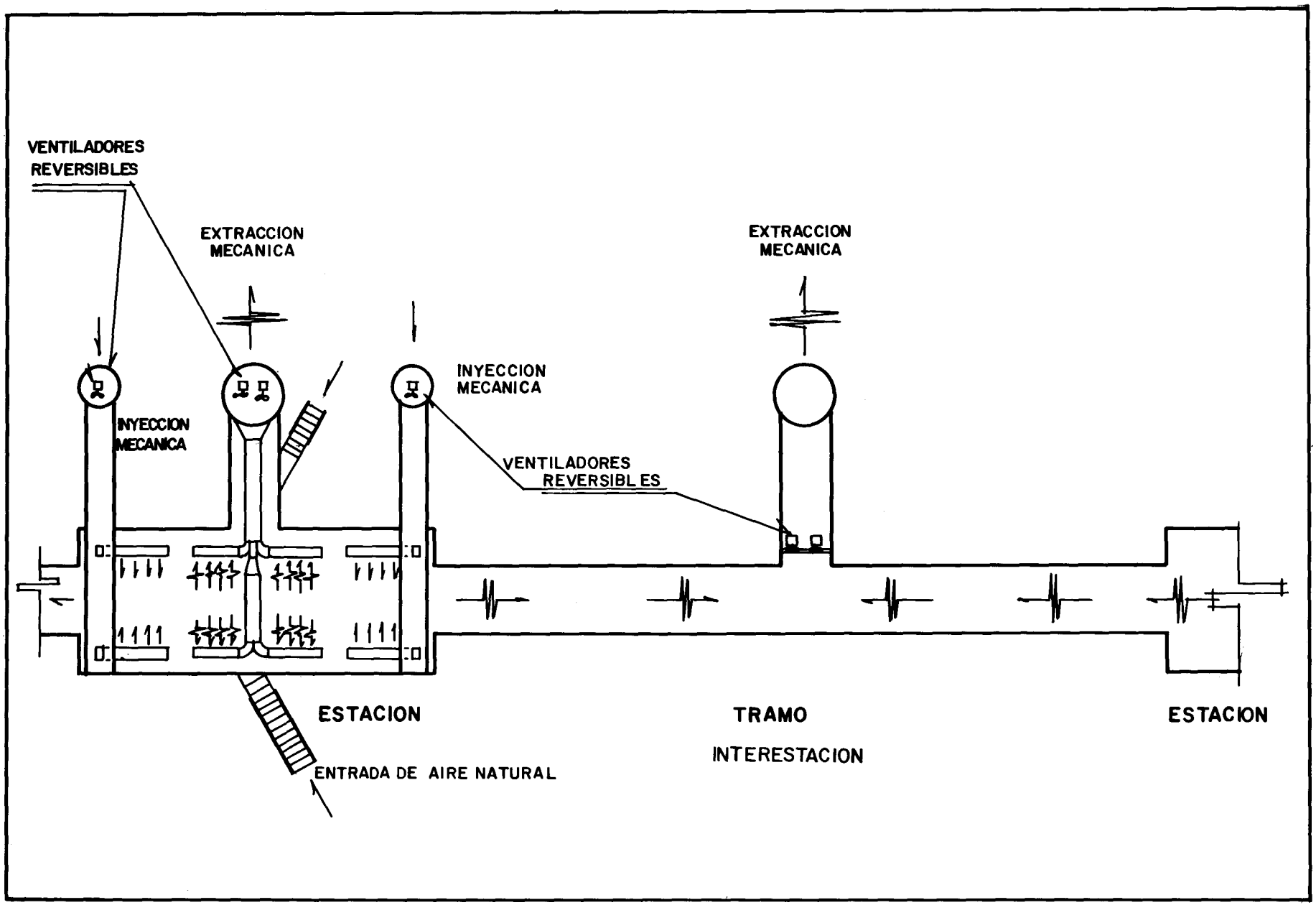


Fig 006-3 Ventilación mecánica en la estación y tramo interestación

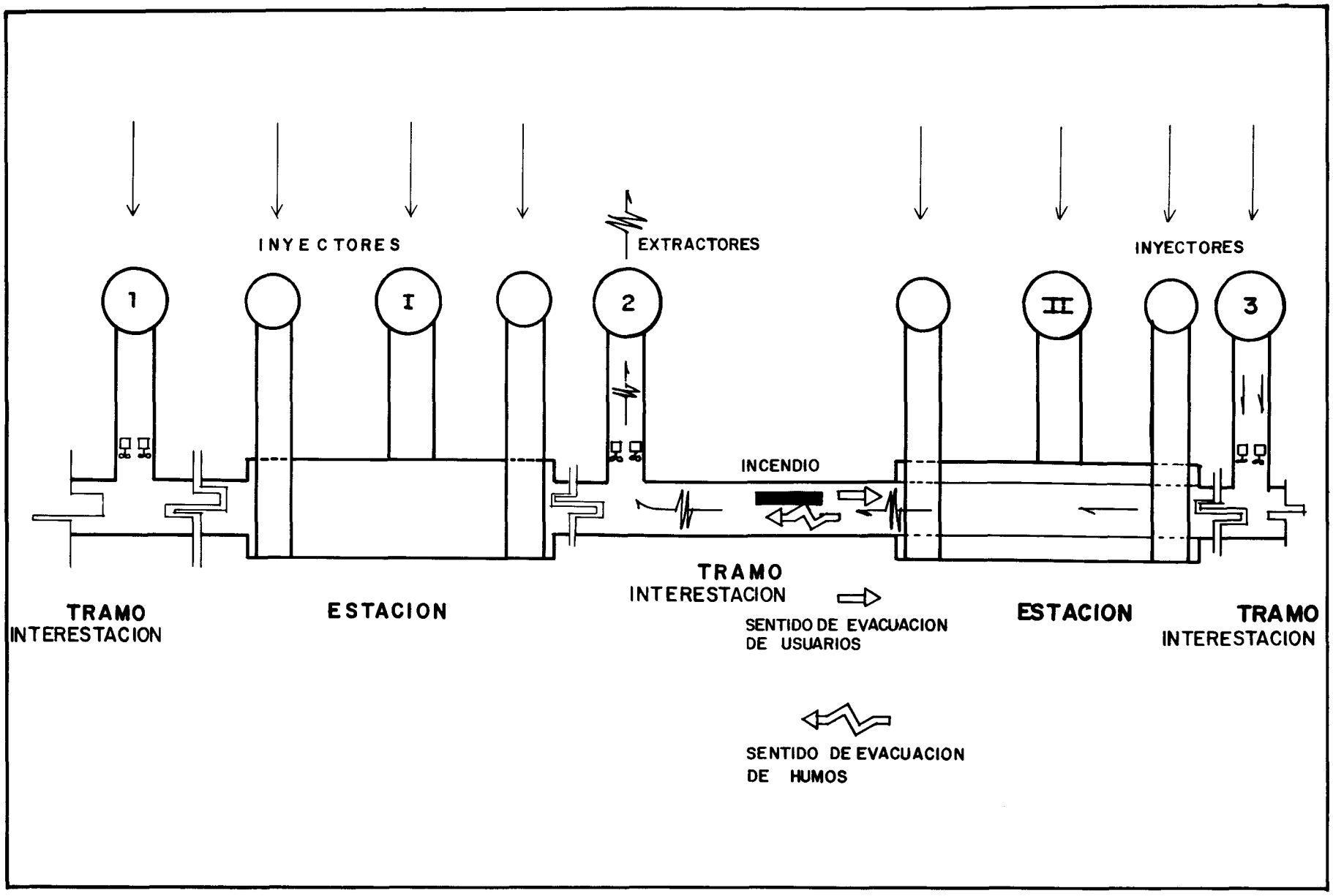


Fig 006-4 Inversión de la operación en equipos de tramos (1y3) y estaciones(IyII) para la evacuación de humos en caso de incendio en túnel

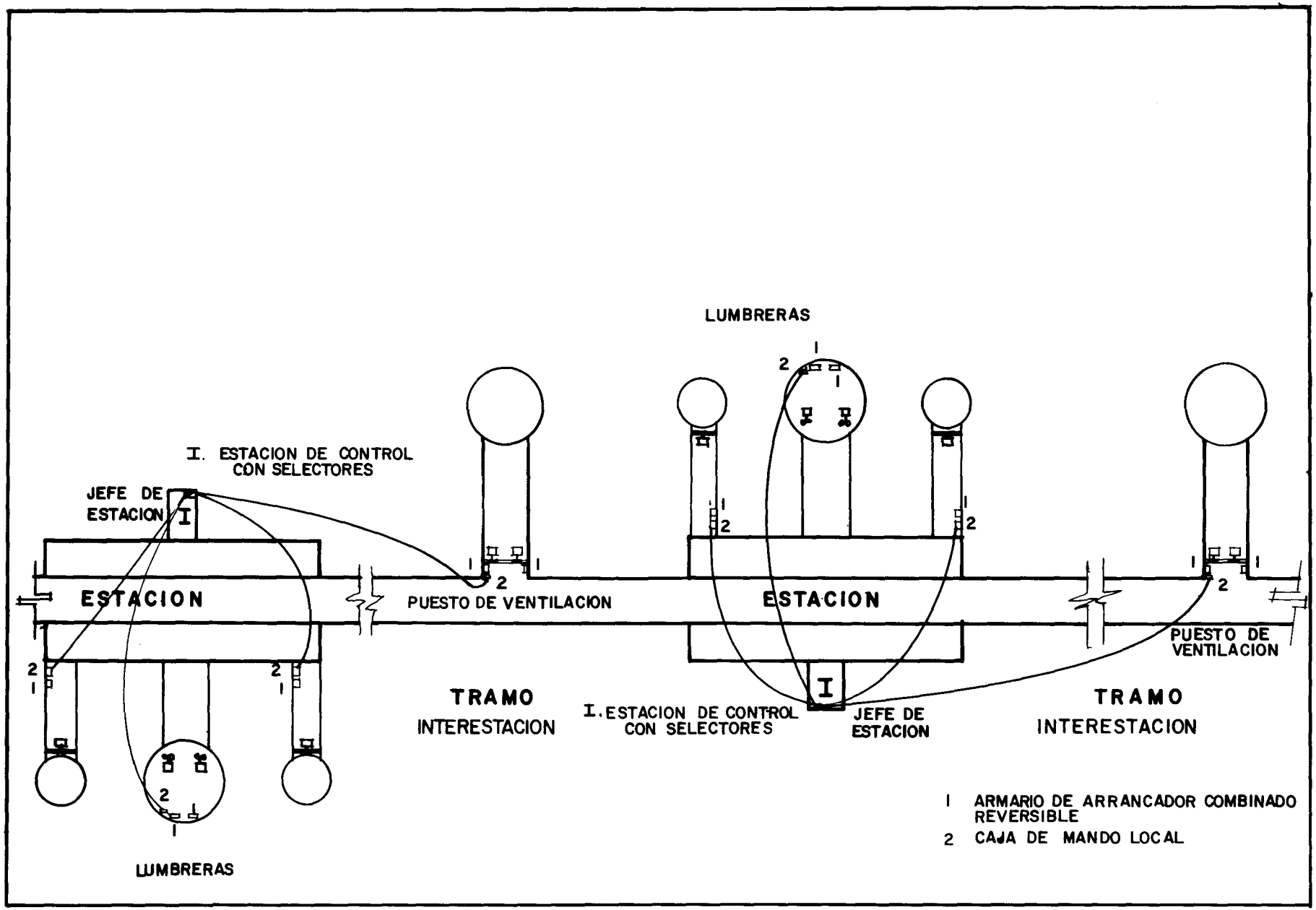


Fig 006-5 Ejemplo de asignación de botones y telemando de los grupos ventiladores

plemento en el ramaleo de los ductos de ventilación, y deben distribuirse e instalarse sobre éstos para lograr los efectos deseados.

006.A.04.g.01 Rejillas. Las rejillas se ubicarán por lo general en la parte lateral de los ductos, que se localizan normalmente en la parte superior de los andenes.

006.A.04.g.02 Difusores. Normalmente se instalarán en la parte inferior de los ductos que se localizan en la parte superior del área a la que se da servicio.

Para la correcta selección de los difusores y rejillas, deberán considerarse los siguientes puntos:

— Velocidad terminal.

— Alcance de tiro.

— Dispersión.

— Caída de presión estática.

Para poder dirigir el flujo de aire hacia los puntos deseados, las rejillas requieren de aletas direccionales, por lo que para su selección deben considerarse.

Los difusores de techo cuentan con aletas que distribuyen el aire en cuatro direcciones, por lo que su selección obedecerá a la ubicación de ellos para lograr los efectos deseados.

006.A.05 SISTEMA DE VENTILACION MAYOR NATURAL

El sistema de ventilación mayor por medios naturales, marcado como prioridad No. 1, es el que ha sido concebido para que la ventilación se logre por el fenómeno de convección natural y por el efecto pistón producido por los trenes cuando éstos se encuentran en movimiento (fig 006-1).

Para este caso en particular no se permite su implantación en dos etapas, pues la construcción de nuevas rejillas de ventilación, tanto en estaciones como en las interestaciones, provocaría interferencias muy importantes con la operación normal de la línea. Por tal razón, desde la puesta en servicio deberá contemplarse la realización del proyecto de ventilación mayor natural en forma integral, a pesar de que en ese momento no se requiera (fig 006-1).

006.A.05.a Area de localización de rejillas

Para diseñar la ventilación natural en una estación, es necesario contar con una área determinada de rejillas, las cuales deberán estar comunicadas con el nivel de andén.

La ubicación de estas rejillas deberá apegarse en los posible al arreglo que aparece en la fig 006-6, consistente en colocar una rejilla en cada tercio de la estación, a partir de las cabeceras de la misma y en cada uno de los andenes.

006.A.05.b Area y localización de accesos

El diseño geométrico de las estaciones deberá tomar en cuenta el poder tener corrientes de aire cruzadas, tanto en las rejillas de ventilación como en los propios accesos.

006.A.06 SISTEMA DE VENTILACION MENOR

Se llama ventilación menor a los sistemas de extracción y ventilación requeridos en los locales técnicos y de servicio, que se encuentran en las estaciones o tramos. Esto se logra por medios mecánicos a excepción de los locales para servicio que se resuelven con ventilación natural, cuando esto es posible.

006.A.06.a Factores que influyen en la ventilación a locales técnicos y subestaciones

Los factores que influyen al diseñar un sistema de ventilación mecánico en los locales técnicos y en las subestaciones, son los siguientes:

— Disipación del calor producido por los equipos instalados en el interior de cada uno de los locales.

— Temperatura permisible para la operación normal de los equipos.

— Renovaciones, gasto y movimiento de aire necesario para cumplir con las condiciones requeridas.

— Pureza del aire.

Evidentemente la capacidad y características de los equipos y accesorios que cada local requiera para dar cumplimiento a las condiciones ambientales en el interior, deberá responder a la consideración de todos los factores antes descritos.

006.A.06.b Renovaciones, gasto y movimiento de aire

Las mínimas renovaciones de aire que deben considerarse para subestaciones y locales técnicos, dependerán de la cantidad de calor que requiera disiparse.

El gasto de aire que deberá manejarse en estos locales, deberá ser calculado de acuerdo con cada proyecto en particular.

El movimiento del aire se deberá realizar previendo las entradas de aire a través de rejillas filtro sobre las puertas del local y en el otro extremo se alojará el equipo para la ventilación mecánica a fin de provocar movimientos cruzados de aire, es decir, provocando un barrido del interior del local.

006.A.06.c Temperatura

En función de los datos proporcionados por el fabricante de los equipos por proteger, es muy importante definir la diferencia de temperatura entre la temperatura del interior del local y la temperatura máxima promedio del medio ambiente exterior, para poder calcular con precisión el gasto de aire que se requiere mover en cada local.

006.A.06.d Disipación del calor producido por los equipos

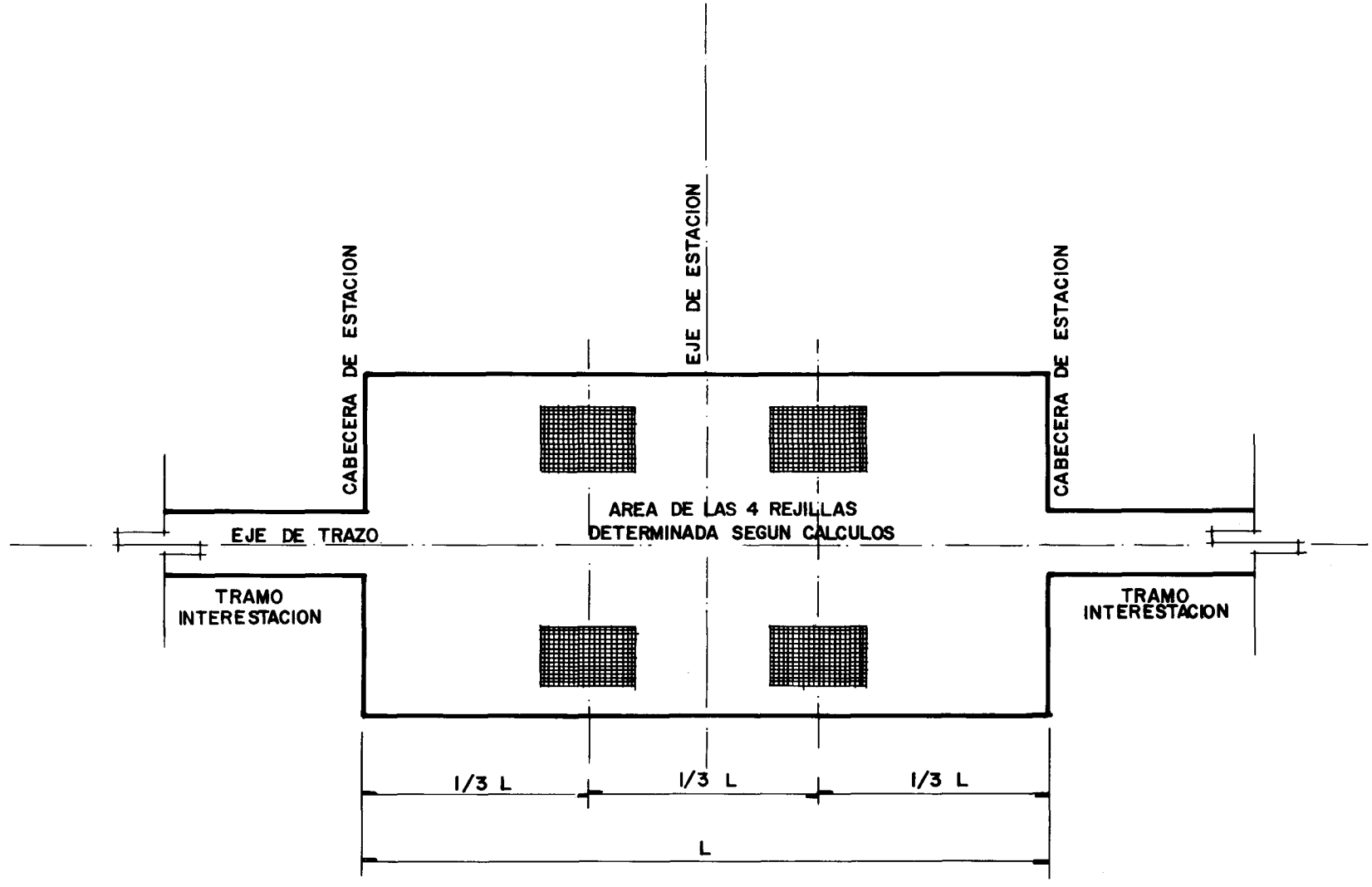
En virtud de que los equipos como transformadores, tableros, armarios, etc., que se ubican dentro de los locales realizan una disipación importante de calor, deberá calcularse dicha disipación en función de los datos que cada uno de los proveedores de los equipos proporcione para ello, a fin de conocer con exactitud la cantidad de calorías que se requiere evacuar para ser reemplazadas por aire fresco del medio ambiente.

006.A.06.e Pureza del aire

Para las entradas necesarias del aire a estos locales deberán de antemano preverse filtros del tipo lavable, para garantizar el paso de aire lo más limpio posible a estos locales. La selección de los filtros deberá considerar que las partículas de polvo permisible dentro de los locales no rebasen el tamaño de 10 micras.

006.A.07 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA VENTILACION PARA LOS LOCALES EN ZONA DE SERVICIOS

Los factores más importantes que influyen en el diseño de un sistema de ventilación mecánica o natural en las zonas de servicio, son las temperatura, el enrarecimiento del medio ambiente en el interior del local, como malos olores, y la polución en ge-



PLANTA

Fig 006-6 Ventilación natural en estación

neral. Para lograr el abatimiento de los factores antes mencionados hasta límites aceptables para los residentes, es necesario que el proyectista realice su diseño encaminado a garantizar una calidad mínima en el aire y un abatimiento de la sensación de temperatura que permita un nivel de confort adecuado.

006.A.07.a Renovaciones de aire y movimiento de aire

El cálculo de los sistemas de ventilación para los locales de servicio a base de renovaciones del medio ambiente, deberá apegarse como mínimo a los siguientes valores:

Sanitarios:	40 cambios/h
Jefatura de estación:	40 cambios/h
Primeros auxilios:	30 cambios/h
Cuarto de bombas:	35 cambios/h
Cárcamos:	40 cambios/h
Cuartos de aseo:	20 cambios/h
Taquillas:	100 cambios/h
Permanencias:	30 cambios/h

El movimiento de aire se deberá realizar ubicando las entradas de aire en un extremo del local mientras que en el otro extremo se alojará el equipo o rejilla de extracción, para tener movimientos cruzados de aire.

006.A.08 SISTEMA MECANICO DE VENTILACION

El sistema mecánico de ventilación, necesario para la ventilación menor requerida fundamentalmente en los locales de servicio (que generalmente se ubican concentrados en alguna zona del vestíbulo de las estaciones denominada zona de servicios), deberá diseñarse considerando un equipo central, que abastecerá todos estos locales a través de un ramaleo de ductos de lámina galvanizada. Para tal efecto, el proyecto arquitectónico deberá considerar en la zona de servicios, un local independiente dentro del cual se alojará este equipo central, con objeto de no hacer instalaciones repetitivas de equipos menores y de facilitar el mantenimiento del sistema. El equipo central deberá ser un ventilador de la capacidad que los cálculos correspondientes arroje.

Para el caso particular de las taquillas, el equipo que deberá instalarse como norma, será un ventilador axial de 1/15 hp, 110 V, 60 Hz, así como extractores sobre el plafón de la propia taquilla cuya descarga deberá conectarse a una red de ductos de lámina galvanizado para conducir el aire a una rejilla, ubicada convenientemente hacia el vestíbulo como se muestra en la fig 006-7. La entrada de aire a la taquilla deberá permitirse por la ventanilla y por alguna rejilla sin filtro en la puerta de la propia taquilla.

En las subestaciones de alumbrado y fuerza deberá diseñarse un sistema de extracción mecánico con presión negativa, con entradas de aire filtrado por las puertas y un ventilador de la capacidad requerida para expulsar el aire caliente de la subestación hacia los vestíbulos de la estación, tal como se indica en la fig 006-8.

En el local técnico el sistema mecánico de ventilación que deberá diseñarse con presión positiva, será a base de un ventilador de la capacidad requerida con un filtro lavable en su interior, permitiendo que el aire caliente salga por las puertas del local, las que también deberán contar con un filtro lavable para permitir que entre el aire por las puertas, en caso de que el ventilador se encuentre fuera de servicio (fig 006-9).

Para el caso particular de los locales técnicos, la ventilación invariablemente tendrá que realizarse con inyección de aire (presión positiva), con el fin de controlar la entrada de polvo al local.

006.A.08.a Selección y arreglo del equipo

La selección y los arreglos correspondientes de los equipos que deberán instalarse para dar las condiciones ambientales requeridas en cada uno de los locales, deberán apegarse a los requerimientos descritos en los puntos anteriores y a las figuras de referencia correspondientes.

006.A.08.b Ductos y trayectoria del equipo

El sistema central de extracción mecánica para los locales de servicio, deberá contemplar un sistema de ductos de lámina galvanizada, calculado por alguno de los métodos normalizados nacionalmente, o lo recomendado por la ASHRAE.

Estos ductos deberán ramalearse y llegar a todos los locales para poder colocar las rejillas de extracción. Las entradas de aire deberán permitirse colocando rejillas de paso sin filtros en las puertas de cada uno de los locales.

La descarga de este equipo de ventilación central invariablemente deberá conectarse en el exterior a un ducto de concreto, diseñado para extraer los malos olores de la estación y procurando que descargue a zonas jardinadas o abiertas, a una altura de 2.5 m, como mínimo, sobre el nivel de piso, con un diseño que impida la entrada de insectos y agua.

En las taquillas se deberá conectar al ventilador y a la rejilla de descarga un ducto de lámina galvanizada, tal como se indica en la fig 006-7.

Para el local técnico deberá diseñarse un sistema de ductos de lámina galvanizada por alguno de los métodos normalizados nacionalmente; estos ductos deberán conectarse al ventilador y a la rejilla de inyección, tal como se indica en la fig 006-9.

006.A.08.c Rejillas y difusores

Este aspecto es tratado en el 006.A.04.g de sistemas de ventílación menor.

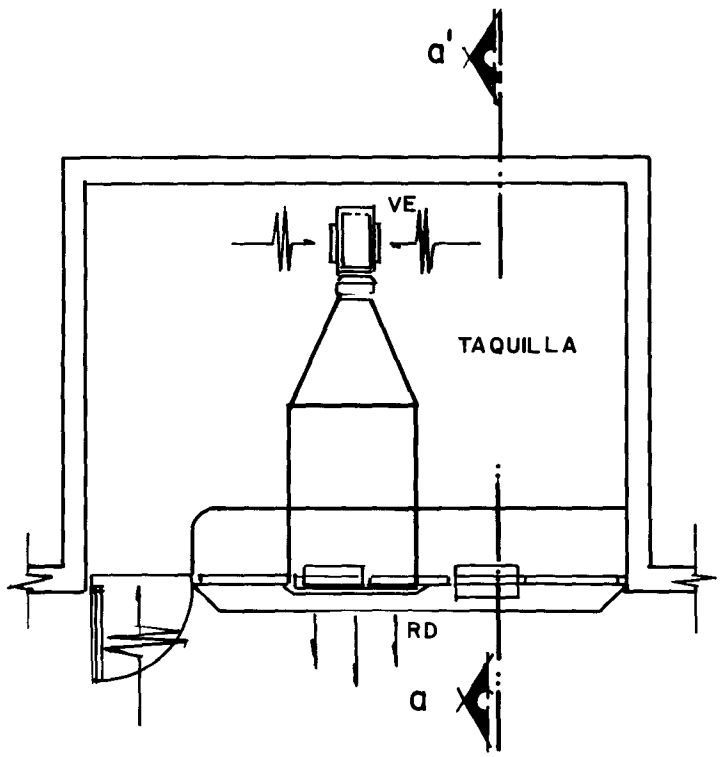
006.A.09 SISTEMA DE VENTILACION MENOR POR MEDIOS NATURALES

Para lograr la ventilación menor en los locales de servicio que eventualmente se encuentren a nivel superficial o elevado y en algunos casos a nivel subterráneo, siempre y cuando el proyecto arquitectónico lo permita, se deberá adoptar un sistema de ventilación natural a base de persianas, rejillas de paso o domos con ventilas, según convenga. Su selección dependerá de los volúmenes por manejar y polvo permisible.

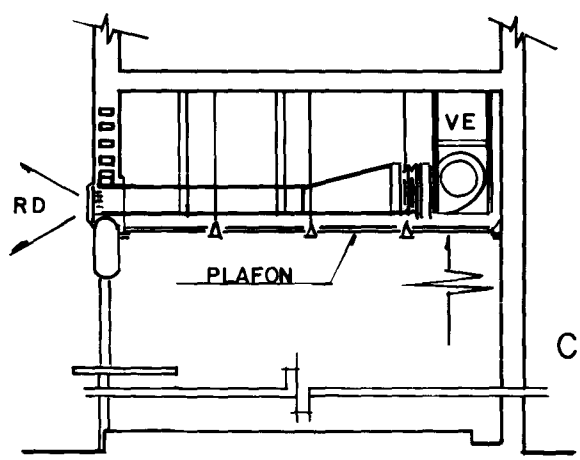
006.A.09.a Area y localización de rejillas

El área de persianas, rejillas de paso o domos con ventilas, se deberá calcular tomando en consideración el gasto de aire por manejar del local, así como la velocidad de salida del aire por el fenómeno de convección natural. Para ello:

- Se deberán de localizar persianas en la parte superior de los muros de los locales en que se pretenda dar ventilación natural.
- La localización de las rejillas de paso se deberá hacer en la parte superior o inferior de las puertas de los locales, para lograr la ventilación natural de los mismos.
- La localización de los domos con ventilas se deberá efectuar en el extremo opuesto de la puerta o al centro del local por ventilar, para poder permitir la ventilación natural.

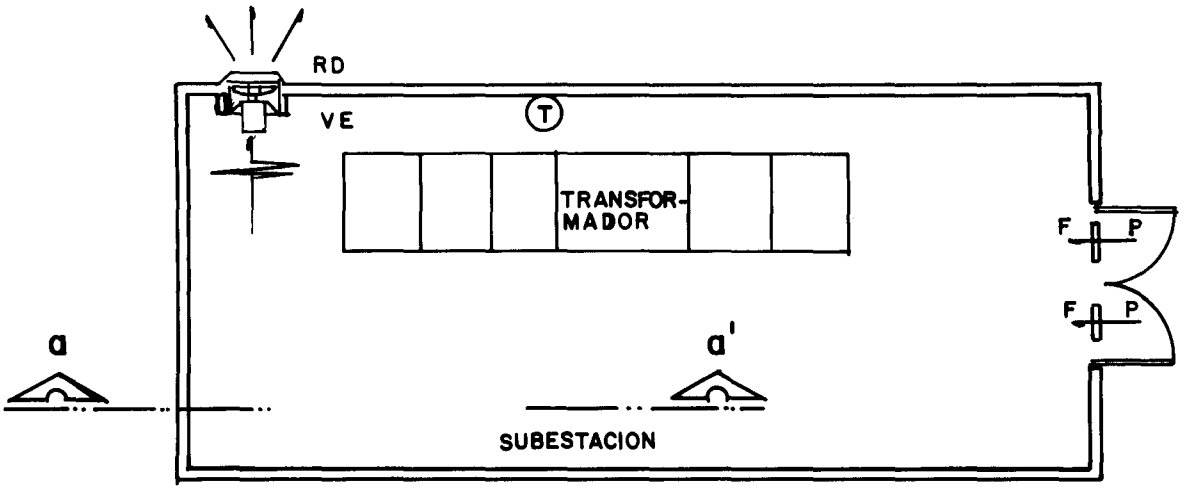


P L A N T A

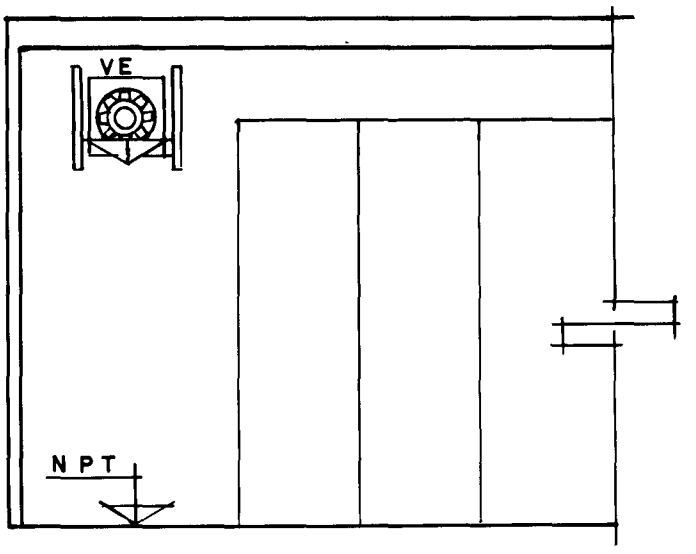


CORTE a - a'

Fig 006-7 Sistema mecánico de ventilación en taquillas

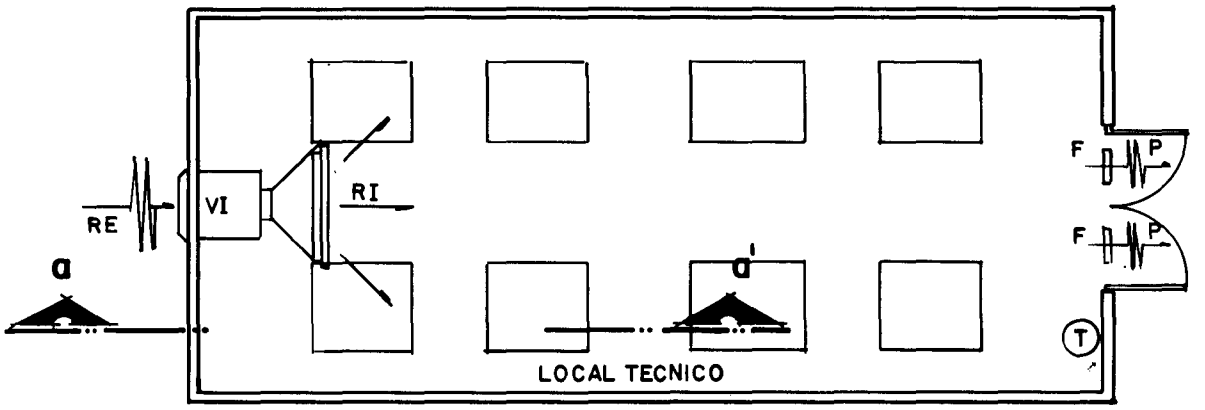


PLANTA

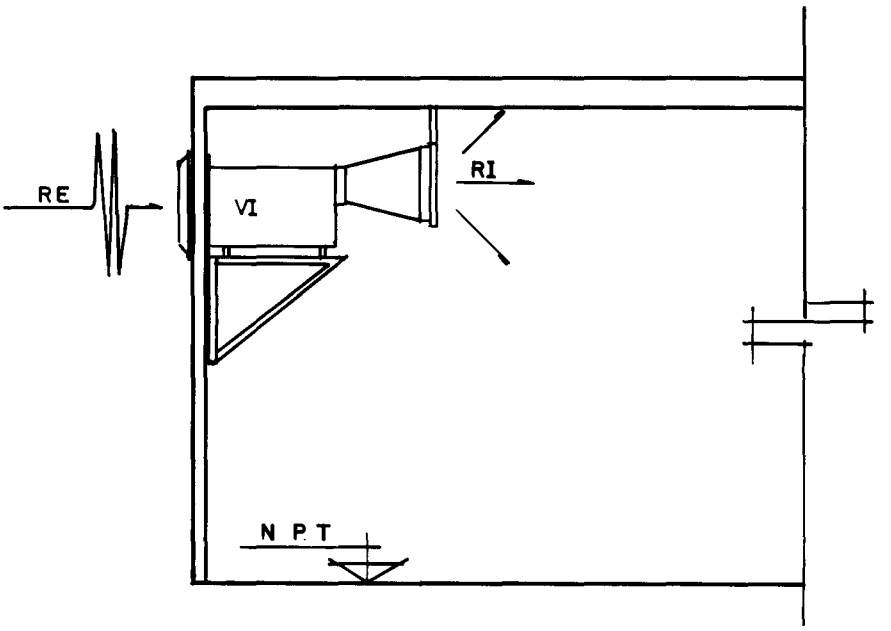


CORTE a - a'

Fig 006-8 Sistema de extracción mecánico en subestaciones



P L A N T A



C O R T E a - a'

Fig 006-9 Sistema mecánico de ventilación en local técnico

006.B TALLERES

La ventilación para los talleres es un problema de vital importancia que requiere una solución eficaz, para preservar la higiene y la seguridad industrial.

En los diseños de ventilación correspondientes, deberá tomarse en consideración que la distribución de las masas de aire contaminado dentro del taller es irregular, estando en función del área en que se generan.

Dentro de los talleres del Metro debe diseñarse además un sistema de aire comprimido, cuya función es la de alimentar los equipos localizados en las áreas de trabajo correspondientes a la nave de gran revisión, pequeña revisión y vehículos auxiliares.

006.B.01 NAVE DE DEPOSITO

Normalmente en la nave de depósito de trenes no hay personal en forma constante, ya que su actividad se lleva a cabo por las mañanas al sacar los trenes al servicio y después por la noche al final del mismo. Con base en lo anterior, se recomienda un sistema de ventilación natural; sin embargo, este criterio se deberá de analizar para cada proyecto en general.

006.B.01.a Ventilación por gravedad

Cuando se estacionan los trenes, existe un sobrecalentamiento en los neumáticos, elevando la temperatura de la nave. Para eliminar el aumento de temperatura y tener un flujo de aire constante en la nave, se deberá diseñar un sistema de ventilación natural. Para efectos de cálculo deberán considerarse de dos a cuatro cambios por hora, como mínimo.

Esta ventilación deberá lograrse a base de ventiladores de gravedad o naturales, que se instalarán en la parte superior de la nave, con el fin de extraer el aire caliente acumulado. Deberán preverse entradas de aire de reemplazo, con el área suficiente para poder reponer el aire que se va a extraer de manera de no permitir corrientes con velocidades mayores de 1.5 m/s.

006.B.02 NAVE DE VEHICULOS AUXILIARES

La nave de vehículos auxiliares tiene como objetivo principal el estacionamiento y mantenimiento de los vehículos que dan servicio a la vía y que prestan servicios auxiliares al STC, tales como vehículos Trackmóvil, plataformas, pipas para el lavado del balasto y recolectores de basura.

006.B.02.a Ventilación por gravedad

Para tener un flujo de aire constante en esta nave, se deberá diseñar un sistema de ventilación natural. Para efectos de cálculo deberán considerarse de seis a ocho cambios por hora. Esta ventilación deberá lograrse a base de ventiladores de gravedad o naturales, y éstos deberán instalarse en la parte superior de la nave, con el fin de extraer el aire caliente acumulado.

Las entradas de aire de reemplazo deberán ser suficientes para reponer el aire que se va a extraer por la parte superior, a fin de no permitir corrientes con velocidad superior a 1.5 m/s.

006.B.03 NAVE DE PEQUEÑA REVISION

En esta nave deberán preverse fosas para la revisión del material rodante, así como para la revisión y reparación de averías o fallas imprevistas en los trenes. Adicionalmente a las fosas de mantenimiento se tendrá una fosa para lavado y otra para sopleteado del material rodante.

006.B.03.a Ventilación mecánica

Para esta nave deberá diseñarse un sistema de ventilación mecánica, debido a que se utilizan solventes volátiles cuyos grados de contaminación alcanzan en algunos casos valores que sobrepasan los límites aceptables para la salud del personal. Para efectos de cálculo, deberán considerarse de cuatro a ocho cambios por hora, como mínimo.

Lo anterior deberá lograrse a base de ventiladores del tipo axial de dos aguas, de preferencia redondos y motorizados, directamente acoplados a motores eléctricos.

Las entradas de aire de reemplazo deberán ser distribuidas y suficientes para permitir una velocidad máxima de 1.5 m/s en la reposición del aire extraído.

006.B.03.b Aire comprimido

El sistema de aire comprimido deberá estar compuesto básicamente por un local que aloje los equipos compresores, secadores y una red de tuberías con tomas de aire, localizadas en los puntos preestablecidos.

El equipo de compresión deberá localizarse lo más cerca posible de la nave de pequeña revisión, con el fin de evitar las caídas de presión originadas por grandes recorridos del aire comprimido.

Los diámetros de las tuberías se deberán calcular en función del gasto, de la longitud de recorrido y de la presión de aire deseada en el punto de utilización, evitando que las pérdidas de presión por estos conceptos excedan al 3 por ciento de la presión de operación del sistema que debe ser de 7 kg/cm^2 (686 MPa).

La distribución del aire comprimido deberá contemplar una red de tuberías diseñadas para tener un circuito cerrado y deberá ser canalizada mediante trincheras procedentes del local donde se aloje el grupo compresor hasta las fosas de revisión, de sopleteado, fosa de lavado y puntos donde se requiera.

En la fosa de lavado, la tubería deberá conducirse por los muros hasta llegar a una toma localizada en la máquina lavadora.

En la fosa de sopleteado deberán existir seis tomas de aire comprimido, localizadas en un espacio equivalente a la longitud de un carro.

En las fosas de revisión deberán existir 10 tomas de aire comprimido, distribuidas a lo largo de éstas y con derivaciones hacia otras tantas localizadas en los andadores.

Todas las tomas de aire comprimido deberán estar constituidas básicamente por válvulas de globo, filtro, regulador, lubricador y enchufe de acoplamiento rápido, y deberán ser instaladas de tal forma que se tenga una salida de aire filtrado que pueda utilizarse para sopletear y dos salidas con aire filtrado regulado y lubricado, para uso de herramientas neumáticas.

Las tuberías de aire comprimido que van en las fosas deberán tener una inclinación de 1 por ciento, como mínimo, hacia los extremos, para conducir los condensados hasta estos puntos y de esta manera eliminarlos mediante purgadores automáticos instalados en los extremos de dichas tuberías.

006.B.03.c Sistema de extracción y colección de polvo

En la fosa de sopleteado deberá diseñarse un sistema de extracción de polvo, con la finalidad de extraer todo el polvo y sólidos que se desprendan al sopletear con aire comprimido los motores de tracción.

Se deberá seleccionar un sistema central de colección de polvos localizado fuera del área de la zona de sopleteado, para facilitar el mantenimiento del equipo y la recolección del polvo. Deberá utilizar campanas de captación para lograr una velocidad mínima

de captura de 2.25 m/s y una distancia de captación de partículas de 0.60 metros.

De acuerdo a las recomendaciones de "Industrial Ventilation", podrá utilizarse la siguiente fórmula para obtener el gasto de la mezcla de polvo y aire que deberán extraer las campanas:

$$Q = 2.8\ XVP$$

Q Gasto de aire, en pies cúbicos por minuto.

X Distancia de captación, en pies.

V Velocidad de captura, en pies por minuto.

P Perímetro de la campana, en pies

Las campanas deberán colocarse en las áreas de mayor concentración de polvo como son las siguientes:

006.B.03.c.01 En carros motrices. En el área de motores y parte de las resistencias eléctricas.

006.B.03.c.02 En carros remolque. En el área de resistencias. Deberá seleccionarse un colector de polvo con filtros de bolsa con alta eficiencia de filtrado, para retener partículas de polvo de tres micras como máximo y una eficiencia de colección de polvo de 95 por ciento como mínimo.

El sistema de ductos que deberá diseñarse para la interconexión de las campanas y colector de polvos, será por el método de velocidad constante y deberán ser ductos redondos, soldados y bridados.

006.B.04 TALLER ELECTRICO

En este edificio se deberán localizar las plataformas de prueba para los equipos de las subestaciones de rectificación, una subestación eléctrica y un local de aspiración donde se sopletean algunos equipos.

006.B.04.a Sistema de extracción mecánica

Se deberá diseñar un sistema de extracción de aire, para extraer el aire y polvo de los equipos en reparación que se sopletean en el local de aspiración. El equipo deberá localizarse en el edificio, descargando el aire hacia el exterior.

006.B.04.b Sistema de aire comprimido

El sistema de aire comprimido deberá alimentar la plataforma de pruebas y deberá contar con dos tomas de aire para el sopleteado de todos los equipos que llegan a reparación. El equipo para este sistema de aire comprimido deberá ser autónomo y estará ubicado dentro del propio taller eléctrico.

Las tomas de aire comprimido deberán estar constituidas básicamente por válvulas de globo, regulador, filtro, lubricador y enchufes de acoplamiento rápido y deberán instalarse de tal forma que se tenga una salida de aire filtrado para sopleteado y una salida con aire filtrado regulado y lubricado, para uso de herramientas o equipos de operación neumática.

006.B.05 PUESTO LOCAL DE MANIOBRAS

En el puesto local de maniobras se encuentran instalados equipos necesarios para el control y regulación de los trenes que transitan por los peines del taller y dentro de las naves correspondientes.

006.B.05.a Aire acondicionado

Para el área de local donde se alojan los equipos de telecomunicaciones, deberá diseñarse un sistema de aire acondicionado que permita lograr una temperatura de bulbo seco de 22°C (295 K) $\pm$ 2°C y una humedad relativa de 45 $\pm$ 5 por ciento, necesarios para la óptima operación de los mismos.

006.B.05.b Sistema de extracción mecánica

Para el área de local técnico donde se ubican los armarios de relevadores para los sistemas de señalización, pilotaje automático y mando centralizado, deberá diseñarse un sistema de extracción mecánica, con entradas de aire filtrado para evitar la entrada de polvo, requisito de los equipos que se instalarán dentro de este local.

Para efectos de cálculo en esta zona, deberán considerarse de 25 a 30 renovaciones de aire por hora.

006.B.05.c Ventilación mecánica

Para el área de cabina de control, deberá diseñarse un sistema de inyección mecánica a base de aire filtrado, con la finalidad de tener una presión positiva dentro de la propia cabina de control, para evitar entradas de polvo tanto a través del equipo de inyección como del exterior.

Se deberá calcular dicho sistema de inyección mecánica, con una estimación de carga térmica (balance térmico), el que deberá incluir calor por radiación solar, transmisión de calor por efecto de la diferencia de temperaturas y calor transmitido por el alumbrado, equipos y personas. Dicho balance térmico deberá considerar una diferencia de temperatura entre el exterior y el interior de 8 °C con cuyo resultado se determinarán las renovaciones de aire por hora requeridas.

006.B.06 MAQUINADO DE DURMIENTES

Las naves de maquinado de durmientes alojarán todo el equipo necesario para los diferentes maquinados que deberán efectuarse a los durmientes de madera destinados a las ampliaciones y reparaciones de las vías del Metro, por lo que tendrán que diseñarse los sistemas de ventilación y extracción de virutas, necesarios para una buena operación del taller.

006.B.06.a Extracción y colección de aserrín

El diseño del sistema que deberá comprender un equipo central y un ramaleo de ductos con campanas de recolección, se apegará a las características propias de las máquinas que realizan el proceso, para lo cual antes de diseñar el sistema deberán consultarse con los técnicos del proveedor y catálogos de equipos, a fin de lograr un sistema que resulte lo más funcional y eficiente posible.

Dicho equipo central de extracción de virutas y polvo deberá localizarse fuera de la zona del maquinado de durmientes, para facilitar su mantenimiento y la recolección y manejo del aserrín. Para garantizar el gasto y velocidad de aire requerido en las campanas de recolección se deberá tomar en cuenta la longitud de los ductos y los cambios de dirección necesarios para poder conocer la caída de presión estática real y así evitar problemas en un incremento en la potencia del equipo central.

El sistema deberá calcularse para lograr una velocidad mínima de captura de 2.0 m/s y deberán diseñarse campanas adaptadas a las máquinas para captar todo el aserrín.

El equipo central deberá ser un colector de aserrín, tipo ciclón con una eficiencia de recolección del 95 por ciento como mínimo. Este colector deberá descargar el aserrín a un cuarto de almacenamiento, completamente sellado para evitar filtraciones de aire.

El sistema de ductos deberá diseñarse para la interconexión de

las campanas y colector de polvos, por el método de velocidad constante y deberán ser ductos redondos, soldados y bridados.

006.B.06.b Aire comprimido

En función de los datos proporcionados por el proveedor de las máquinas-herramienta, respecto a las necesidades particulares de gastos y presión de trabajo necesarios para la operación del equipo, deberá diseñarse un sistema autónomo de aire comprimido.

En el diseño de las trayectorias de la red de alimentación de aire a las máquinas-herramienta, deberán tomarse muy en cuenta las recomendaciones del proveedor, a fin de no obstruir el sistema de trabajo requerido por el mismo proceso de maquinado, para lo cual el proveedor dará sus recomendaciones particulares.

El sistema autónomo deberá considerar un compresor de aire de dos pasos, para una presión de trabajo y gasto de aire requerido por las máquinas y herramientas neumáticas, con motor eléctrico, tanque de almacenamiento de aire, válvula de seguridad, interruptor eléctrico de arranque y paro automático, manómetro y purgador del tanque.

006.B.07 TALLER DE GRAN REVISION

Los trenes del Metro ingresan a estos talleres para mantenimiento a cada 300 000 km cuando son carros motrices y a cada 400 000 km si son carros remolque.

Para su revisión y reparación, el taller deberá contar con el equipo y las instalaciones de ventilación y aire comprimido necesarias para optimizar su funcionamiento.

006.B.07.a Ventilación mecánica de la nave

Deberá diseñarse un sistema de ventilación mecánica, debido básicamente a que en la limpieza de los componentes se utilizan solventes volátiles, cuyos grados de contaminación alcanzan en algunos casos valores que sobrepasan los límites aceptables para la salud de los obreros que ahí laboran.

Para efectos de cálculo deberán considerarse de cuatro a ocho renovaciones de aire por hora. El equipo a instalarse deberá ser del tipo axial, de dos aguas, de preferencia redondos, motorizados y directamente acoplados a motores eléctricos.

Las entradas naturales de aire de reemplazo deberán ser distribuidas en número suficiente para permitir una velocidad máxima de 1.5 m/s, a fin de reponer el aire que se va a extraer mecánicamente.

006.B.07.b Extracción mecánica de las cámaras de sopleteado, limpieza y pintura

006.B.07.b.01 Area de bogies. En esta área se deberá diseñar una cabina para alojar los bogies, con la finalidad de sopletearlos en su interior y poder permitir la extracción del polvo resultante del sopleteado en la propia cabina. Esta deberá contar con entradas de aire filtrado, así como un sistema de extracción de polvo.

A la salida de la mezcla de aire y polvo, deberá contarse con un sistema de limpieza por medio de agua, para que de esta forma pueda salir únicamente aire limpio fuera de la nave.

006.B.07.b.02 Area de limpieza de los carros del Metro. En esta área la colección de polvo se deberá efectuar desde una cámara anexa a la cámara propia de sopleteado. El sistema de extracción se deberá diseñar con ventiladores axiales empotrados en el muro que divide a las dos cámaras.

En la descarga de la mezcla de aire y polvo, se deberá contar con un sistema de limpieza que debe funcionar a base de cortinas de agua, colocadas en la descarga de los ventiladores, para que de esta forma pueda salir únicamente aire limpio al exterior.

006.B.07.b.03 Area de cabinas de limpieza y pintura. Para el mantenimiento de piezas de los compresores y equipos menores diversos, se deberán diseñar cabinas de sopleteado y casetas de pintura, con un sistema de extracción de polvo y solventes a base de un sistema de limpieza por medio de una cortina de agua, para que de esta forma pueda salir únicamente aire limpio a la nave. Deberán funcionar de la siguiente forma:

Deberán tener un ventilador centrífugo con la potencia necesaria para permitir que levante una mezcla de agua y aire contaminado con pintura o polvo, según sea el caso, por medio de una serie de ductos de arrastre dentro de los cuales se crea una fuerte turbulencia, arrojando la mezcla a la sección de eliminación del agua en donde los cambios controlados en la dirección del aire hacen que el agua y las partículas de pintura o de polvo, se separen del aire de descarga.

El aire lavado deberá descargarse a la atmósfera por medio del mismo ventilador y el agua deberá retornar al canal de rebose, donde caerá en cascada por la lámina de rebalse al tanque de agua. Las aberturas de aire por encima y por debajo de la lámina de rebalse deberán asegurar el movimiento uniforme del aire por toda la cabina para la descarga eficaz de los solventes y polvos y del exceso de rociamiento, tal como se indica en la fig 006-10.

006.B.07.c Extracción mecánica de los turbuladores

Se deberá diseñar un sistema de extracción de gases a base de boquillas, que se deberán colocar alrededor de cada tina; el diseño de ductos para la extracción se deberá calcular por el método de velocidad constante y deberán ser redondos, soldados y bridados.

El ventilador deberá colocarse fuera de la nave, para evitar el ruido y facilitar su mantenimiento.

De acuerdo a las recomendaciones de "Industrial Ventilation" podrá utilizarse la siguiente fórmula para obtener el gasto de las mezcla de gases y aire que deberá extraer cada una de las boquillas:

$$Q = 40\,008 C_d A \sqrt{h}$$

donde:

Q Cantidad de aire, en pies cúbicos por minuto.

C_d Area de la boquilla, en pies cuadrados.

h Presión estática en tubería, en pulgadas de H_2O.

006.B.07.d Sistema de aire comprimido

El taller de gran revisión deberá contar con una red de aire comprimido cuya función es la de proporcionar este fluido a las áreas de sopleteado y herramientas neumáticas. Esta red deberá diseñarse para tener un circuito cerrado y la selección del diámetro de tuberías deberá ser tal, que en el caso de demanda máxima se tenga una caída de presión menor del 3 por ciento de la presión de operación del sistema, que es 7 kg/cm^2 (686 MPa).

La distribución del aire comprimido deberá ser canalizada mediante tuberías dentro de trincheras procedentes del grupo compresor, hasta la nave de gran revisión.

En el taller deberán localizarse las tomas de aire en diferentes zonas, en función de sus necesidades propias, las que se han agrupado como sigue.

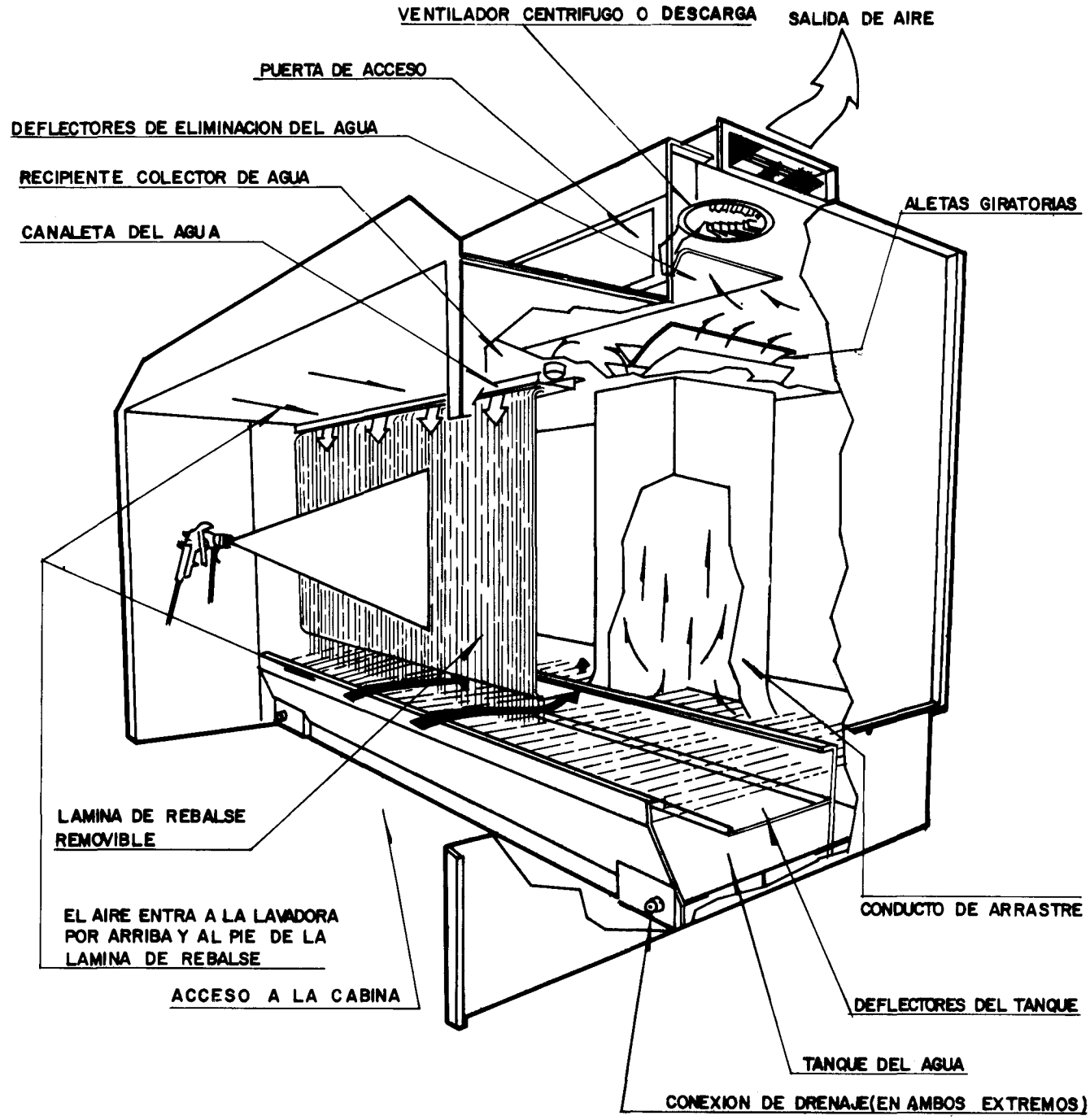


Fig 006-10 Vista interior de cabina de pintura y/o sopleteado

006.B.07.d.01 Tomas de aire en columnas. Deberán localizarse a una altura de 1.20 m, sobre el nivel de piso terminado.

006.B.07.d.02 Tomas de aire en muro. Deberán localizarse básicamente en las cámaras de sopleteado, a una altura de 1.20 m, sobre el nivel de piso terminado.

006.B.07.d.03 Tomas de aire con soporte especial. Corresponden a aquellas tomas que por su ubicación no pueden ser instaladas sobre algún elemento cercano, razón por la cual se requiere diseñar un soporte o marco, empotrado en el piso, para que sobre él pueda instalarse la toma a una altura de 0.70 m sobre el nivel de piso terminado. Estos soportes deberán ser construidos a base de ángulo estructural y deberán proporcionar protección mecánica a las tomas de aire.

006.B.07.d.04 Tomas de aire en vías en alto. Se deberán localizar en el perímetro exterior que forman las estructuras de dichas vías, a una altura de 50 cm sobre el nivel de piso terminado; su fijación deberá ser integral a las estructuras de las propias vías. Dentro de este taller deberán instalarse diferentes tipos de tomas de aire como son las siguientes.

006.B.07.d.05 Tomas de aire con una sola salida filtrada. Son las que se deberán utilizar en aquellas áreas donde sólo se requiera aire comprimido para sopletear, como el caso de las cámaras de limpieza y sopleteado.

006.B.07.d.06 Tomas de aire con una o dos salidas de aire regulado y filtrado. Se deberán utilizar en las áreas de trabajo que empleen herramientas neumáticas, siendo la toma con filtro para sopleteado y las tomas reguladas y lubricadas para uso de herramientas neumáticas.

Todas y cada una de las tomas deberán ser controladas mediante válvulas de globo y tendrán en sus salidas enchufes de acoplamiento rápido.

CAPITULO 2.02.01.007
SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCENDIO

007.A ESTACIONES

En todas las estaciones deberá diseñarse un sistema de protección contra incendio, básicamente para uso de los bomberos, que consistirá de una red de tuberías secas que rematarán en la parte superior, a nivel de banqueta, en una toma siamesa para bomberos y en la parte inferior, a nivel de andén, en un gabinete de protección contra incendio, en el cual se alojarán las mangueras que permitirán manejar el agua en el interior de las estaciones.

El sistema deberá diseñarse ubicando cuatro gabinetes de protección contra incendio en los andenes y dos tomas siamesas en el exterior. Dos de estos gabinetes deberán colocarse aproximadamente coincidiendo con el eje transversal de la estación, uno frente al otro, y uno en cada cabecera de salida de los trenes, a 15 m del muro tímpano y a 0.55 m sobre el nivel de piso de andén.

El proyecto arquitectónico y la obra civil deberán contemplar para los cuatro gabinetes un nicho en los muros de la estación, cuyas dimensiones deberán permitir empotrar las tuberías de agua y cables necesarios en cada caso.

Para casos especiales de estaciones con tres andenes, necesariamente se deberá dejar un gabinete en el andén central, aproximadamente a la mitad de la longitud del andén y de manera que no sea un obstáculo para la circulación del usuario, conectándose a la tubería que alimenta a los otros dos.

Cada toma siamesa en el exterior, alimentará a dos gabinetes del andén correspondiente, uno central y otro de cabecera de estación.

007.A.01 GABINETES Y EQUIPOS

Como se mencionó anteriormente, en las estaciones se tienen ubicados unos gabinetes a nivel de andén, que forman parte del sistema y cuya función es proteger de manera prioritaria la zona comprendida por el andén mismo y las vías. A estos gabinetes precisamente llegarán las tuberías procedentes de las tomas siamesas.

El sistema de protección contra incendio central diferirá del de cabecera en cuanto a los elementos que contenga.

En el gabinete central se deberá tener una manguera contra incendio de 30 m de longitud y 66 mm de diámetro, con chiflón de tres posiciones, chorro directo, rocío y cerrado. Cada gabinete deberá ser alimentado individualmente por tubería de 64 mm de diámetro.

El paso del agua a la manguera se controlará por medio de una válvula angular de globo. Cuando una sola toma siamesa alimente a dos gabinetes, la tubería principal deberá ser de 76 mm de diámetro y cuando alimente a los cuatro deberá ser de 100 milímetros.

Adicionalmente dentro de este gabinete se deberá tener un extinguidor de polvo químico seco, tipo ABC, con capacidad para 9.0 kg, así como un ruptor de emergencia que corte la corriente de tracción y una caja de conexiones. Se deberá tener además, un teléfono directo al PCC.

En el gabinete de cabecera solamente se tendrán la manguera y el extinguidor; ambos gabinetes contarán con iluminación propia, que permita la fácil localización de los elementos que contiene.

007.A.02 TUBERIAS Y ACCESORIOS

Para la ubicación de las tomas siamesas se deberá considerar que estén cercanas a los accesos de las estaciones, que se tenga completa visibilidad de ellas desde la vialidad y que se tenga fácil acceso para maniobrar con un carro pipa. La toma siamesa se deberá sujetar a la especificación requerida por el Departamento de Bomberos, siendo sus descripción la siguiente:

Toma siamesa hecha de bronce pulido y cromado, con chapetón de 250 mm de diámetro e inscripción "Bomberos"; con dos entradas de 64 mm de diámetro, cuerda NST, cada entrada con chapaleta interior para evitar reflujo, con tapón y cadena.

Cada toma se deberá integrar a un murete urbano de concreto, de tal manera que la entrada a la boca esté a 1.00 m del nivel de piso terminado. El hecho de que se integre la toma a un elemento de concreto que le sirva de apoyo, permitirá ubicarla en el exterior en cualquier posición que se requiera, independientemente de que exista o no un muro, y al mismo tiempo al estar la tubería y la toma embebida en concreto se tiene una protección adicional, que la hace más resistente a cualquier impacto.

El diámetro de la toma que se conecta a la toma siamesa será de 100 mm. En algunos casos, en la parte enterrada del mueble urbano podrá o no reducirse el diámetro de la tubería que alimenta a los gabinetes con manguera, dependiendo del número de ellos.

El acceso de la tubería a la estación proveniente de la toma siamesa deberá realizarse a través de locales para aseo, rejillas para ventilación, lumbreras, etc., generalmente a través de cualquier espacio o elemento que permita ligar la toma con los gabinetes con la menor longitud de tubería posible.

La tubería que se utilice para tal efecto, deberá ser de fierro galvanizado cédula 40, con uniones roscadas; para cada cambio de dirección de la tubería dentro del terreno natural, se deberán considerar atraques de concreto de $f'_c = 150$ kg/cm^2, según especificación de la DGCOH, del DDF.

Una vez que la tubería llegue al interior de la estación se deberá utilizar el relleno de 0.40 m entre la losa de cimentación y el nivel de piso terminado, con el objeto de llevar la tubería hasta el bajo andén de las estaciones, el que de hecho es un ducto que recorre la estación paralelamente al eje de trazo. Siempre se tratará de que la trayectoría que siga la tubería sea lo más recta posible y de esa manera evitar codos y conexiones en exceso que dificulten el flujo del agua en las tuberías.

Es importante mencionar que la tubería en algunas zonas quedará enterrada y en otras, como en el bajo andén quedará aparente, debiendo probarse antes de que se tape o confine, de tal manera que se garantice que no existan fugas de agua a todo lo largo de la línea. La presión de prueba a que deberán someterse las tuberías será de 10.5 $\pm$ 1 kg/cm^2 durante el tiempo mínimo de dos horas o en su defecto, el tiempo mínimo que se requiera para verificar que no existan fugas en las uniones.

En las zonas donde la trayectoría seleccionada impida ahogar la tubería, deberá sujetarse a muros y losas con soportes tipo abra-

zadera, a cada 2.5 m de separación, como mínimo, e inmediatamente antes y después de cada deflexión de la tubería. Los soportes deberán a su vez anclarse a muros y techos con dos taquetes expansores para impedir que la vibración de la tubería, en alguna eventual operación, pueda desprender los soportes previstos. Al final de la instalación la tubería aparente deberá pintarse de color rojo para su fácil identificación.

007.A.03 EXTINTORES

En locales no incluidos en el sistema de protección contra incendio, se deberá considerar como medida preventiva de seguridad la colocación de extinguidores a base de polvo químico seco, tipo ABC, con capacidad de 9 kg a una altura de 1.60 m, de tal forma que estén completamente visibles y accesibles, libres de obstrucciones y bien señalados, tomando en cuenta que una persona no tenga que caminar más de 30 m para llegar a ellos.

007.B TRAMOS

En todos los tramos de interestaciones a excepción de los tramos de líneas superficiales y elevadas, deberá diseñarse un sistema contra incendios a bases de tubería seca, conectada al exterior con una toma para bomberos y en el interior a un gabinete de protección contra incendio.

Dicho sistema consistirá en implantar gabinetes de protección contra incendio a cada 150 m como máximo, los cuales deberán alternarse al tres bolillo a lo largo de cada interestación, de manera que de un mismo lado del túnel o cajón deberá existir un gabinete a cada 300 m. La finalidad de ubicar un gabinete a cada 150 m en forma alternada, es para tener la posibilidad de cubrir la totalidad de la longitud de los túneles y estaciones con chorros de agua provenientes de alguno de los gabinetes.

La implantación de los gabinetes deberá iniciarse a partir de las estaciones, ubicando el primero a 125 m de cada lado de las estaciones, para permitir que puedan conjugarse con los gabinetes ubicados en las propias estaciones.

El proyecto estructural y la obra civil deberán prever nichos especiales para la instalación de los gabinetes, cuyas dimensiones serán 1.50 m de ancho, 2.00 m de altura y 0.48 m de profundidad, como mínimo.

007.B.01 CONEXIONES A TOMAS SIAMESAS PARA BOMBEROS

Cada uno de los gabinetes implantados en los tramos interestaciones deberán ser conectados a una toma siamesa ubicada a nivel de la calle.

Dicha conexión deberá realizarse mediante una línea de tubería de fierro galvanizado cédula 40, de 76 mm de diámetro, la cual deberá anclarse a los muros del tunel o cajón a base de soportes con abrazaderas tipo "U" a cada 2.50 m como máximo e inmediatamente antes y después de cada deflexión de la tubería. Dichos soportes deberán ser anclados al muro a base de taquetes de expansión.

La conexión entre gabinetes y la toma siamesa deberá ser prevista por la obra civil, realizando barrenos que conecten al túnel o cajón con el exterior, a manera de camisas, para recibir en su interior la tubería del propio sistema contra incendio.

De igual manera que para las estaciones, la toma siamesa deberá apegarse a lo requerido por el Departamento de Bomberos (ver 007.A.02).

La tubería que proviene de la toma siamesa se conectará en el interior del túnel o cajón a un gabinete metálico, cuya función es alojar el equipo contra incendio.

Las tomas siamesas para bomberos deberán ubicarse en el exterior, en función de la posición de cada gabinete en el interior, de preferencia inmediatamente encima de ellos. La localización podrá variar en función de las interferencias encontradas en el exterior, como calles, jardines, entradas de automóvil, etc., de manera que dichas tomas no constituyan un obstáculo y que queden protegidas contra posibles impactos de vehículos.

Es importante advertir la necesidad de probar la instalación antes de que se confine o tape, para lo cual, la presión de prueba a que debe de someterse la tubería será de 10.5 $\pm$ 1 kg/cm^2 durante un tiempo mínimo de dos horas o en su defecto, el tiempo mínimo que se requiera para verificar que no existan fugas en las conexiones.

007.B.02 DIMENSIONAMIENTO DE GABINETES

Las dimensiones y construcción de los gabinetes deberán apegarse a lo establecido en el plano 85-A-000 III-197 o a las especificaciones que COVITUR apruebe.

Cada gabinete contendrá dos mangueras de 64 mm de diámetro, una de las cuales se encontrará permanentemente conectada a la válvula angular de globo que controlará el paso de agua a la manguera y la otra como una reserva en caso necesario.

007.C TALLERES

Son locales donde se da mantenimiento preventivo y correctivo a los trenes que circulan por las líneas, así como a los equipos varios requeridos para la operación del sistema.

Dentro de los talleres están comprendidas áreas para depósito, reparación menor, mayor y pruebas de los trenes, reparación de equipos varios como transformadores, rectificadores, bombas, motores, etc., así como áreas para el personal administrativo.

La seguridad física de estos talleres dependerá en gran parte del sistema de protección contra incendio, por lo que se deberá considerar en todos aquellos locales que lo requieran, la instalación de gabinetes que permitan combatir en forma adecuada y eficiente cualquier conato de incendio que se presente en dicho lugar.

007.C.01 RED DE DISTRIBUCION DE PROTECCION CONTRA INCENDIO (PCI)

El sistema de PCI que deberá utilizarse en las redes de distribución de los talleres será por medio de bombeo, mediante el sistema de red abierta debido al probable sembrado irregular de los locales que considere el proyecto arquitectónico, por lo que básicamente se utilizará una tubería principal a la que se le irán agregando tuberías secundarias para formar toda la red. Se deberá considerar que la tubería principal vaya alojada en trincheras, de preferencia comunes junto con otras tuberías hidráulicas y de fácil acceso, para que se puedan efectuar inspecciones o mantenimiento, según se requiera.

El volumen necesario de agua para el sistema de protección contra incendio, será calculado en base a lo que especifique la ANIS (Asociación Nacional de Instituciones de Seguros), y que se refieren al volumen de agua para que dos gabinetes puedan funcionar simultáneamente durante un siniestro o en el caso de que existan rociadores, la cantidad de agua que éstos demanden en el lugar donde estén instalados. Desde el punto de vista de la presión, el diseño deberá permitir que el gabinete crítico es decir, el más alejado y/o el de mayor altura, tenga una presión a la salida de la boquilla de 25 lb/pulg^2 (1.75 kg/cm^2) si se trata de un gabinete en el interior de las naves o 35 lb/pulg^2 (2.45 kg/cm^2) si se trata de un gabinete al exterior.

El cálculo de los diámetros de las tuberías deberá seguir el criterio del gasto acumulado y de la distancia a que se encuentren

los gabinetes, siendo el diámetro mínimo de 51 mm para la alimentación a un gabinete.

007.C.02 PCI EN NAVE DE DEPOSITO

Para la protección de los trenes durante su permanencia en la nave, se proyectarán gabinetes de protección contra incendio, dotados de una manguera de 30 m de largo y 38 mm de diámetro, así como de un extinguidor de polvo químico seco, de 9 kg; los gabinetes estarán localizados en los andadores principales de la nave, separados a cada 45 m entre sí y alternados con respecto a los de otro andador. De igual manera que en el caso de las tuberías para las tomas de agua, la red interior de protección contra incendio deberá formar un circuito cerrado.

El proyecto arquitectónico considerará pasos de emergencia dentro de la nave, para el acceso de bomberos que crucen la nave en el sentido transversal en caso de que ocurra un siniestro; por lo tanto, en cada paso de emergencia se tendrá una toma siamesa que esté conectada al circuito interior y por la que puedan inyectar agua los bomberos, si fuera necesario. Los gabinetes estarán apoyados en las columnas a una altura de 1.60 m sobre el nivel de piso. Asimismo, se deberán proyectar también gabinetes exteriores, perimetrales a la nave y autosoportados en la fachada.

007.C.03 PCI EN NAVE DE PEQUEÑA REVISION

Para la protección de los trenes se tendrán gabinetes provistos de manguera y extinguidor. Los gabinetes estarán localizados en los andadores principales, separados a cada 50 m de distancia entre sí, alternados de un andador a otro y con tubería de alimentación formando un circuito cerrado.

Las tomas siamesas para bomberos deberán estar localizadas de tal forma que quede una sobre la fachada principal que da a las calles interiores y otra en el paso de émergencia que colinda con la zona de vía de peines, es decir, al frente de la nave.

007.C.04 PCI EN ALMACEN DE LLANTAS

Una de las zonas con mayor necesidad de un sistema de protección contra incendios dentro de los talleres de Metro, es sin duda el almacén de llantas que se utilizarán en los carros. El hule de que están hechas las llantas es muy difícil de apagar una vez que se inflama, por lo que se requiere protección con un sistema diferente al utilizado en las naves de depósito y de pequeña revisión. El almacén deberá protegerse totalmente, ya que la estiba de las llantas podrá variar entre 5 y 6 m de altura.

007.C.04.a Sistema de extinción de incendio

Antes de llegar a la decisión sobre el sistema de protección contra incendio que sea conveniente utilizar, deberán analizarse y someter a la aprobación de COVITUR los diversos sistemas que puedan aplicarse a este caso en particular, principalmente los sistemas a base de agua, que son efectivos por su gran capacidad para disminuir la temperatura de las llantas.

Si los avances tecnológicos no permitieran adoptar un sistema que no requiera el empleo de agua con mangueras entonces, previa aceptación de COVITUR, el sistema deberá diseñarse a base de rociadores, considerando que el área por proteger podrá ser del orden de 9 m^2, con un gasto individual de 144 ℓ/min. De ahí que la reserva de agua que se tenga en la cisterna como parte del sistema contra incendio, deberá garantizar un mínimo de 30 minutos de operación, tiempo en el cual el RCDF estima que llegará el auxilio del cuerpo de bomberos. El tipo de rociador que se utilice será del tipo SSU (Spray Sprinkler Upright) cerrado, de bulbo, de instalación visible y con apertura de operación de 68°C siendo ésta la temperatura necesaria para hacer estallar el bulbo; los rociadores deberán estar localizados a una distancia de 0.30 m del techo de dos aguas de la nave. El área por proteger estará dividida en una parte central y dos laterales, contando cada una de ellas con una red de alimentación de agua y rociadores formando parrillas. La separación entre rociadores y entre tuberías que conformen cada red no deberá exceder de 3.60 metros.

El material que se especifique para las tuberías de 51 mm de diámetro y menores deberá ser fierro galvanizado cédula 40 y para diámetros mayores se utilizará el acero A53 con conexiones soldadas.

La tubería estará soportada adecuadamente de acuerdo con el cálculo correspondiente, pero la separación máxima entre soporte y soporte no excederá de 4.6 metros.

Los casos y detalles especiales que no queden abarcados en el criterio general establecido en esta Especificación, serán resueltos apegándose por similitud a las normas NFPA (National Fire Protection Association).

El sistema se deberá complementar con una válvula de alarma, la cual entrará en operación cuando exista un flujo a través de ella, como resultado de la apertura de un rociador

007:C.04.b Sistema de detección de incendio

En los párrafos anteriores se mencionó lo relacionado con los medios a considerar para la extinción del fuego en el almacén; sin embargo, ésta será una actividad posterior a la detección del fuego como tal, es decir, deberá ser proyectado un sistema que sea capaz de detectar la presencia del fuego en su etapa primaria e iniciar la acción de aviso del mismo. La operación del sistema de detección tendrá que ser completamente independiente del sistema de extinción, siendo su única función la de percibir el fuego; por lo tanto, una vez que la presencia de fuego sea registrada a partir de los detectores que se utilicen para tal efecto, el sistema tendrá que proporcionar señal de alarma local y remota del tipo visual y auditiva a los sitios donde exista una vigilancia permanente.

El sistema estará integrado por un tablero de control y suministro de fuerza para los detectores y para la campana de alarmas; la unidad de fuerza y control deberá proporcionar la energía necesaria para la activación de los circuitos de detección, alarma, supervisión y recarga de baterías. En cuanto a los paneles de zonificación, se encontrarán integrados en los tableros, en donde recibirán las señales de alarma o de fallas, provenientes de cada área que se proteja. El tablero deberá tener capacidad para dos zonas de detectores de tres circuitos y una zona de detectores o estaciones manuales de dos circuitos; de ahí que se deberán tener en el almacén detectores distribuidos en la cumbrera de la nave, y en las alas izquierda y derecha, soportados por la armadura de la nave. La distancia entre cada uno deberá ser de acuerdo al número de detectores que se tengan y del área que abarque cada detector.

Los detectores que se especifiquen en el proyecto deberán ser de humo, con principio de operación de ionización, sin que el calor o la flama activen el detector.

El tipo de conexión del detector que se utilice será el de enchufar en su base, con un foco de luz roja que indicará la operación.

Las características eléctricas deberán ser las siguientes:

— Voltaje de operación	24 V, CD
— Corriente de operación	30 A a 24 V, CD
— Corriente de alarma	60 A a 24 V, CD
— Contacto dos N/A	Alarma
— Contacto uno N/A	Alarma
— Contacto uno N/C	Supervisión
— Tierra	Polo negativo en la armadura del detector

Los casos especiales que no queden abarcados dentro del criterio general establecido en esta Especificación, serán resueltos apegándose por similitud a alguna de las siguientes normas:

FM	Factory Manual
UL	Underwriters Laboratories
NFPA	National Fire Protection Association

Habrá de tomarse en cuenta que para poder calibrar y dar mantenimiento a los detectores y a los rociadores, se deberán proyectar y construir pasos de gato con rejilla metálica, soportados a la armadura de la nave, a los cuales se subirá por medio de una escalera marina.

007.C.05 PCI EN TALLER DE GRAN REVISION

La red interior de protección contra incendio, estará formada por una serie de gabinetes con manguera de 38 mm de diámetro por 30 m de longitud y un extinguidor de 9 kg. Los gabinetes deberán estar distribuidos interiormente en toda la nave a una distancia que podrá variar entre de 40 y 60 metros.

Los gabinetes deberán estar apoyados en las mismas columnas que soportan la techumbre. De la red principal de este sistema, la cual deberá ser aérea se derivará una alimentación de 51 mm de diámetro que bajará a cada uno de los gabinetes.

Para que los bomberos tengan acceso al sistema, en la fachada principal de la nave se deberá contar con una toma siamesa conectada a la red interior, para que de esta forma se pueda inyectar exteriormente agua al sistema de protección de la nave. En la red se utilizará tubería de fierro galvanizado cédula 40, con conexiones roscadas.

007.C.06 PCI EN EDIFICIO DE INGENIERIA

Para la protección del edificio y seguridad del personal, deberán proyectarse gabinetes de protección contra incendio en cada piso, procurando que su instalación esté en un lugar visible, que cada uno tenga manguera de 38 mm de diámetro y una longitud de manguera que permita llegar con la boquilla cuando menos a un metro del punto de conflagración, así como un extinguidor de polvo químico seco, del tipo ABC.

007.C.06.a Extintores

En locales no incluidos dentro del sistema de protección contra incendio se deberán considerar como medida preventiva de seguridad, la colocación de extinguidores a base de polvo químico seco, tipo ABC, con capacidad de 9 kg a una altura de 1.60 m, de tal forma que estén completamente visibles y accesibles, libres de obstrucciones y bien señalados, tomando en cuenta que una persona no tenga que caminar más de 30 m para llegar a ellos.

007.C.07 PCI EN EDIFICIO DE ZAPATAS Y FRENOS

Para la protección del edificio se proyectará un gabinete contra incendio, ubicado a 2 m como máximo del acceso principal, en un lugar visible y conectado a la red exterior general de protección contra incendio. Este gabinete contará con una manguera de 30 m de longitud y 38 mm de diámetro y un extinguidor de polvo químico seco tipo ABC, de 9 kg de capacidad.

CAPITULO 2.02.01.008

CANALIZACIONES ELECTRICAS

Las canalizaciones eléctricas comprenderán todos aquellos sistemas cuyo fin sea el de soportar, guiar y proteger cualquier tipo de cable, desde su origen hasta su destino. Estas canalizaciones podrán ser de diferentes características y se adoptarán las que satisfagan los requerimientos específicos de cada necesidad en particular, para lo cual en cada caso se deberá consultar el proyecto correspondiente.

008.A DISEÑO DE CANALIZACIONES ELECTRICAS EN ESTACIONES

En las estaciones, la distribución de la energía desde los locales donde se localizan los tableros hasta los puntos donde ésta se requiere (escaleras mecánicas, bombas, circuitos de alumbrado, equipos para los sistemas de señalización, mando centralizado, telecomunicaciones, pilotaje automático, etc.), así como los cableados necesarios para el control de todo el sistema Metro, se deberán realizar a través de canalizaciones adecuadas, como son los bancos de ductos, registros y charolas, diseñados conforme a los requerimientos de cada estación, debiendo tener especial cuidado en los proyectos, ya que de un buen diseño dependen menores costos, tanto de la obra como de los cables, y una mejor operación del sistema en general.

008.A.01 BANCOS DE DUCTOS

Llámese banco de ductos a un grupo de tubos debidamente acomodados y separados entre sí, pero formando un solo cuerpo mediante el empleo de concreto colado alrededor del grupo de tubos. El número y diámetro de los ductos a utilizar, dependerá básicamente del número y diámetro de los cables que ligan cada local e instalaciones.

Son utilizados principalmente para ligar entre sí los ductos bajo andén, así como ligar éstos con subestaciones, local técnico, local de Jefe de Estación, taquillas, etc., con el fin de permitir el cableado de los equipos existentes en cada local con las instalaciones propias de la estación y del tramo de interestación, el cual es ligado a través de los bajo andenes.

El diámetro interior de los ductos deberá ser como mínimo del orden de 1.5 veces el diámetro exterior del cable, y se deberá tratar que la superficie interior de éstos sea lo más tersa posible, con el fin de reducir los coeficientes de fricción de los cables durante su instalación o cambios por mantenimiento.

En las canalizaciones eléctricas, en las cuales esté previsto el uso de cables de energía, no se deberán instalar ductos del tipo metálico, procurándose la instalación de ductos de asbesto-cemento ("Asbestolit" tipo "I" o similar), unidos entre sí mediante copies.

Por el contrario, para el caso en donde existan cables de control, se permitirá utilizar tubería de PVC en los diámetros adecuados. No se aceptarán tubos conduit de pared delgada.

Concretamente, para el caso de las estaciones y siguiendo los criterios establecidos de común acuerdo con COVITUR, la liga entre bajo andenes podrá realizarse mediante dos métodos, uno de ellos a base de ductos y el otro por medio de galerías.

Para el caso de las estaciones terminales en las cuales existan dos andenes y tres vías, se deberá prever una comunicación para los cables por medio de ductos y registros entre los muros laterales y los bajo andenes.

Siempre que exista la necesidad de realizar algún cambio de dirección, se deberá prever un registro en el punto en el que se requiera, debiendo considerar un radio de curvatura mínimo igual a 12 veces el diámetro del cable de mayor diámetro. Los cortes que sea necesario realizar en los tubos, porque se requieran tramos más pequeños a los que proporciona el fabricante, deberán ralizarse con herramientas adecuadas, debiendo quedar los extremos de los tubos cortados en un plano perpendicular al eje del mismo.

A su llegada a los registros estos ductos deberán rematarse con campana terminal de asbesto, o en su defecto podrán emboquillarse con un "trompo", a base de mortero cemento-arena, en proporción de 1:5, con acabado pulido fino. Estas campanas deberán quedar rematadas a 5 cm del paño interior de dichos registros.

Cuando los bancos de ductos sean instalados en las losas de fondo de las estaciones, el concreto deberá vibrarse en forma adecuada, con el fin de evitar huecos en la parte inferior de los tubos, que con el paso del tiempo y la carga a la que son sometidas estas losas, se pudiera llegar a ocasionar una fractura en éstos.

Por lo que se refiere a la cantidad de ductos que deberán instalarse en las estaciones, ésta variará de acuerdo con el número de cables que llegan o salen de la estación; sin embargo, se deberá prever en todas las instalaciones de ductos un 100 por ciento de reserva para cables de baja tensión (BT) y control y 30 por ciento para cables de alta tensión (AT).

En el caso de que existan bancos de ductos para cables de control, los cables de AT no se deberán colocar a una distancia menor de un metro de dichos ductos.

Como práctica recomendable, deberá instalarse un solo cable por tubo del banco de ductos, y en el caso de requerirse que por el mismo tubo deba instalarse un número mayor de cables, deberá asegurarse que el factor de relleno no exceda del 40 por ciento del área del tubo.

Los bancos de ductos en su llegada a los registros, deberán tener tramos rectos de 15 cm antes de dar comienzo a una curva, para lo cual deberán dimensionarse adecuadamente los registros.

008.A.02 REGISTROS

La localización de los registros dentro de las estaciones deberá realizarse de acuerdo a sus necesidades de cableado; sin embargo, podrían requerirse ligeros ajustes de posición, motivados por las posibles interferencias existentes.

La geometría que deben tener los registros dentro de las estaciones, deberá ante todo respetar los radios de curvatura permisibles por los cables, pero sin dejar de adaptarse a las restricciones que impone su localización e interferencias, tales como el paso de las vías, la llegada de las charolas, el paso de usuarios, etcétera.

Para el proyecto estructural de estos registros, se deberá tener en cuenta lo establecido en la sección 2.01.04, pudiéndose tener como referencia adicional, las normas emitidas por la CLFC.

Los radios de curvatura de los cables de energía dentro de los registros o galerías, nunca deberán ser menores que los radios

especificados por sus fabricantes. Se deberán prever para el caso de cables de fuerza, espiras o cocas dentro de los registros con el fin de que se puedan absorber las dilataciones y las contracciones del cable, a la vez que deberán permitir contar con una reserva para imprevistos de cortes o conexiones.

Los cables en el interior de los registros deberán quedar apoyados en algún tipo de soporte, tales como charolas, clemas o ménsulas, provistas de porcelana con objeto de que los cables puedan moverse con libertad durante los ciclos de expansión o contracción.

008.A.03 CHAROLAS PARA CABLES

Con objeto de hacer más fácil la instalación y el mantenimiento de los cables de energía y control que el sistema requiere para su operación, su tendido, a lo largo de una línea, se hará principalmente sobre charolas y accesorios de fabricación normalizada, de acuerdo con el siguiente criterio: en desvíos y estaciones se usarán charolas y en tramos, soportes. Esto es en todos los tramos de interestación, bajo andenes, galerías de cables, talleres, etcétera.

008.A.03.a Las charolas en el Metro de la Ciudad de México

Las charolas deberán ser construidas a base de lámina de fierro galvanizado o de lámina de aluminio, cuyas dimensiones debido a su normalización, están basadas en el sistema inglés (pies y pulgadas). Las charolas deberán componerse de dos piezas laterales dobladas en forma de "Z", separadas por medio de piezas dobladas en "U" y perforadas para permitir atar los cables. Se suministrarán en tramos rectos de 3.66 m (14 pies 4 pulgadas) de largo y se fabricarán en tres diferentes anchos, los cuales podrán utilizarse para todos los casos del proyecto Metro; estos anchos interiores libres son: 0.152 m (6 pulgadas), 0.229 m (9 pulgadas) y 0.406 m (16 pulgadas).

Se han escogido estas tres dimensiones con la finalidad de reducir al mínimo los problemas de suministro y facilitar existencias en almacén.

En el mercado existe una gran variedad de "piezas especiales", como accesorios y conexiones, codos con diferentes deflexiones, "cruces", etc. los que son detallados en los catálogos de los fabricantes.

En el actual proyecto del Metro, varias de estas piezas podrán suprimirse, especialmente los codos verticales interiores y exteriores, codos horizontales y deflexiones, sustituyéndolos por accesorios fabricados en el campo por el propio instalador, con el fin de reducir los costos y realizar más fácil y rápidamente la instalación, de acuerdo a las necesidades de obra.

Para la instalación y apoyo de las charolas, deberán utilizarse soportes y ménsulas también de fabricación normalizada. Estos soportes son también llamados cremalleras, y se construyen a base de perfil estructural o de lámina de fierro doblada en "U", con perforaciones equidistantes para insertar ménsulas del mismo material, sobre las cuales se hace el soporte directo de las charolas. Estos soportes, se suministrarán en tramos de 3.05 m (10 pies) de largo.

En los diseños deberán considerarse tramos cuyos cortes en longitudes especiales, permitan aprovechar el largo total de la pieza con un mínimo de desperdicio. Estos soportes se deberán colocar con una separación de 2.40 m como máximo, y su fijación al muro deberá realizarse por medio de taquetes del tipo expansivo. En las pruebas de campo, cada uno de los taquetes deberá resistir un esfuerzo cortante y de tracción axial de 1500 kg como mínimo.

Otro de los accesorios ya mencionados son las ménsulas, las cuales se fabricarán con lámina de fierro y su largo se seleccionará de acuerdo con el ancho de cada charola en particular. Dichas ménsulas deberán estar provistas de un tope para detener el deslizamiento transversal de la charola en caso de movimientos involuntarios, como dilataciones, sismos, etc. La separación vertical mínima que debe considerarse entre cada ménsula estará limitada a 0.23 m. Asimismo, dentro de las estaciones del Metro, la instalación de charolas deberá seguir una trayectoria longitudinal a la estación y éstas se localizarán en el ducto bajo andén de las mismas.

Debido a requerimientos exclusivamente de tipo eléctrico, las trayectorias de los cables deben agruparse por disciplinas, como se indica a continuación:

- Cables de alta tensión (AT, 23 kV).
- Cables de telecomunicaciones (T).
- Cables de mando centralizado (MC).
- Cables de señalización (S).
- Cables de pilotaje automático (PA).
- Cables de baja tensión (BT).
- Cables de tracción (TR).

008.A.03.b Selección de charolas

Al seleccionar las charolas como medio de soportería de los cables necesarios para la operación del Metro, éstas deberán presentar ventajas con respecto a otros sistemas de canalizaciones. Las ventajas que se deberán de tomar en cuenta son las siguientes:

- Menor requerimiento de espacio, respecto a otras instalaciones similares.
- Ventilación total y en forma natural para los cables.
- Instalación rápida y fácil.
- Adaptables y fáciles de modificar y ampliar, según requerimientos propios de la obra y de la operación.
- Posibilidad de rápido y seguro acceso a los cables para ampliaciones, modificaciones y reparaciones.
- Menor costo, tanto de instalación como de mantenimiento.
- Apariencia agradable y buen diseño profesional, en cualquier instalación eléctrica.

Como se mencionó, los materiales usuales con que se fabricarán las charolas son el fierro galvanizado o el aluminio. Al seleccionar el material para realizar los diseños correspondientes deberá tomarse en consideración lo siguiente:

- El aluminio fallará estructuralmente a temperaturas cercanas a 200°C (473 K).
- Las charolas de fierro galvanizado pueden corroerse rápidamente en lugares donde exista demasiada humedad, por lo cual se les tendrá que aplicar un tratamiento de tropicalización. Si se utiliza aluminio, deberá especificarse una aleación resistente a la corrosión, sin caer en fabricación especial.
- Para las charolas de fierro galvanizado, se utilizará material de acuerdo a las normas SAE-1010 o SAE-1011 y para las aleaciones de aluminio se utilizarán las normas 6061-T6 y 6063-T6 de ASTM (Aluminium Alloy Standard Structural Shapes, Rolled or Extruded). Estos materiales podrán aceptarse previo reconocimiento cuidadoso de sus diferencias en esfuerzos.

— El ancho de la charola y el espaciamiento entre travesaños dependerá del número de cables que soportará y del peso de los mismos. Los soportes deben quedar preferentemente cerca de los extremos de cada tramo de charola, tomando en cuenta una separación promedio de 2.4 m entre soportes.

— La charola debe estar diseñada para recibir una cubierta que evite se acumule agua, polvo y escombros sobre los cables.

— Para un mayor información sobre las características y requerimientos que se deben de respetar en el diseño y fabricación de las charolas, consultar las normas NEMA VE-1-1965, NT1E sección 311 y NEC Artículo 318.

008.A.03.c Cargas

Para el diseño de soportería de cables a base de charolas, se deben considerar tres tipos de cargas que son las siguientes:

— Cargas muertas. Son aquéllas que no cambian su magnitud y están en lugares fijos y corresponden a esfuerzos verticales o laterales.

— Cargas vivas. Son aquéllas que cambian su magnitud o varían su localización como lo son el peso de los cables y el peso supuesto de un hombre parado sobre la charola en las condiciones más desfavorables.

— Cargas dinámicas. Estas son cargas de impacto y deben considerarse en el diseño de los soportes. Este tipo de cargas es causado por movimientos telúricos que provocan el desplazamiento de los soportes de las charolas, debido a movimientos de paredes, pisos o techos sobre los cuales se apoyan.

En el diseño de la soportería para cables a base de charolas, también deben tomarse en cuenta las siguientes condiciones de carga:

— Capacidad de la charola, que está en función de la carga transmitida por el propio peso de los cables soportados por la charola.

— La carga total, que no debe causar una deflexión o flecha que exceda de 1/350 de la longitud del claro de diseño.

— La charola, cualquiera que sea su tamaño, no deberá fallar o deformarse por la acción de una carga de 90 kg concentrada a la mitad del claro o cualesquiera que fuere el punto de aplicación de la carga.

008.A.03.d Arreglo de las charolas

Cuando se requiera la instalación vertical de varias charolas, la separación mínima entre cada una de ellas debe ser de 0.23 m, y la separación entre la charola más alta y la losa de techo, vigas, tubos, etc., debe ser de 25 cm, como mínimo, para facilitar la instalación de los cables sobre las mismas. Asimismo, las charolas para cables de diferentes niveles de voltaje serán colocadas en orden descendente, de manera que los cables de mayor voltaje estarán en las charolas superiores y los cables de control y comunicación deberán estar en las charolas inferiores, siendo la charola de BT la que se deberá colocar en la parte inferior del peine de charolas.

Para la selección del mínimo radio de curvatura de las charolas, se deberá tomar en cuenta el radio de curvatura que desarrolle el cable de mayor diámetro.

Las conexiones entre las charolas y la llegada a los equipos, deberán estar diseñadas para drenar el agua lejos de la entrada al equipo al que llegan; también debe asegurarse que todo el sistema de charolas tenga continuidad eléctrica y que esté sólidamente conectado a tierra. De ninguna manera las charolas deben ser consideradas como trayectorias de retorno para corrientes de falla.

En cuanto a las cubiertas, deben instalarse cubiertas sólidas sobre todas las charolas que se encuentran en instalaciones exteriores o en aquéllas que en interiores estén expuestas a la caída de objetos o a la acumulación de polvo y escombros. En tramos verticales, se deberán colocar estas cubiertas a nivel de piso para seguridad y protección del personal y de los cables.

Las cubiertas pueden ser en forma de V invertida, para que actuén como deflectores de los objetos que eventualmente caigan sobre las charolas y para descartar su uso como pasillos.

008.A.03.d.01 Arreglo de charolas en estaciones y tramos. Los arreglos para la conducción de los cables deben permitir que las charolas sean distribuidas bajo el andén de las estaciones de la siguiente forma: alta tensión (23 kV), dividida en dos trayectorias, por el lado interior del muro que soporta al andén y en la parte superior de este muro, llevando una trayectoria por el lado de la vía 1 y la otra por el lado de la vía 2 (fig 008-1). Exactamente con la misma distribución anterior, se instalarán las charolas para los cables de baja tensión, pero en la parte inferior del muro, debajo de la trayectoria de los cables de 23 kV (fig 008-1).

Las charolas para los cables de control también deberán tenderse dentro de la estación en dos ramas, pero de acuerdo con la siguiente disposición que se describe de arriba hacia abajo: en el lado de vía 1 se colocarán los cables de mando centralizado (MC), señalización (S) y pilotaje automático (PA), en una sola charola, mientras que en el lado de vía 2 se instalarán los cables de telecomunicaciones (T), mando centralizado, señalización y pilotaje automático, colocando los de S y PA en una sola charola (fig 008-1).

Todas estas charolas deberán estar instaladas a lo largo del ducto bajo andén y en el muro opuesto al que soporta las de AT y BT; estas charolas tendrán como soporte pequeñas estructuras verticales a cada 2.40 m. La distancia vertical mínima entre las charolas de control será de 0.23 m. Es importante hacer notar que únicamente en el lado de vía 2 se instalará longitudinalmente la charola para cables de telecomunicaciones. El ancho de las charolas para las disciplinas antes mencionadas deberá ser de 0.152 metros.

Para el caso específico de las charolas que se encuentran en las estaciones terminales o de correspondencia, el ancho de las charolas se ajustará a las necesidades de cada disciplina en particular, por lo que en estos casos se deberá consultar el proyecto correspondiente de cada estación.

Por lo que concierne a los tramos de interestación, el arreglo para la distribución de los soportes que se deberá observar es el siguiente (fig 008-2):

En ambos lados del tramo (vía 1 y vía 2) y en la parte superior de la zona ocupada por los soportes se fijará el cable de 23 kV sobre una ménsula, en tres niveles de soportes sobre el muro de la vía 1 y en cuatro niveles de soportes sobre el muro de la vía 2 y tendrán la asignación siguiente en el orden de arriba hacia abajo:

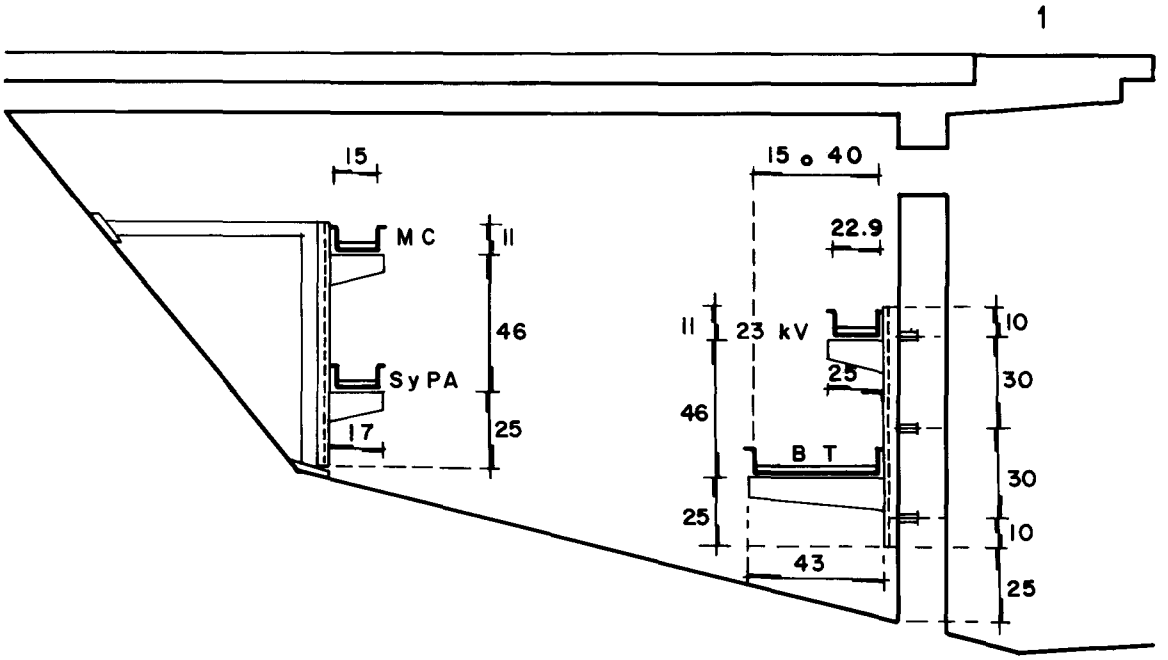
Lado vía 1: Mando centralizado, señalización, pilotaje automático y baja tensión, colocando en un solo soporte los de S y PA.

Lado vía 2: Telecomunicaciones, mando centralizado, señalización, pilotaje automático y baja tensión, colocando en un solo soporte los de S y PA.

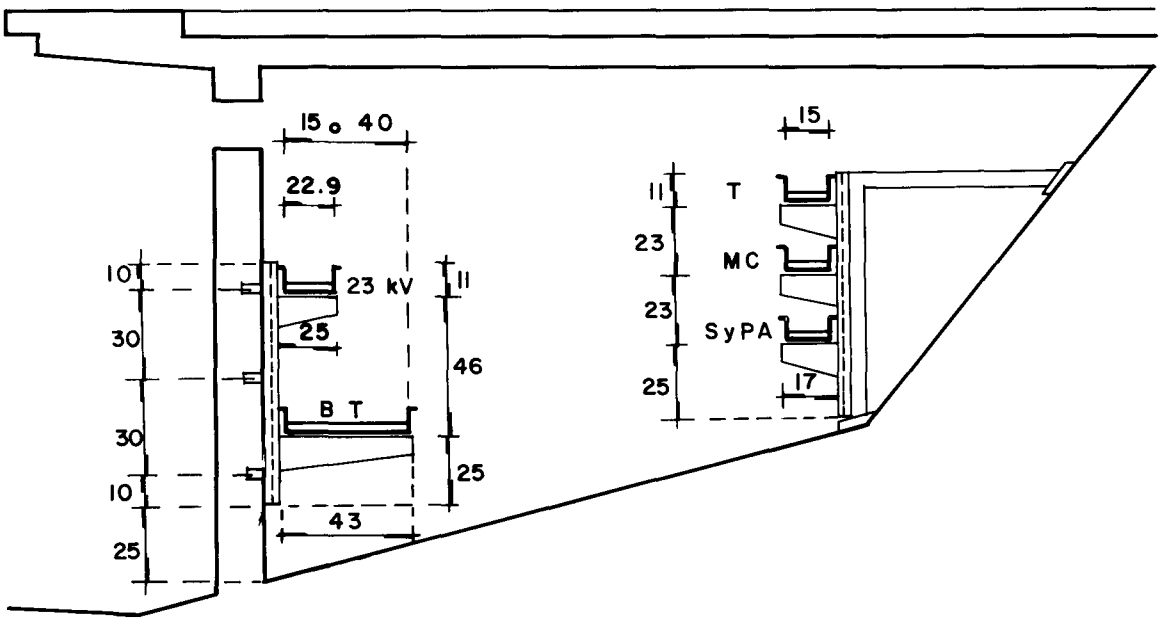
El ancho de los soportes será de 0.152 m (6") para todos los cables.

Para el caso específico de los soportes que se encuentran en las estaciones terminales o de correspondencia, el ancho de éstos

NOTA: PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LAS CHAROLAS DE BT CONSULTAR EL PROYECTO DE CADA ESTACION EN PARTICULAR



VIA 1



VIA 2

ACOTACIONES, EN cm
SIN ESCALA

Fig 008-1 Arreglo de charolas tipo en bajo andén de estación

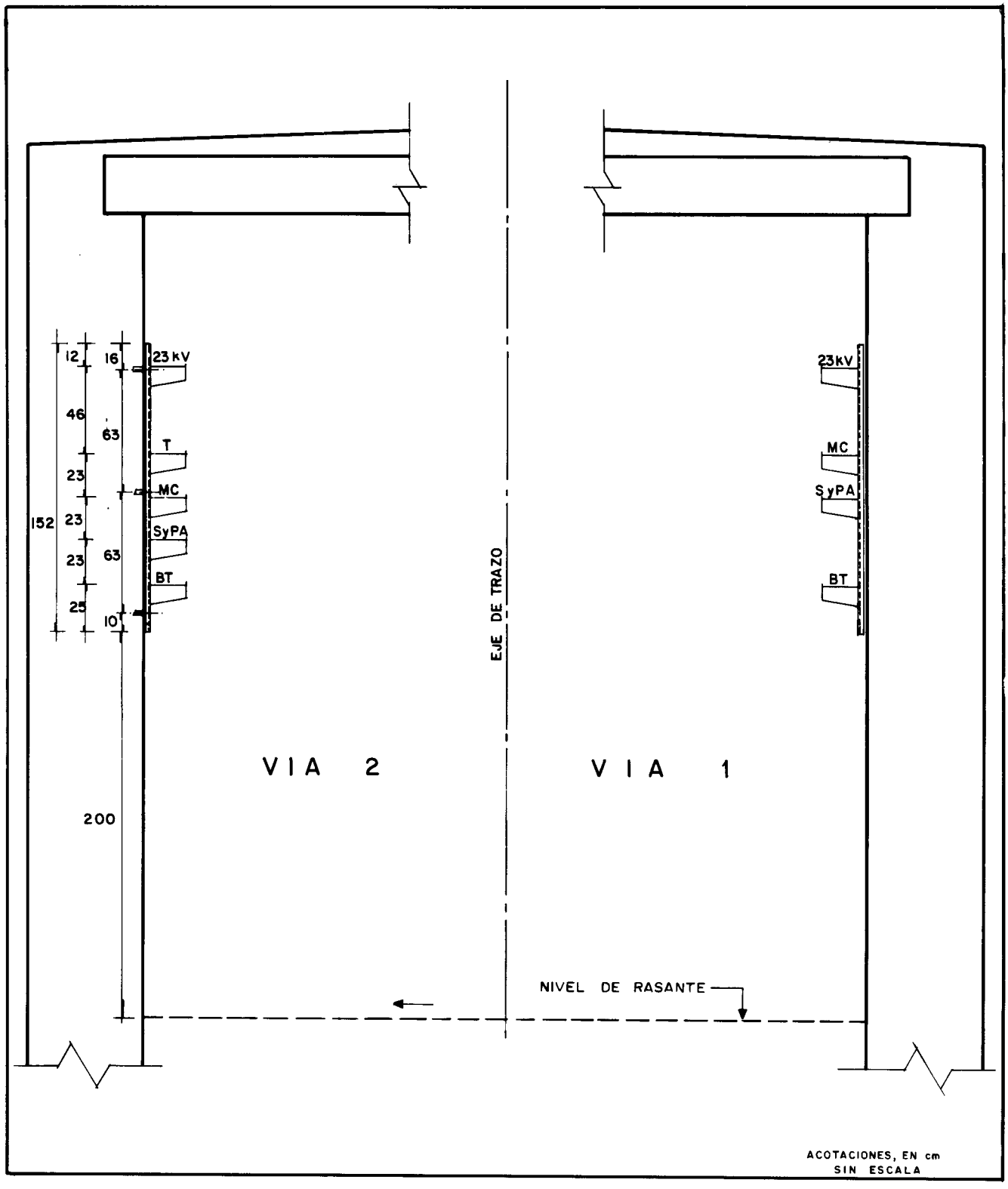


Fig 008-2 Arreglo de soportes tipo en tramo

se ajustará a las necesidades de cada disciplina en particular, por lo que en este caso se deberá consultar el proyecto correspondiente de cada estación.

La separación vertical mínima entre soportes debe ser de 0.23 metros.

008.A.03.d.02 Arreglo de charolas en talleres. La instalación de charolas dentro de las naves de talleres, la constituyen arreglos especiales en cada caso y los soportes serán diseñados e instalados sobre columnas o sobre la estructura misma de las naves, a base de colgantes especiales. La cantidad de charolas así como su capacidad y longitud estarán en función de los requerimientos para paso de cables en cada una de las especialidades (AT, BT, control, etc.), para lo cual se deberá consultar cada proyecto en particular.

En locales o lugares adyacentes que requieran charolas para cables, la disposición de la red de charolas y desviaciones dependerá primordialmente de la distribución del o de los equipos eléctricos y de control y será tratada como caso especial.

Todos los conceptos referentes a la fijación de charolas de ninguna manera deberán considerarse como rígidos y podrán variar en función de algunos requerimientos particulares de la obra civil.

008.A.03.e Arreglo de los cables en las charolas

Todos los cables deberán sujetarse a las charolas con abrazaderas plásticas o algún otro tipo de sujetador, aprobado por COVITUR, a distancias convenientes para mantener la separación y peinado de los cables.

Podrán instalarse cables en charolas verticales sin limitación de altura y únicamente será necesario fijar el cable a la charola a distancias convenientes, dependiendo del peso del cable, para evitar que el cable quede colgado.

Los empalmes y derivaciones de los cables deberán quedar directamente sobre las charolas. Asimismo, se deberá evitar que dos empalmes coincidan entre sí en la misma sección transversal de la charola, procurando que exista una separación mínima de 50 cm entre empalmes de diferentes cables.

008.A.04 LIGA DE BAJO ANDENES

Como ya se explicó, la liga de bajo andenes podrá realizarse ya sea por medio de un banco de ductos o por medio de galerías, según lo permitan las características del subsuelo, conforme a la ubicación de las estaciones. En el caso de ser un banco de ductos, el medio que se seleccione para ligar los bajo andenes de ambas vías, deberá cumplir con los siguientes criterios:

Se deberán instalar como mínimo 54 tubos de 101 mm (4") de diámetro, asignados éstos para las áreas de control, tales como S, MC, T y PA. Estos ductos se instalarán como máximo en dos camas y su llegada a cada bajo andén se realizará por medio de codos a 60°, los cuales deberán quedar emboquillados o protegidos con monitores en sus salidas, localizadas a 0.40 m del paño del muro interior del bajo andén, con el fin de que la transición del cable ducto-charolas sea lo más corta posible. La ubicación de este banco de ductos se deberá realizar de tal manera que su posición quede lo más centrada posible con respecto a la ubicación del local técnico de la estación. El número de tubos que podrán existir en una estación terminal o de correspondencia, podrá variar en función de las necesidades específicas de cada estación, por lo cual se deberá consultar cada proyecto en particular, a fin de determinar la cantidad de tubos.

Por lo que respecta a las canalizaciones de liga bajo andenes para los cables de baja tensión, éstos deberán prever como mínimo 18 tubos de 101 mm (4") de diámetro, en dos camas como máximo y deberán localizarse lo más cerca posible de las subestaciones de alumbrado y fuerza. La salida de estos tubos en el bajo andén se realizará mediante codos a 60°, los cuales deberán tener su terminal emboquillada o protegida con monitores. La salida de estos tubos en el bajo andén se podrá realizar de dos maneras, según su localización con respecto a la subestación de alumbrado y fuerza. En caso de que el banco de ductos desemboque frente a la trinchera de salida de los cables de la subestación hacia el bajo andén, los tubos de dicho banco deberán rematarse lo más cerca posible a la boca de esta trinchera. Por el contrario, cuando no se encuentre cerca la subestación de la salida del banco de ductos, las bocas de los tubos se deberán rematar a 0.40 m del paño interior del muro exterior del bajo andén, con el fin de que la transición del cable entre ductos y charolas se realice lo más cerca posible y sin deflexiones riesgosas para los cables. El número de tubos que podrá existir en una estación terminal o de correspondencia podrá variar en función de las necesidades específicas de la estación, por lo que se deberá consultar cada proyecto en particular, a fin de determinar la cantidad de tubos.

Por último, las canalizaciones que se requieran para los cables de alta tensión se instalarán únicamente en las estaciones en las cuales ambas subestaciones, de alumbrado y fuerza, se encuentren ubicadas en un solo lado de la estación, ya sea del lado de la vía 1 o de la vía 2 y en las estaciones terminales provisionales o definitivas. Cuando éste sea el caso, se deberán prever como mínimo ocho tubos de 101 mm (4") de diámetro en dos camas como máximo, localizados lo más cerca posible a las subestaciones de alumbrado y fuerza, pero teniendo como restricción que no deberán de acercarse a menos de un metro de los bancos de ductos de control o de baja tensión antes descritos.

A la salida de estos ductos en los bajo andenes se deberá prever un registro de 1.50 × 1.50 × 1.50 m, con el fin de respetar el radio mínimo de curvatura del cable y permitir su transición de ductos a charola. Las bocas de estos registros se deberán tapar con rejillas metálicas electrosoldadas, con el fin de evitar accidentes al personal de mantenimiento, dejando en ellas los huecos necesarios para la salida de los cables.

En el caso de que el banco de ductos desemboque frente a la trinchera de salida de la subestación, se deberán dejar codos a 60° en lugar del registro antes mencionado y se ubicarán los remates de los tubos frente a dicha trinchera.

Por lo que se refiere a las ligas entre andenes y muros laterales en las estaciones terminales de tres vías y dos andenes, el dimensionamiento de los bancos de ductos se realizará de acuerdo a las necesidades específicas de cada terminal, previéndose siempre un 100 por ciento de reserva, para cables de BT y control y 30 por ciento para cables de AT.

008.A.05 GALERIAS

Otro de los medios que se emplean usualmente para ligar los bajo andenes, cuando se ha descartado el uso de los bancos de ductos, son las galerías. Su localización dentro del cuerpo de la estación se realizará lo más cerca posible a la ubicación de las subestaciones de alumbrado y fuerza y local técnico. Sin embargo, el posicionamiento de la galería podrá adaptarse a las necesidades arquitectonicas o estructurales, según el diseño de la propia estación, tales como pasarelas de cambio de andén, subterráneas, procedimientos constructivos, etcétera.

Las dimensiones mínimas libres interiores que se deberán considerar para estas galerías deben ser de 2.1 m de alto por 2.0 m de ancho. El armado deberá realizarse de acuerdo con lo que indique el diseño estructural, debiéndose tener cuidado de utilizar un cimbrado en la galería para colado "no aparente", ya que todo el interior de la galería debe contar con un aplanado pulido fino a base de mortero de cemento-arena en proporción 1:5, con aditivo impermeabilizante integral.

El piso de la galería deberá tener una pendiente transversal de 2 por ciento y una pendiente longitudinal de 1 por ciento, con la

cual desembocará a un cárcamo, que podrá ser el de la propia estación, o en su defecto uno exclusivamente diseñado para la galería.

008.B DISEÑO DE CANALIZACIONES ELECTRICAS EN TRAMOS

Básicamente los requerimientos de carácter general que se deberán respetar al construir los bancos de ductos para el cableado, tanto de fuerza como de control, se enlistan en la especificación ténica No. 78-IEM-003-III-13-66e, tratándose a continuación algunos casos particulares que se presentan en la construcción del Metro.

008.B.01 BANCO DE DUCTOS

Dentro de los tramos existen dos procedimientos de construcción para la colocación de bancos de ductos, dependiendo de si los bancos se encuentran dentro o fuera del túnel.

008.B.01.a Instalación de ductos dentro del túnel

La instalación de cables en ductos subterráneos deberá seleccionarse cuando la ruta de la canalización se vea obligada a pasar por debajo de obstáculos, tales como vías férreas, vialidades, instalaciones municipales, etcétera.

La principal ventaja de utilizar ductos en el cableado, es que los cables pueden ser reemplazados fácilmente sin entorpecer el tráfico de las vialidades u otras instalaciones municipales que lo crucen (ver 008.A.01).

Concretamente, el caso de los tramos en los puntos donde normalmente se requiere el uso de banco de ductos, se presentará donde existan enlaces, debido a que se interrumpe la continuidad de las charolas en la sección del propio túnel de enlace. Esta interrupción de las charolas obliga a puentear por medio de un banco de ductos a fin de dar continuidad al cableado. La continuidad se logra diseñando dos registros que deberán ligarse a base de ductos por debajo de las propias vías del Metro. Estos registros tendrán dimensiones tales que no obstruyan la instalación de la vía y además la capacidad suficiente para permitir alojar los cables tanto de control como de energía.

El número de ductos entre ambos registros será el que marque cada proyecto en particular, tanto para las áreas de control como para los casos de fuerza, incluyendo un 100 por ciento de reserva. Por lo que respecta a los cables de AT, la continuidad deberá lograrse a base de clemas ancladas a la losa del techo, debido principalmente a que lo reducido de los gálibos impide desarrollar grandes radios de curvatura, imposibilitando el uso de bancos de ductos.

008.B.01.b Instalación de ductos fuera del cajón

Tomando en cuenta que las principales características que deberán respetarse en la instalación de ductos fuera de la zona del cajón del Metro son las que se mencionan en 008.B.01.a, únicamente se complementarán las características que deberán cumplir en lo que se refiere a bancos de ductos instalados en zanjas en la vía pública.

Las excavaciones para alojar los bancos de ductos deberán hacerse abriendo la totalidad de la zanja entre registros, con el fin de detectar cualquier tipo de interferencias que pudieran impedir el paso del banco, lo que implicará modificar el nivel de desplante del banco sin afectar las instalaciones municipales.

Las cepas para la instalación de bancos se podrán abrir tanto en las banquetas como en el arroyo, dependiendo principalmente de la posición de las interferencias existentes. La profundidad de los bancos, a partir de su cara superior no será menor de 0.80 m ni mayor de 1.50 m, salvo en aquellos casos en que se deba librar alguna interferencia.

Cuando en un banco de ductos se instalen cables de fuerza de diferentes voltajes, se deberá procurar que los cables de mayor tensión ocupen las partes inferiores y los de menor tensión las partes superiores. En el caso de que existan bancos de ductos para cables de control, los de alta tensión no se deberán colocar a una distancia menor de un metro.

Como práctica recomendable deberá instalarse un solo cable por tubo del banco de ductos. En caso de requerirse que por el mismo tubo deba instalarse un número de cables mayor, deberá asegurarse que el factor de relleno no exceda del 40 por ciento del área del tubo.

008.B.02 REGISTROS

Por lo que se refiere a los registros que se encuentren localizados en vialidades (ver 008.A.02) se deberán de ubicar con una separación no mayor de 60 m entre sí. Sin embargo, podrán hacerse ligeros ajustes de posición, dependiendo de las interferencias encontradas.

La excavación para el desplante de los registros se hará después o durante la apertura de las cepas para los bancos de ductos y la construcción de los registros deberá realizarse después de instalados los bancos de ductos adyacentes a dicho registro. Las recomendaciones anteriores tendrán el objeto de que exista la posibilidad de hacer ajustes a la altura del registro o a la profundidad de los bancos de ductos, dependiendo de la posición donde se encuentren las interferencias así como de la magnitud de éstas. Los registros se deberán desplantar sobre una plantilla de concreto.

Se deberán tomar todas las precauciones necesarias durante la apertura de cepas para no dañar otras instalaciones subterráneas, tales como tubos de albañal, agua potable, gas, teléfonos, semáforos, líneas eléctricas de alta y baja tensión, etcétera.

Una vez encontradas las interferencias deberán vigilarse regularmente para evitar que se dañen durante los asentamientos del terreno, antes y después de que se haya efectuado el relleno de la cepa.

El agua acumulada en las cepas destinada a la instalación de registros, deberá ser bombeada o expulsada de ellas, para mantenerlas secas mientras dura el colado de los registros.

Enfrente de las bocas de los tubos de los bancos de ductos y en la pared opuesta dentro de los registros, deberán instalarse durante la construcción anclas metálicas o jaladeras, para facilitar el jalado de los cables.

El cimbrado del registro deberá ser para colado "no aparente", ya que todo el interior del registro deberá terminarse con un aplanado pulido fino, a base de mortero de cemento-arena en proporción 1:5, con aditivo impermeabilizante integral.

Las características del concreto empleado para el colado de los registros será especificado en el proyecto así como su armado, debiendo incluirse en el concreto del colado un aditivo impermeabilizante integral. Durante el proceso de colado, el concreto deberá ser vibrado adecuadamente.

La altura mínima interior del registro será de 2 m, salvo casos excepcionales. Cuando los bancos de ductos no sean colineales el centro de la tapa del registro deberá colocarse en el punto de cruce de los ejes de dichos bancos. En la losa superior del registro se deberá dejar un hueco circular de 0.85 m de diámetro, cuyo centro deberá coincidir con el punto donde crucen los ejes de los bancos de ductos, debiendo tenerse cuidado de que el centro del cárcamo de bombeo coincida con el centro de la tapa.

En la misma losa del techo del registro, se deberá prever que exista un desnivel de 20 cm entre el nivel de rodamiento del pavimento y la parte superior de la losa, con el fin de colocar y renivelar una tapa tipo P-84R, que tiene las siguientes características:

— Material	Fierro fundido, grado según norma DGN-87.
— Uso	Colocada sobre marcos F-84, C-84 o P-84, permitiendo el cierre o acceso a registros.
— Clave del nombre	P, fierro fundido.
	84, diámetro del asiento de la tapa en el marco F-84, C-84 o P-84, en cm.
	R, reforzado.
— Peso	103 kg.

El material de relleno a utilizar a los lados y sobre los registros deberá ser del tipo areno-limoso (tepetate), con un contenido de partículas que pasen por la malla ASTM No. 200 que no exceda del 25 por ciento.

El tendido del material de relleno se hará por capas, con espesor de 0.20 m como máximo; dicho material deberá estar libre de carbón, cenizas, basura, materia orgánica, rocas, etc. Si el material de relleno estuviera muy seco podrá humedecerse ligeramente, para que pueda compactarse hasta alcanzar el 90 por ciento de su peso volumétrico seco máximo, con respecto a la prueba Proctor Estándar. La compactación del relleno se hará mediante el empleo de pisones manuales o neumáticos.

La separación que podrá existir entre registros dependerá principalmente del peso del cable que se va a instalar y de la trayectoria que siga la canalización, debido a que cada cambio de dirección tanto vertical como horizontal, obligará a la construcción de un registro. El peso del cable limitará la distancia entre registros aproximadamente a unos 60 m o un poco mayor; sin embargo, no se podrá dar una regla general aplicable a la instalación de los registros, ya que cada fabricante de cables limita los esfuerzos de tensión a que puedan ser sometidos durante su instalación.

Para bajar o subir del fondo de los registros no deberán utilizarse las charolas, clemas, ménsulas o los propios cables como escalera. A todos los registros cuya profundidad sea superior a 2.0 m se les deberá colocar una escalera tipo marino, la cual podrá ser fabricada en campo, con varilla de 101 mm (3/4") como peldaños y canal de fierro 101 mm (4") como largueros. Esta escalera se soldará a unas placas metálicas de 1.27 mm (1/2") de espesor, los cuales servirán como base y se colocarán durante la construcción del registro, y anclándose con varilla de 1.27 mm (1/2").

Todas las partes metálicas de la escalera deberán ser galvanizadas por inmersión en caliente.

Todo registro deberá contar con una varilla de puesta a tierra, a base de varillas Copperweld de 3 m de largo y 16 mm de diámetro, de tal forma que la resistencia eléctrica no exceda de 25 ohms.

Los radios de curvatura de los cables de energía dentro de los registros o galerías nunca deberán ser menores que los radios especificados por los fabricantes de los cables. Se deberán prever para el caso de cables de fuerza, espiras o cocas dentro de los registros, con el fin de absorber las dilataciones y las contracciones del cable, a la vez que permitan contar con una reserva para casos imprevistos de cortes o elaboración de empalmes en los cables.

En el interior de los registros los cables deberán quedar apoyados en algún tipo de soporte, tales como charolas, clemas o ménsulas, provistas de porcelana, con el objeto de que los cables puedan moverse con libertad durante los ciclos de expansión o contracción.

008.B.03 SOPORTES PARA CABLES

Ver iniciso 008.A.03.

008.B.04 PASOS PARA CABLES

Las ligas de cables que deberán existir tanto en los tramos como entre los tramos y las estaciones, se podrán realizar por medio de bancos de ductos, respetando los siguientes criterios.

El número de ductos que se instalarán será el que se marque en cada proyecto en particular para las áreas de control, tales como MC, T, PA y S y en el caso de que los pasos de cables se tengan que realizar entre una estación terminal y su cola de maniobras, el número de tubos que se deberá prever será el que se indique en el proyecto correspondiente, incluyendo un 100 por ciento de reserva.

Por lo que respecta a los cables de BT se deberá prever el número de tubos que indique el proyecto para cada caso, incluyendo un 100 por ciento de reserva y para los cables de AT, además de los tubos que indique el proyecto, se deberá dejar una reserva del 30 por ciento. Los registros que ligan estos pasos de cables deberán sujetar su geometría al radio de curvatura mínimo y restringirse a las interferencias existentes de la vía y los gálibos dinámicos del material rodante.

008.B.05 GALERIAS

La localización de las galerías en campo se deberá realizar conforme al proyecto; sin embargo, podrán hacerse ligeros ajustes de posición y nivel, dependiendo de las interferencias existentes. Las galerías que se localizan en los tramos se utilizan normalmente para ligar las subestaciones de rectificación con la línea del Metro y sus dimensiones mínimas libres interiores deberán ser de 2.1 m de alto por 2.0 m de ancho.

El material de relleno a utilizar a los lados y sobre la galería deberá ser del tipo areno-limoso (tepetate), con un contenido de partículas que pasen la malla ASTM No. 200 que no exceda del 25 por ciento; el tendido del material de relleno se hará en capas de 0.20 m de espesor, como máximo. Dicho material deberá estar libre de carbón, cenizas, basura, materia orgánica, rocas, etc. Si el material de relleno estuviese muy seco, se podrá humedecer ligeramente, para compactarse hasta alcanzar el 90 por ciento de su peso volumétrico seco máximo, con respecto a la prueba Proctor Estándar.

Dentro de las galerías deberá preverse la instalación de charolas para la conducción de cables, cuya capacidad deberá estar en función del número de cables que ahí se alojarán, conforme a lo que se especifica en 008.B.03.

008.C DISEÑO DE CANALIZACIONES ELECTRICAS EN TALLERES

En virtud de la gran cantidad de cables que se requiere instalar dentro de los talleres, los cuales implican múltiples trayectorias, no sólo dentro de los propios edificios, sino entre ellos mismos y con la variedad de instalaciones que se tienen en los peines de acceso por donde los trenes llegan a las naves, el tendido de los mismos se deberá realizar de la forma más limpia posible, buscando además, dar las mayores facilidades posibles al personal para el futuro mantenimiento.

Lo anterior deber ser logrado diseñando la red más adecuada de ductos y registros en función de las necesidades reales de ca-

da taller. Para lograr esto, deberá tomarse en consideración que se requiere tener en bancos separados los sistemas de tracción, control y fuerza en general, los que por ningún motivo podrán ser instalados en un mismo banco de ductos.

La construcción de ductos y registros deberá apegarse a la especificación 78-IEM-003-III-13-66e.

008.C.01 BANCO DE DUCTOS

Ver incisos 008.A.01 y 008.B.01.

En caso de que existan en los mismos registros cables de control y tracción, se deberá prever alguna separación física que permita garantizar que en caso de falla en los cables de tracción, no se contaminen los cables de control; asimismo, debe tomarse muy en cuenta que estos puntos de coincidencia entre ductos de control y ductos de tracción sólo ocurran por causas de fuerza mayor, procurando diseñar bancos por separado.

008.C.02 REGISTROS

La localización de los registros en la zona de los talleres, sobre todo en los sitios donde se ubican los peines tanto de la nave de depósito como de la nave de pequeña revisión, deberá considerar su ubicación de la siguiente manera:

Se trazarán con cal los ejes de las vías según proyecto, con el fin de conocer su posición física en el área; posteriormente se deberán trazar los registros y se localizarán de la misma manera los aparatos de vía que se deberán de implantar.

Una vez que se tengan trazados en campo todos estos datos de referencia, se deberá proceder a relocalizar los registros con el fin de evitar que queden ubicados por debajo de las vías. El criterio general que se deberá seguir para ello será que el paño exterior del registro más próximo a cualquier eje de vía quede ubicado a 1.6 m respecto al eje de vía; sin embargo, cuando por diseño propio de los peines esta distancia no se pueda respetar, deberá caerse en diseños especiales de registros para permitir la libre instalación de vía, considerando que el obstáculo más próximo a la misma se ubicará a una distancia de 0.20 m con respecto al punto donde termina el durmiente más largo por instalarse.

Existirán casos como en los puntos de convergencia de las vías hacia los aparatos, en donde las soluciones mencionadas con anterioridad no será posible llevarlas a cabo, por lo que el criterio de construcción de registros se basará en un diseño especial, llamado cuello de ganso, solución que consiste en construir el cuerpo del registro a 0.26 m por debajo de los durmientes, es decir, a 0.45 m, aproximadamente, abajo del nivel de balasto, tomando como referencia que el obstáculo más próximo del durmiente es la cara superior de la losa de techo del registro, debiéndose únicamente prolongar hacia el exterior un cuello de ganso que servirá de acceso al registro y como asiento de la tapa.

Para estos casos, el paño exterior de este cuello deberá quedar como mínimo a una distancia de 0.20 m del paño de la cabeza de cualquier durmiente.

Toda la red de registros deberá contar con un tubo de PVC de 101 mm (4") de diámetro para desagüe de los mismos, es decir, que a lo largo de la trayectoria de los bancos de ductos se deberá prever una pendiente mínima que obligue al agua a circular por gravedad a través de toda la red de ductos y registros, hasta un cárcamo destinado para este fin. El diseño de este drenaje, así como la elección de la pendiente, obligará a tener especial cuidado en la elección de los niveles de desplante de los registros afectados (ver 008.A.02).

Cuando los bancos de ductos no resulten colineales, el centro de la tapa se colocará en el punto donde crucen los ejes de dichos bancos. En la losa de techo del registro se dejará un hueco circular de 0.85 m de diámetro, cuyo centro deberá coincidir con el cruce geométrico de los ejes de los bancos de ductos.

La cara exterior de la losa de techo de registro deberá quedar a un nivel de 0.20 m por debajo del nivel de piso terminado o balasto, con el objeto de contar con espacio para colocar y renivelar la tapa tipo P-84R, según rasante del nivel de piso terminado o balasto (ver 008.A.02).

008.C.03 CHAROLAS

Ver inciso 008.A.03

008.C.04 GALERIAS

Para características de la construcción de galerías en la zona de talleres ver el inciso 008.B.05.

008.C.05 CANALETAS

Para el caso de canalizaciones de cables en la zona de peines de las naves de depósito y/o talleres, se deberán utilizar canaletas de fibra de vidrio o de concreto, tratando de que el uso de estas canaletas sea lo más restringido posible, debiéndose consultar el proyecto correspondiente para la definición de trayectorias de las canaletas y sus instalaciones.

Para mayor información sobre datos constructivos de estas canalizaciones, ver las especificaciones 78-IEM-003-III-6-43e y 84-IEM-90000-III-2-280e.

CAPITULO 2.02.01.009

SISTEMAS ELECTRICOS

009.A DESCRIPCION

Los sistemas eléctricos básicos que deben considerarse en el proyecto del Metro de la Ciudad de México con los siguientes:

009.A.01 SISTEMA DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA EN ALTA TENSION 23 kV, 3 FASES, 60 Hz

Estará constituido básicamente por dos partes; la primera corresponde a la CLFC y comprende subestaciones de potencia, ductos subterráneos, registros, cajas de conexión, cables alimentadores, etc. Para que la CLFC proyecte ésta parte , COVITUR y la empresa proyectista deberán proporcionarle los datos necesarios referidos al trazo de la línea, los puntos de acometida, los valores de las demandas de energía eléctrica, etcétera.

En cada punto de alimentación se deberá construir un local de acuerdo a los requerimientos de la CLFC para instalar sus equipos, esto es interruptores, equipos de medición, etcétera.

La segunda parte empieza donde la CLFC entrega la energía o acometidas, y está formada por ductos subterráneos, registros, interruptores de potencia, cables alimentadores, seccionadores, etc. Esta parte se denomina cabeceras de alimentación de subestaciones de alumbrado y fuerza.

— Criterios para la alimentación en AT para las subestaciones de alumbrado y fuerza.

El suministro de energía eléctrica en AT para las líneas de la red del Metro de la Ciudad de México, será proporcionado por la CLFC en el voltaje nominal normalizado en 23 kV, partiendo de sus subestaciones de potencia.

Dada la importancia que requiere el suministro de energía eléctrica en AT para el Metro, se deberá diseñar un sistema altamente confiable de acuerdo a las posibilidades de suministro de la CLFC. Se ha determinado que el suministro de energía eléctrica en 23 kV para cada línea del Metro, deberá hacerse con dos alimentadores en cada cabecera de alimentación, que se denominarán normal y emergente, controlados por equipos de transferencia automática que permitan mantener la continuidad del suministro de energía eléctrica (fig 009-1); sin embargo, si por razones de suministro de carga, disponibilidad de la CLFC, etc., no es posible lo anterior, se tendrá la necesidad de proyectar una línea determinada con más de dos cabeceras de alimentación, previa conciliación entre COVITUR y la CLFC.

El arreglo del sistema de alimentación eléctrica en AT, será el denominado del tipo anillo abierto, de tal manera que al ocurrir una falla en un cable de distribución ésta se pueda aislar, alimentando todas las subestaciones desde cualquier extremo de la línea, o bien, cuando en caso de falla total del suministro de energía eléctrica de CLFC en tres de los cuatro alimentadores, un solo alimentador tendrá capacidad para poder cubrir las demandas de energía en todas las subestaciones de alumbrado y fuerza de la línea.

El sistema deberá estar provisto de un dispositivo de bloqueo para poder realizar maniobras de alimentación desde cualquiera de los cuatro alimentadores, sin poner en peligro la vida de los operadores y garantizando la continuidad del servicio.

Se ha determinado que cada estación deberá tener dos subestaciones de alumbrado y fuerza, denominadas "Subestaciones vía 1" y "Subestación vía 2", localizadas teóricamente en el centro geométrico de cada estación a nivel del andén.

Para ilustrar con mayor detalle el criterio empleado en la alimentación de energía eléctrica en AT para subestaciones de alumbrado y fuerza en una línea, a continuación se describe un sistema empleando bloqueos mecánicos y llaves en condiciones de operación normal y con fallas.

— Operación normal:

a) Todas las subestaciones de la vía 1 estarán alimentadas desde el tablero de distribución de 23 kV del extremo de la Línea "A", a través del interruptor de potencia 1, para lo cual el seccionador 106 de la subestación "N" vía 1, estará abierto y las cuchillas de tierra 1D y 106 deberán estar en posición cerrada.

b) Todas las subestaciones de la vía 2 estarán alimentadas desde el tablero de distribución de 23 kV en el extremo de la Línea "N" a través del interruptor de potencia 4, para lo cual, el seccionador 201 de la subestación "A" vía 2 estará abierto y las cuchillas de tierra 2C y 201 deberán estar en posición cerrada (fig 009-2).

Descripción del sistema de distribución en energía eléctrica en AT en condiciones de falla.

— Caso No. 1 (falla del alimentador entre estaciones)

a) Se presenta una falla del cable entre las subestaciones "A" y "B", vía 1; opera por la falla el interruptor 1, dejando sin energía todas las subestaciones de la vía 1.

b) Se efectúan las pruebas necesarias y se localiza la falla.

c) Se aisla la falla, abriendo los seccionadores adjuntos a la falla (102 y 103). Se liberan las llaves respectivas y con ellas se cierran las cuchillas de tierra correspondientes; las llaves quedan prisioneras.

d) Se libera la llave 1X de la cuchilla de tierra 102, llevándose al seccionador 106 de la estación "N".

e) En seguida se abren las cuchillas de tierra 1D y 160, liberando las llaves correspondientes que permiten cerrar el seccionador 106 y el interruptor de potencia 3, quedando energizada parte de las subestaciones de la vía 1 por la acometida de la subestación "N".

f) Como la falla ha quedado aislada, se procede a restablecer el interruptor de potencia "1", para que las subestaciones restantes de la vía 1 queden energizadas.

g) Una vez corregida la falla en el alimentador entre subestaciones, se procederá a poner al sistema en su original operación normal, de acuerdo a los siguientes pasos:

g.1 Abrir el interruptor de potencia 3.

g.2 Liberar la llave 1D y llevarla a cuchilla de tierra respectiva.

g.3 Abrir el seccionador 106, liberando las llaves 106 y 1X.

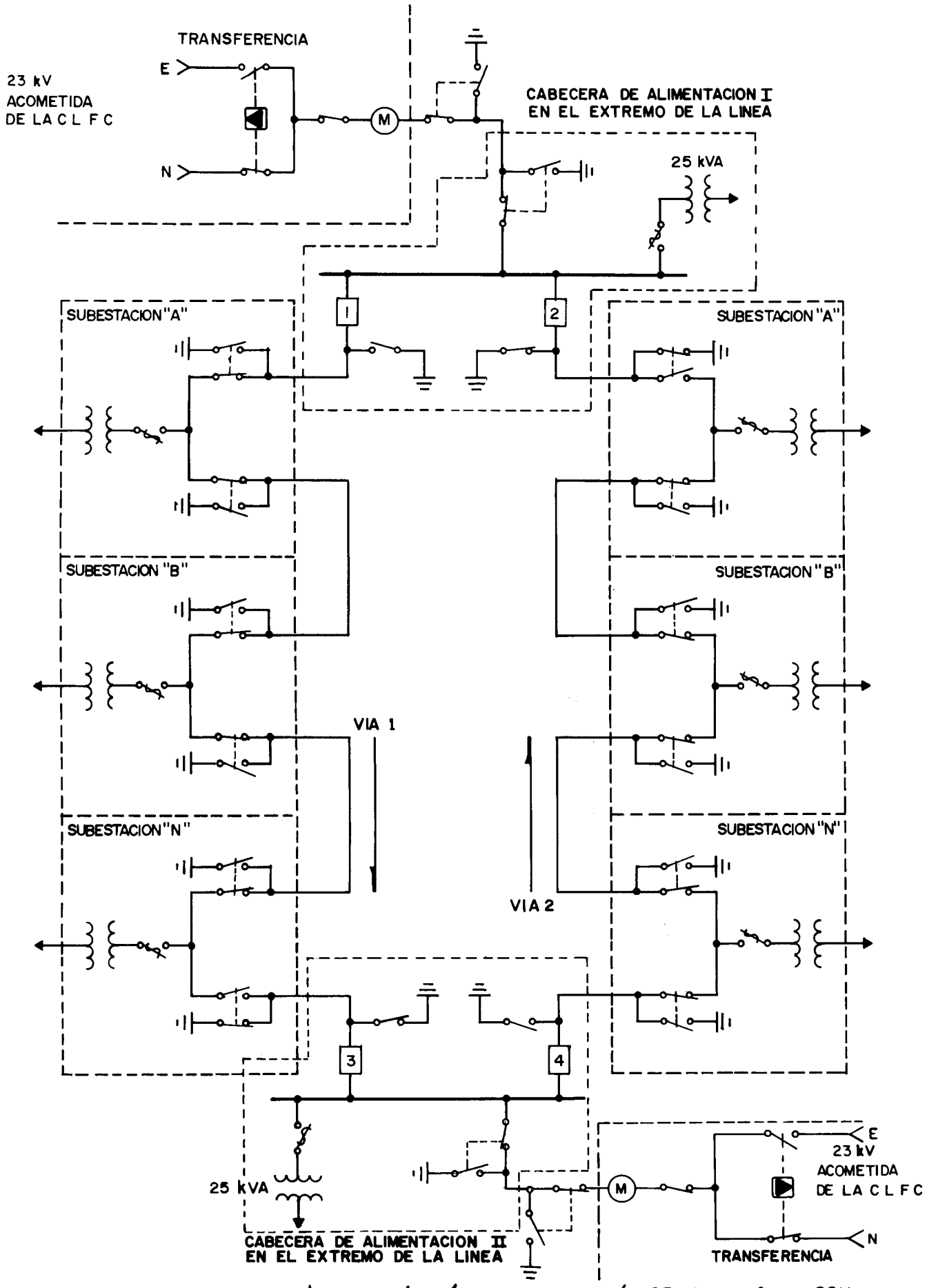


Fig 009-1 Sistema de distribución de energía eléctrica en alta tensión, 23kV, tres fases, 60Hz, para subestaciones de alumbrado y fuerza

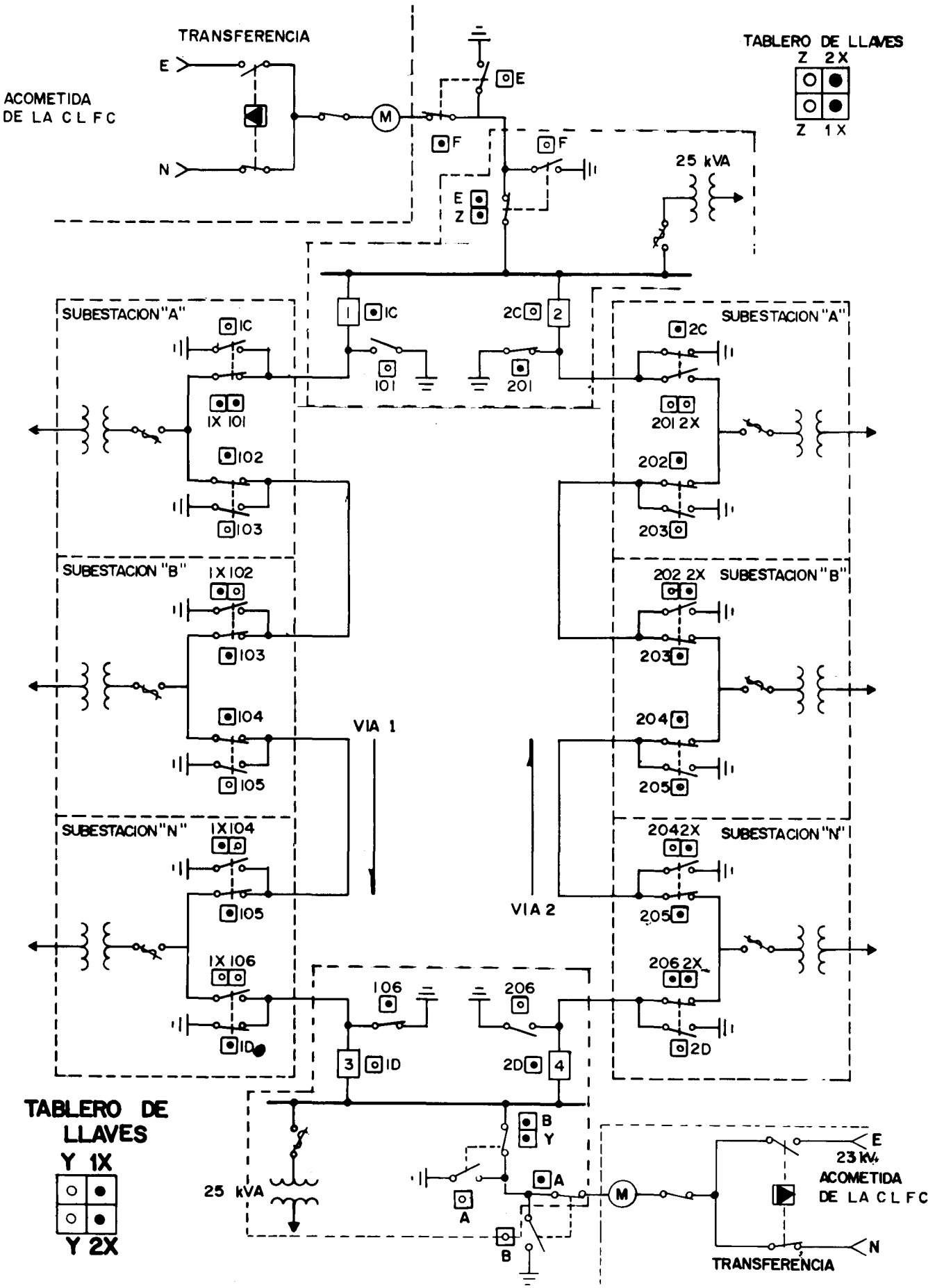


Fig 009-2 Sistema de distribución de energía eléctrica en alta tensión, 23kV, tres fases, 60Hz, operación normal

g.4 Cerrar la cuchilla de tierra 1D.

g.5 Con la llave 106 cerrar la cuchilla de tierra del interruptor de potencia 3.

g.6 Llevar la llave 1X a la estación B; abrir la cuchilla de tierra 102.

g.7 Liberar la llave 102 y llevarla al seccionador correspondiente.

g.8 Abrir la cuchilla de tierra 103; liberar la llave 103.

g.9 Con las llaves liberadas 102 y 103 cerrar los seccionadores 102 y 103 correspondientes (fig 009-3).

— Caso No. 2 (falla de dos alimentadores en una acometida por la CLFC o falla de la transferencia automática en la misma acometida)

a) Falla el suministro total de energía eléctrica en la acometida de la subestación A.

b) La falla se detectará por la falta de energía en las subestaciones de la vía 1.

c) Se abre el interruptor de potencia 1 y se libera la llave 1C.

d) El seccionador 101 se abre liberando la llave 101 correspondiente y cerrado la cuchilla de tierra 101 del interruptor de potencia 1.

e) Con la llave 1C se cierran las cuchillas de tierra correspondientes.

f) La llave 1X del seccionador 101 se libera llevándose al seccionador 106 de la subestación "N" cerrándolo; después, se abren las cuchillas de tierra 1D y 106.

g) Con las llaves 1D y 106 liberadas se cierra el interruptor de potencia 3, quedando de esta manera energizadas todas las subestaciones de la vía 1.

h) Cuando se restablezca la energía eléctrica en la acometida de la estación "A", deberá ponerse el sistema en operación normal, de acuerdo a los siguientes pasos:

h.1 Abrir el interruptor de potencia 3.

h.2 Liberar la llave 1D y llevarla a la cuchilla de tierra correspondiente.

h.3 Abrir el seccionador 106, liberando las llaves 1X y 106.

h.4 Cerrar la cuchilla de tierra 1D.

h.5 Con la llave 106 cerrar la cuchilla de tierra del interruptor de potencia 3.

h.6 Llevar la llave 1X al seccionador 101 de la subestación "A" vía 1, y abrir la cuchilla de tierra 1C.

h.7 Abrir la cuchilla de tierra 101, liberando la llave.

h.8 Cerrar el seccionador 101, quedando prisionerás las llaves 1X y 101.

h.9 Con la llave 1C liberada cerrar el interruptor de potencia 1 (fig 009-4).

— Caso No. 3 (falla de los dos alimentadores en una misma acometida por la CLFC o falla de la transferencia automática de la misma acometida, más falla del alimentador entre estaciones)

a) Si la falla de la CLFC ocurre primero, se procede como en el caso No. 2.

b) Si persiste la falla de la CLFC y además ocurre una falla del alimentador entre dos subestaciones en la vía 1, detectada por la operación del interruptor de potencia 3, entonces:

c) Se localiza la falla (tramo subestación A y subestación B, vía 1).

d) Se aisla la falla abriendo los seccionadores adjuntos a la falla (102 y 103) con las llaves correspondientes liberadas; se cierran las cuchillas de tierra respectivas.

e) Cerrando la cuchilla de tierra 102 se libera la llave 1X, llevándola al seccionador 101 de la subestación "N".

f) Se abre la cuchilla de tierra del interruptor de potencia 1, liberando la llave para llevarla al seccionador 101.

g) Abrir la cuchilla de tierra 1C, liberando su llave, llevarla a interruptor de potencia 1, cerrándolo; se cierra también el seccionador 101.

h) Se abren los seccionadores E y F, liberando sus respectivas llaves y cerrando las cuchillas de tierra correspondientes; se libera la llave "Z" del seccionador "E", llevándola al tablero de llaves y liberando la llave 2X.

i) La llave 1X se lleva al seccionador 201 de la subestación "A", vía 2. Se abre la cuchilla de tierra del interruptor de potencia 2, liberando la llave 201 y llevándola al seccionador 201.

j) Se abre la cuchilla de tierra 2C, liberando su llave que permite cerrar el interruptor de potencia 2.

k) Se restablece el interruptor de potencia 3 que operó en la falla, quedando de esta manera todas las subestaciones de la vía 1 y vía 2 energizadas, con energía eléctrica proporcionada en la acometida de la CLFC de la subestación "N".

l) Para restablecer el sistema en su operación normal, una vez que la falla del alimentador entre subestaciones haya sido corregido y la falla que produjo la falta de energía en la acometida de la CLFC en la subestación "A" sea corregida, se procederá de la siguiente manera:

l.1 Abrir el seccionador 201, liberar las llaves 201 y 2X.

l.2 Abrir el interruptor de potencia 2, liberar la llave 2C.

l.3 Con la llave 2C cerrar la cuchilla de tierra correspondiente.

l.4 Con la llave 201 cerrar la cuchilla de tierra del interruptor de potencia 2.

l.5 Con la llave 2X liberada, llevarla al tablero de llaves y liberar la llave Z.

l.6 Abrir las cuchillas de tierra E y F, liberar sus llaves.

l.7 Con las llaves E, F y Z liberadas, cerrar los respectivos seccionadores.

l.8 Abrir el interruptor de potencia 3.

l.9 Liberar la llave 1D y llevarla a la cuchilla de tierra respectiva.

l.10 Abrir el seccionador 106, liberando las llaves 1X y 106.

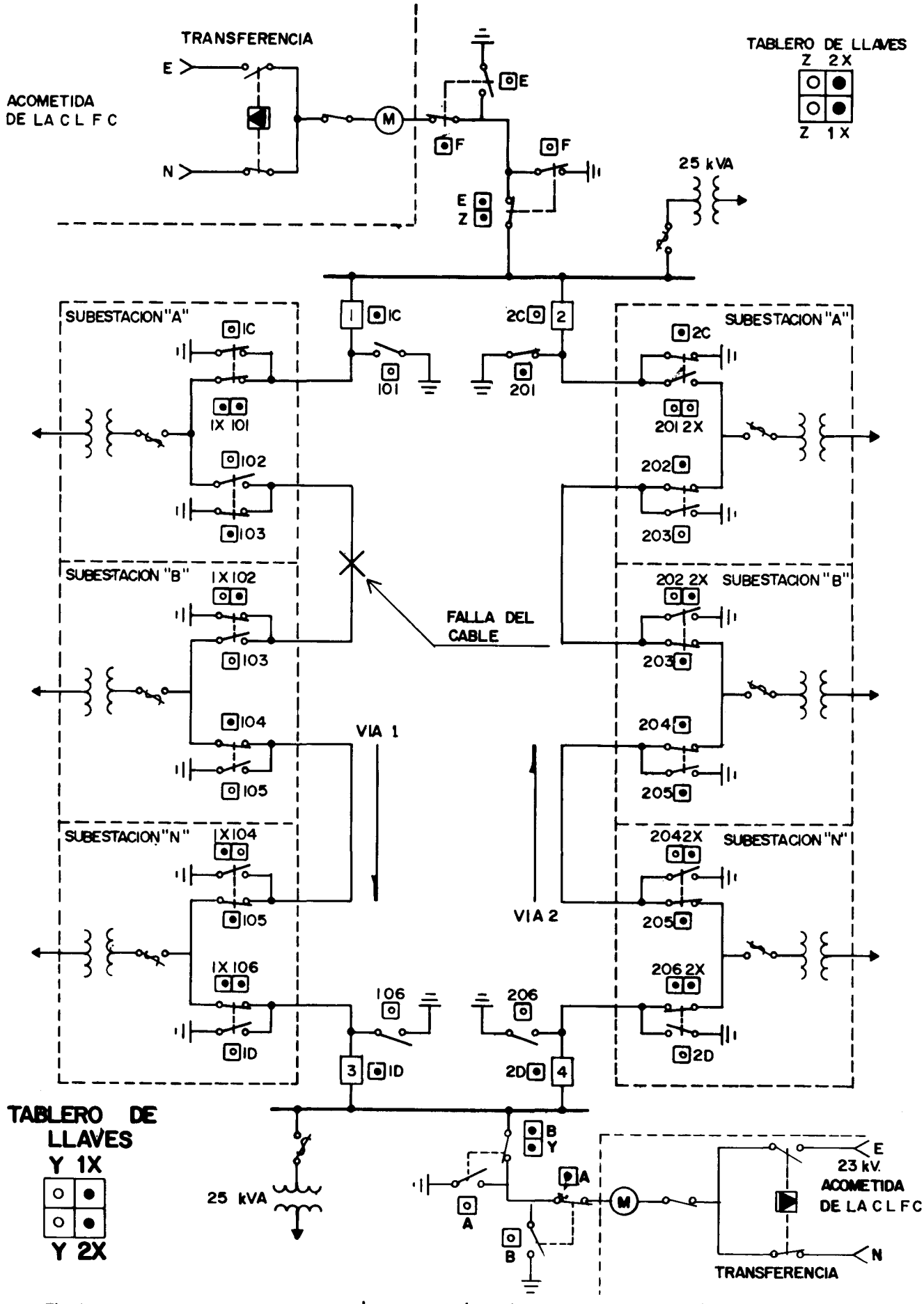


Fig 009-3 Sistema de distribución de energía eléctrica en alta tensión, 23kV, tres fases, 60Hz, operación en condiciones de falla, caso No. 1

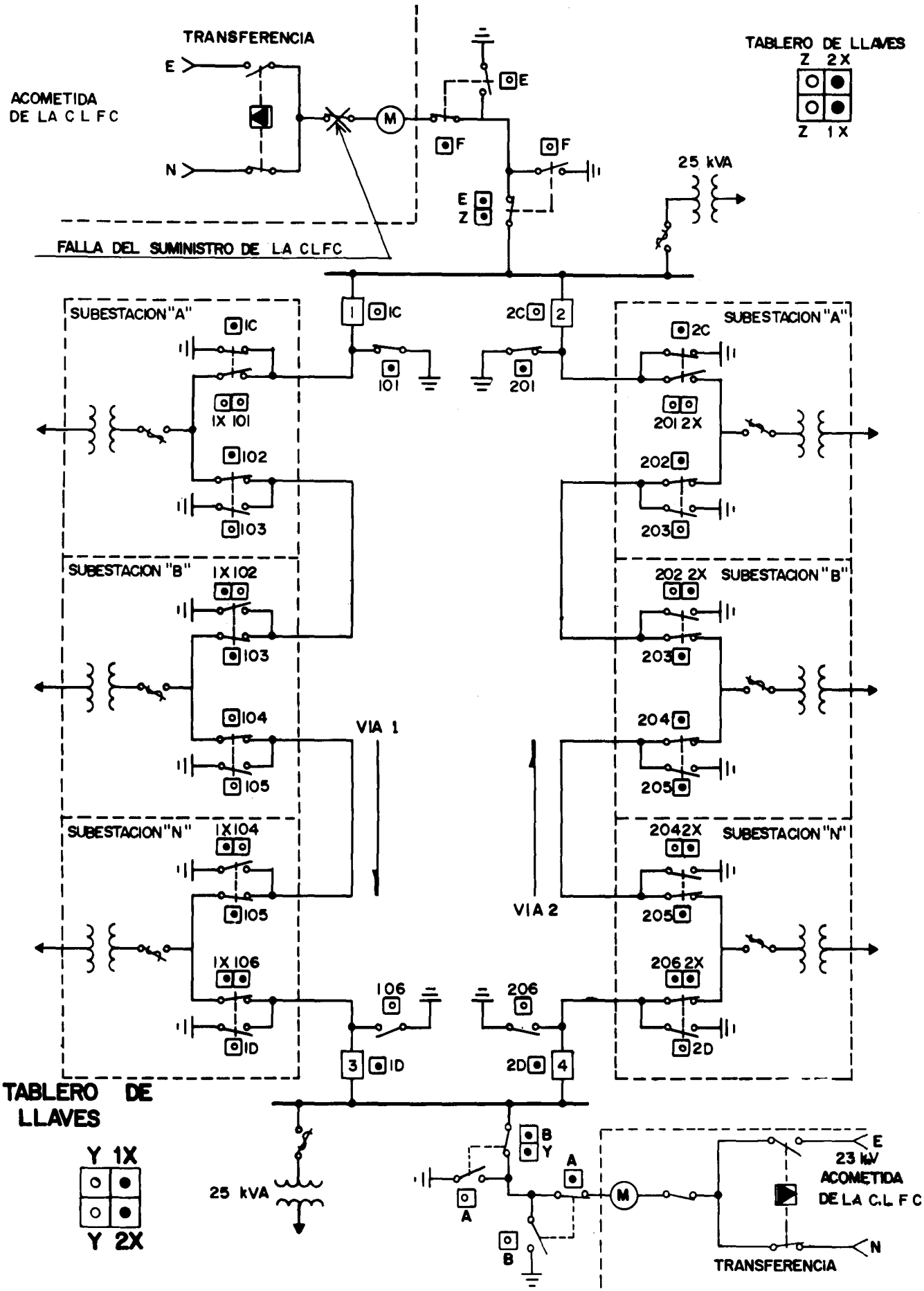


Fig 009-4 Sistema de distribución de energía eléctrica en alta tensión, 23kV, tres fases, 60Hz, operación en condiciones de falla, caso No. 2

/.11 Cerrar la cuchilla de tierra 1D.

/.12 Con la llave 106 cerrar la cuchilla de tierra del interruptor de potencia 3.

/.13 Llevar la llave 1X a la subestación "B", vía 1 y abrir la cuchilla de tierra 102.

/.14 Liberar la llave 102 y llevarla al seccionador 102.

/.15 Abrir la cuchilla de tierra 103 de la subestación "B", vía 1; liberar la llave 103.

/.16 Con las llaves liberadas 102 y 103, cerrar los seccionadores 102 y 103 correspondientes (fig 009-5).

La nomenclatura de llaves y cerraduras empleada en los bloqueos deberá variar para cada línea en particular.

En algunos casos cuando el proyecto de una línea lo requiera, existirán subestaciones para el sistema de ventilación mayor en tramos; la alimentación eléctrica en AT para estas subestaciones se derivará del sistema de la línea. Sin embargo, se proyectará de tal manera que no existan bloqueos entre los dispositivos de estas subestaciones y los de las subestaciones para alumbrado y fuerza de las estaciones.

De la misma manera, en un proyecto dado puede requerirse la alimentación de energía eléctrica en alta tensión para subestaciones en talleres o naves de depósito; estas alimentaciones se proyectarán de la misma manera que para las subestaciones de ventilación mayor. Los dispositivos de cierre y apertura, así como las puertas de los gabinetes correspondientes, tendrán sus bloqueos locales y se describirán en los capítulos correspondientes.

009.A.02 SISTEMA DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA EN BAJA TENSION, 220-127 V, 3 FASES, 4 HILOS, 60 Hz

El sistema de distribución de energía eléctrica en BT para el Metro de la Ciudad de México, será la combinación coordinada de diferentes dispositivos eléctricos que transmiten la energía eléctrica en los voltajes 220/127, desde los devanados secundarios de los transformadores de distribución de relación 23 kV, 220/127, hasta los puntos de utilización.

— Generalidades

Para satisfacer las necesidades y demandas de energía eléctrica en BT, 220/127 V, referida a alumbrado, fuerza y alimentación a los diferentes equipos de especialidades electrónicas y de tracción en estaciones y tramos del Metro, se deberá proyectar un sistema de distribución en baja tensión del tipo "radial y selectivo", formado básicamente por dos sistemas radiales con un equipo de transferencia automática entre los dos sistemas (fig 009-6).

En cada estación y después de los transformadores de las subestaciones vía 1 y vía 2, se proyectarán los tableros de distribución principal en baja tensión, denominados tableros "A", "B" y "P".

El tablero "A" se alimentará del transformador de la vía 1 y el tablero "B" del transformador de la vía 2. El tablero "P" tendrá dos alimentadores, uno desde el tablero "A" y el otro desde el tablero "B", de tal forma que al quedar fuera de servicio cualquiera de los dos tableros, "A" o "B", el tablero "P" siempre estará energizado, para lo cual este tablero estará equipado con una transferencia automática. La alimentación al tablero "P" desde el tablero "A" por normalización, se denomina como alimentación preferente y la del tablero "B" como alimentación emergente.

La utilización de los tres tableros mencionados anteriormente, será de la siguiente manera:

— Tablero "A": Servicio normal y fuerza del lado de vía 1.

— Tablero "B": Servicio normal para alumbrado y fuerza del lado de vía 2.

— Tablero "P": Servicio preferencial para alumbrado y fuerza, alimentación a equipos de tracción y electrónicos; es decir, a todos aquellos equipos eléctricos y electrónicos que se consideran de servicio prioritario para la operación del Metro.

De los tableros principales "A", "B" y "P", se alimentarán los diferentes tableros de distribución secundaria en baja tensión o centros de carga, así como los diversos equipos, como son las escaleras mecánicas, equipos de ventilación, cárcamos, etc. (ver figs 009-6 y 009-7).

Para mayores detalles de este sistema en lo que se refiere a la descripción de los tableros, circuitos de alimentación, etc., consultar los capítulos 009.B.07.b, 009.B.08, 009.B.09 y 009.B.10, de estas Especificaciones.

009.A.03 SISTEMA DE TRACCION EN 750 V, CD

El sistema de tracción distribuye la energía eléctrica en 750 V CD entregada por las subestaciones de rectificación PR hacia las vías, por medio de cables, seccionadores, contactores, etc. Este sistema se describe ampliamente en el capítulo 2.02.01.003, de estas Especificaciones.

009.B ESTACIONES

009.B.01 INTRODUCCION

Existen cuatro tipos de estaciones para el Metro:

— Estación subterránea.

— Estación subterránea profunda o en túnel.

— Estación superficial.

— Estación elevada.

Cada estación generalmente está formada por las siguientes áreas:

— Andenes.

— Vestíbulos.

— Mezzanine.

— Pasarelas.

— Accesos.

— Locales técnicos.

— Locales de servicio y permanencias.

— Escaleras mecánicas.

La clasificación de estas áreas y el conocimiento de sus dimensiones, será de primordial importancia para que la empresa proyectista pueda efectuar una estimación preliminar de la demanda de energía eléctrica, en kW, por cada estación y por cada línea.

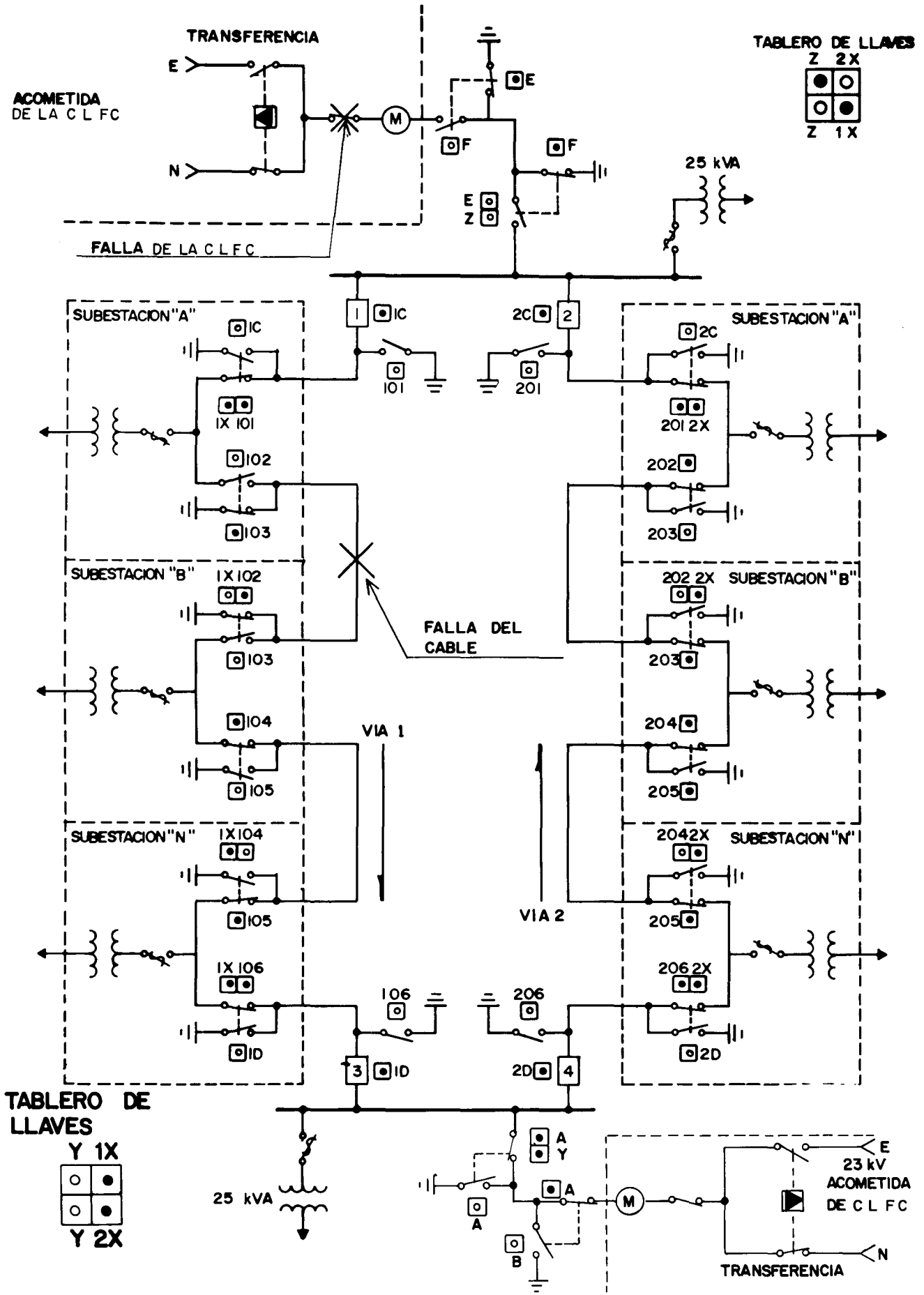


Fig 009-5 Sistema de distribución de energía eléctrica en alta tensión, 23 kV, tres fases, 60 Hz, operación en condiciones de falla, caso No. 3

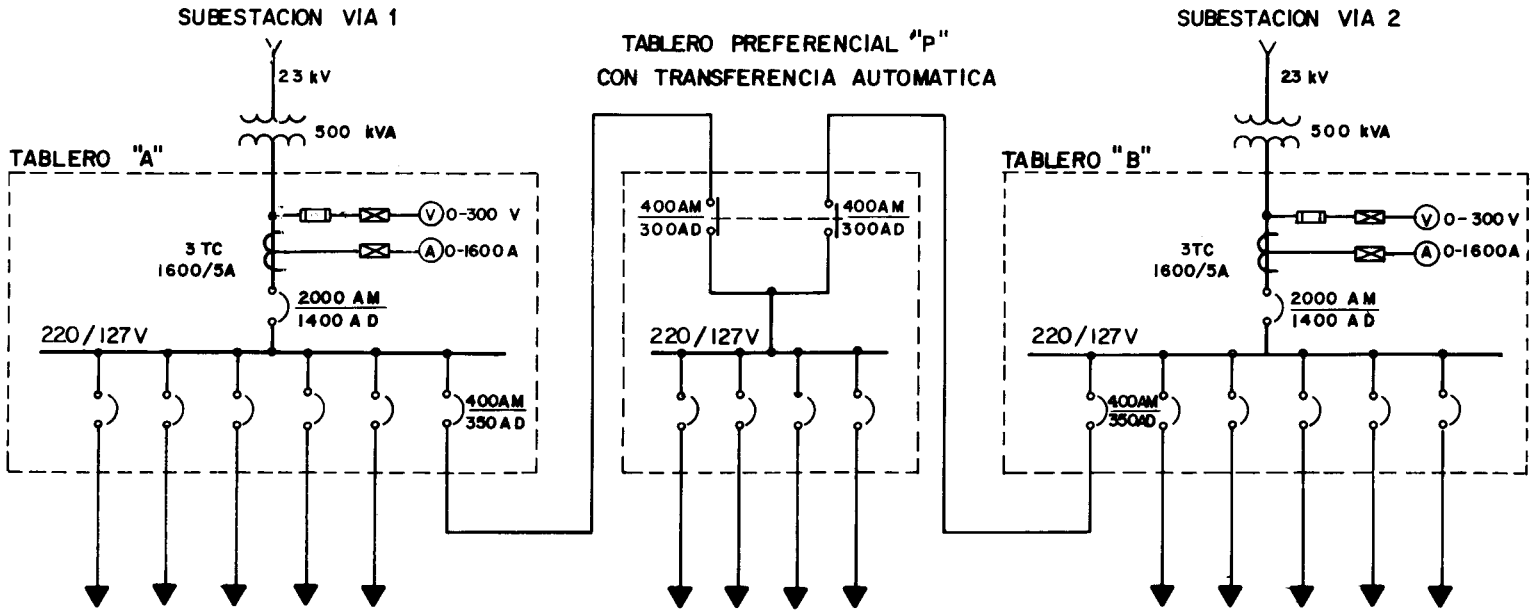


Fig 009-6 Sistema de distribución en baja tensión, 220/127 V. Diagrama unifilar general. Sistema tipo radial selectivo

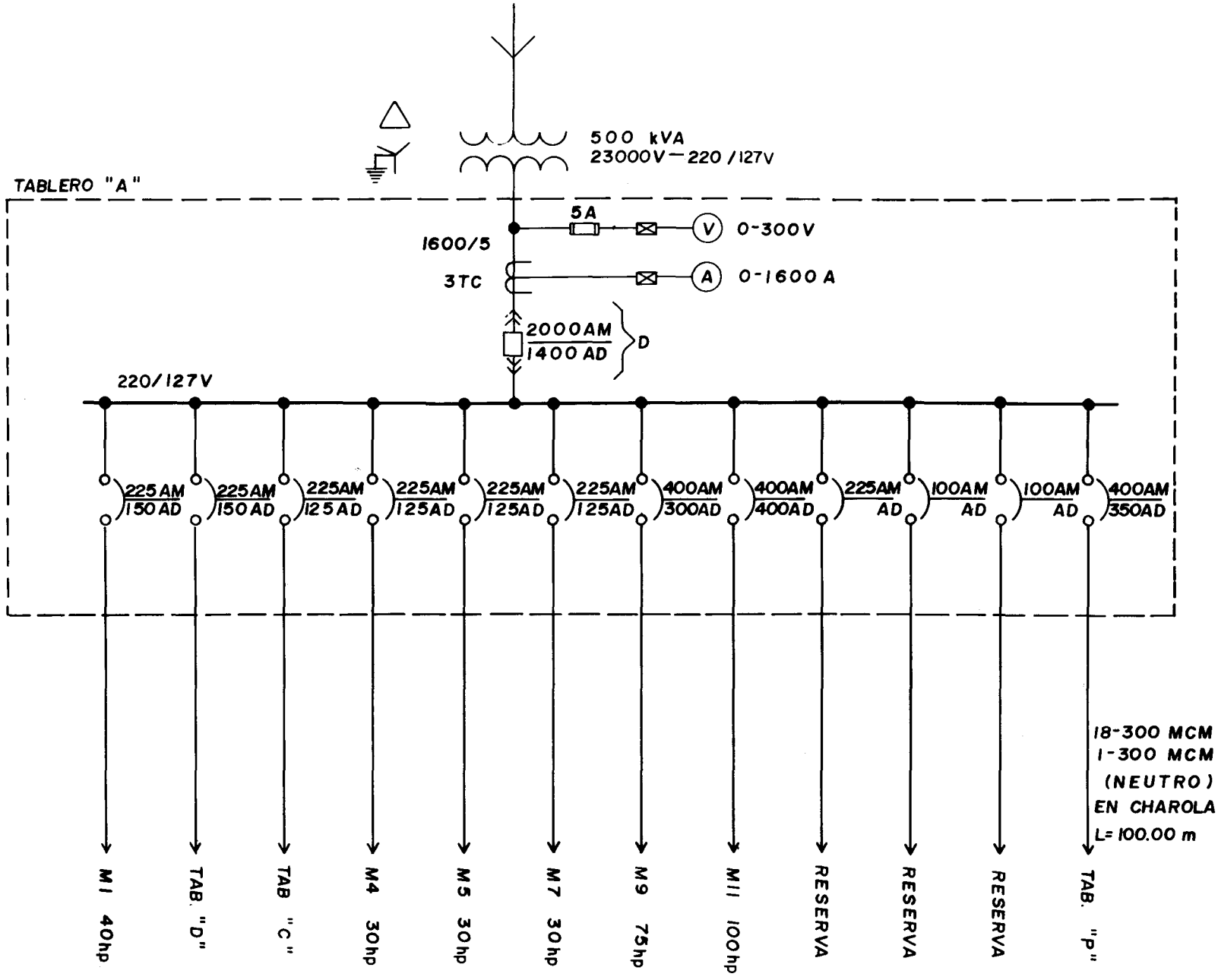


Fig 00-7 Ejemplo de un diagrama unifilar general en baja tensión. Subestación 1

009.B.02 SUMINISTRO Y DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA EN ALTA TENSION, 23 kW.

Ver descripción en 009.A.01 de este capítulo.

009.B.03 SISTEMA DE TIERRA

009.B.03.a Introducción

Uno de los aspectos principales para la protección contra sobretensiones en las subestaciones, es el diseñar un sistema de tierra adecuado, al cual se conectarán los neutros de los transformadores, la cubierta metálica de los cables de 23 kV, los tanques de los transformadores, los gabinetes metálicos de las subestaciones y todas aquellas otras partes metálicas que deben estar a potencial de tierra.

005.B.03.b Necesidad del sistema de tierra

La necesidad de contar con un sistema de tierra en las subestaciones de las estaciones, es la de cumplir con las siguientes funciones:

009.B.03.b.01 Proporcionar un circuito de muy baja impedancia para la circulación de corrientes de tierra, debidas ya sea a una falla de aislamiento o a una sobretensión.

009.B.03.b.02 Evitar que durante la circulación de las corrientes de tierra puedan producirse diferencias de potencial entre distintos puntos de una subestación, que puedan ser peligrosas para el personal.

009.B.03.c Disposiciones básicas de los sistemas de tierra

El sistema de tierra utilizado en el Metro es el sistema de red.

009.B.03.d Sistema de red

Es el más usado actualmente en el Metro de la Ciudad de México y consiste, como su nombre lo indica, en una malla formada por conductores de cobre de calibre adecuado y conectados a través de electrodos de varillas Copperweld a partes más profundas para buscar zonas de menor resistividad; la resistencia eléctrica medida en cualquier pozo deberá ser como máximo de 5 ohms.

009.B.04 ARREGLOS DE EQUIPO

Se define como arreglo de equipo a la disposición de los diferentes equipos de alta tensión, baja tensión, ventilación, etc., que forman:

— Las acometidas de la CLFC.

— Las cabeceras de alimentación de subestaciones de alumbrado y fuerza.

— Las subestaciones vía 1.

— Las subestaciones vía 2.

— Las subestaciones de ventilación mayor en donde se requieran.

Estos equipos se alojan dentro de los locales con la misma denominación, los cuales deberán ser dimensionados tomando en cuenta las características de los equipos que se van a instalar en ellos, dejando espacio suficiente para abatimiento de puertas y sustitución de equipo, debiendo además considerar la altura de tales equipos.

En la tabla 009-1 se dan algunos ejemplos de áreas para locales; sin embargo, en cada proyecto deberán rectificarse estas áreas debido a que los equipos varían según el proveedor.

Tabla 009-1. Dimensionamiento del local

Denominación del local	Dimensiones del local, en m			Dimensiones de la puerta, en m	
	Largo	Ancho	Alto	Ancho	Alto
Acometida de la CLFC	10.00	6.00	3.10	2.50	2.50
Cabeceras de alimentación de subestaciones de alumbrado y fuerza (SEAF)	14.00	7.00	3.75	3.00	3.30
Subestación vía 1	12.00	6.00	3.10	3.00	3.00
Subestación vía 2	10.00	6.00	3.10	3.00	3.00
Subestaciones vías 1 y 2	12.00	10.00	3.10	3.00	3.00

Estos locales podrán ser localizados en el exterior de las estaciones, con accesos a nivel de calle o bien en el interior de las estaciones, cuando éstas sean subterráneas o subterráneas profundas, con accesos a nivel de andén, excepto los locales denominados acometidas de la CLFC, que invariablemente deberán localizarse en el exterior de las estaciones y con acceso a nivel de calle.

En el caso extremo y por necesidades de proyecto, tales como restricciones en las afectaciones de terrenos o reducción de áreas, se podrán alojar las dos subestaciones vía 1 y vía 2 en un mismo local, siempre y cuando se incrementen sus dimensiones, de acuerdo al equipo por instalar.

009.B.04.a Descripción del arreglo de equipo y preparaciones de obra civil en los locales de acometidas de la CLFC en las cabeceras de alimentación de SEAF en una línea

Al diseñar el local de acometida de la CLFC se deberá cumplir con los requerimientos indicados por su departamento de proyectos y en el capítulo 6 de las "Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas", complemento del "Reglamento de Instalaciones Eléctricas" en vigor, de la Secretaria de Comercio y Fomento Industrial.

El sistema de tierra de estos locales, deberá ser independiente del sistema de tierra del Metro, es decir, no estarán interconectados ambos sistemas de tierra.

De acuerdo al criterio adoptado para alimentación en alta tensión, 23 kV, en las cabeceras de alimentación de subestaciones de alumbrado y fuerza de una línea (SEAF), el diseño de las preparaciones de obra civil, deberá consistir de un banco de ductos, formado por ocho tubos de asbesto-cemento de 101 mm (4") de diámetro, localizado desde un metro afuera del paramento del local, hasta una trinchera localizada dentro del local bajo el equipo de transferencia automática.

Los cables de 23 kV desde la trinchera bajo el equipo de transferencia automática, se canalizarán de la siguiente manera:

— Desde el equipo de transferencia hasta el equipo de medición, a través de un banco de ductos con cuatro tubos de asbesto-cemento de 101 mm (4") de diámetro.

— Del equipo de medición al seccionador sin carga, a través de boquillas de alta tensión y pasamuros.

— Del seccionador sin carga, a los tableros de distribución en 23 kV que constituyen las cabeceras de alimentación de SEAF, la canalización de los cables de 23 kV se realizará a través de un banco de ductos formado por ocho tubos de asbesto-cemento de 101 mm (4") de diámetro; en este caso, la inclusión de ocho tubos en un banco de ductos, es debido a que se deberán proyectar dos cables por fase en paralelo y un 30 por ciento de reserva de tubos vacíos.

  En el proyecto respectivo, los bancos de ductos rematarán en los registros o trincheras ubicados debajo de los diferentes equipos, teniendo los ductos las pendientes permitidas y los registros y trincheras la geometría y dimensiones adecuadas para realizar una buena instalación de los cables, respetando los radios de curvatura mínimos permitidos.

  Las figs 009-8 y 009-9 son ejemplos de un posible arreglo de equipo.

009.B.04.b Descripción del arreglo de equipo y preparaciones de obra civil en los locales denominados cabeceras de alimentación de subestaciones de alumbrado y fuerza

El diseño de este local en lo que se refiere a la distribución de alumbrado, contactos, sistema de tierra, charolas para cables, etc., deberá cumplir con lo estipulado en el capítulo 6 de las "Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas", complemento del "Reglamento de Instalaciones Eléctricas" en vigor, de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial; un posible arreglo de equipo se muestra en las figs 009-10 y 009-11.

009.B.04.c Descripción del arreglo de equipo y preparaciones de obra civil en subestaciones vía 1 y vía 2

El diseño de las subestaciones de alumbrado y fuerza se hará con gabinetes y equipos para servicio interior, con sus protecciones y bloqueos para evitar falsas maniobras.

Las distancias entre fases deberán respetar las normas en vigor, tomando en cuenta que esta distancia deberá aumentarse por la altitud de la Ciudad de México sobre el nivel del mar.

Los transformadores que se especifiquen para las subestaciones de alumbrado y fuerza vía 1 y vía 2, deberán cumplir con los requerimientos establecidos en las Normas Nacionales CCONNIE (o equivalentes) e internacionales ANSI; así mismo y debido a que las subestaciones generalmente se proyectan en locales subterráneos, por razones de seguridad no se utilizarán transformadores sumergidos en aceite o con aislamiento a base de askerel u otro tipo de líquido no biodegradable; considerando la experiencia que se ha tenido en la operación del Metro en las etapas anteriores utilizando transformadores sumergidos en fluido silicón tipo 651, se recomienda especificar en los proyectos futuros este tipo de dieléctrico.

Cuando se especifique el arreglo de equipo en las subestaciones, se recomendará que los transformadores estén confinados en una celda para evitar contactos accidentales. El diseño de las trincheras y registros deberá coincidir con los pasos de cables de las celdas para evitar que los cables tengan esfuerzos mecánicos al llegar a las trincheras; éstas deberán ser de dimensiones suficientes y tener soportes para cables en el piso para evitar que éstos permanezcan en contacto con la humedad y sometidos a fricciones.

La losa de piso deberá resistir el desplazamiento de equipos sin deterioros.

En algunos casos será necesario un sistema de intercambio de aire para disminuir la temperatura en los equipos, por lo que se deberá hacer un estudio para diseñar el local y los equipos auxiliares de ventilación.

La altura de puertas y del local, así como su superficie, deberán considerar las maniobras a realizar durante el montaje y reemplazo de los equipos, los cuales tendrán ganchos para su izaje.

Se deberán colocar letreros de advertencia para el personal y en casos en que se requiera instalar los equipos con grúa o garrucha, se deberán prever las viguetas o accesorios para efectuar el cambio de los equipos durante el mantenimiento.

En algunos casos, por razones de cada proyecto en particular, se podrá especificar que se puedan instalar tableros de distribución principal, equipos de alumbrado de emergencia y tableros de distribución secundaria en el mismo local de una subestación (figs 009-12 y 009-13, donde se muestran los posibles arreglos de equipo).

009.B.05 DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA EN BAJA TENSION

Ver descripción en 009.B.02 de este capítulo y los diagramas unifilares de las figs 009-6 y 009-7.

009.B.06 COORDINACION DE PROTECCION ELECTRICA

009.B.06.a Introducción

Una vez que los sistemas de distribución han sido completamente especificados, es decir, cuando los niveles de voltaje han sido seleccionados, las cargas y condiciones de operación han sido definidas y los diferentes equipos utilizados han sido seleccionados, se procederá a escoger los tipos, características y ubicación de los sistemas, para lo cual se requiere un estudio completo de coordinación de los dispositivos de protección. Las funciones básicas de la coordinación de protección eléctrica son:

— Prevenir los riesgos que pongan en peligro la vida humana y dañen los equipos.

— Minimizar los daños a los sistemas y sus componentes al ocurrir la falla.

— Limitar la frecuencia y duración de las interrupciones anormales de energía eléctrica en cualquier parte de los sistemas.

Las interrupciones anormales de energía eléctrica pueden ser causadas por: fallas de los equipos, errores humanos, o emergencias de origen natural o humano. En general, las interrupciones anormales son impredecibles; por lo tanto, los sistemas deberán diseñarse, especificarse y mantenerse de tal manera que se protejan automáticamente a sí mismos. Los sistemas de distribución de energía eléctrica para el Metro, requieren de una máxima confiabilidad, por lo que se deberá cumplir con las normas en vigor y los requisitos necesarios para un buen diseño y una adecuada selección de dispositivos de protección. Estos deberán estar ajustados para ser insensibles a las corrientes nominales de los equipos, esto es, a corrientes a plena carga, así como a las corrientes permisibles de sobrecarga y arranque.

— Intervalos de tiempo de la coordinación

  Es necesario conocer y tener los intervalos de tiempo, para poder coordinar entre los dispositivos de protección de sobrecorriente que estén operando en serie en un sistema, de tal manera que éstos operen en la secuencia correcta, evitando disparos innecesarios de los interruptores principales.

  Los factores más importantes que determinan los intervalos de tiempo de la coordinación son:

  1. Conocer las magnitudes de las corrientes de falla del sistema.

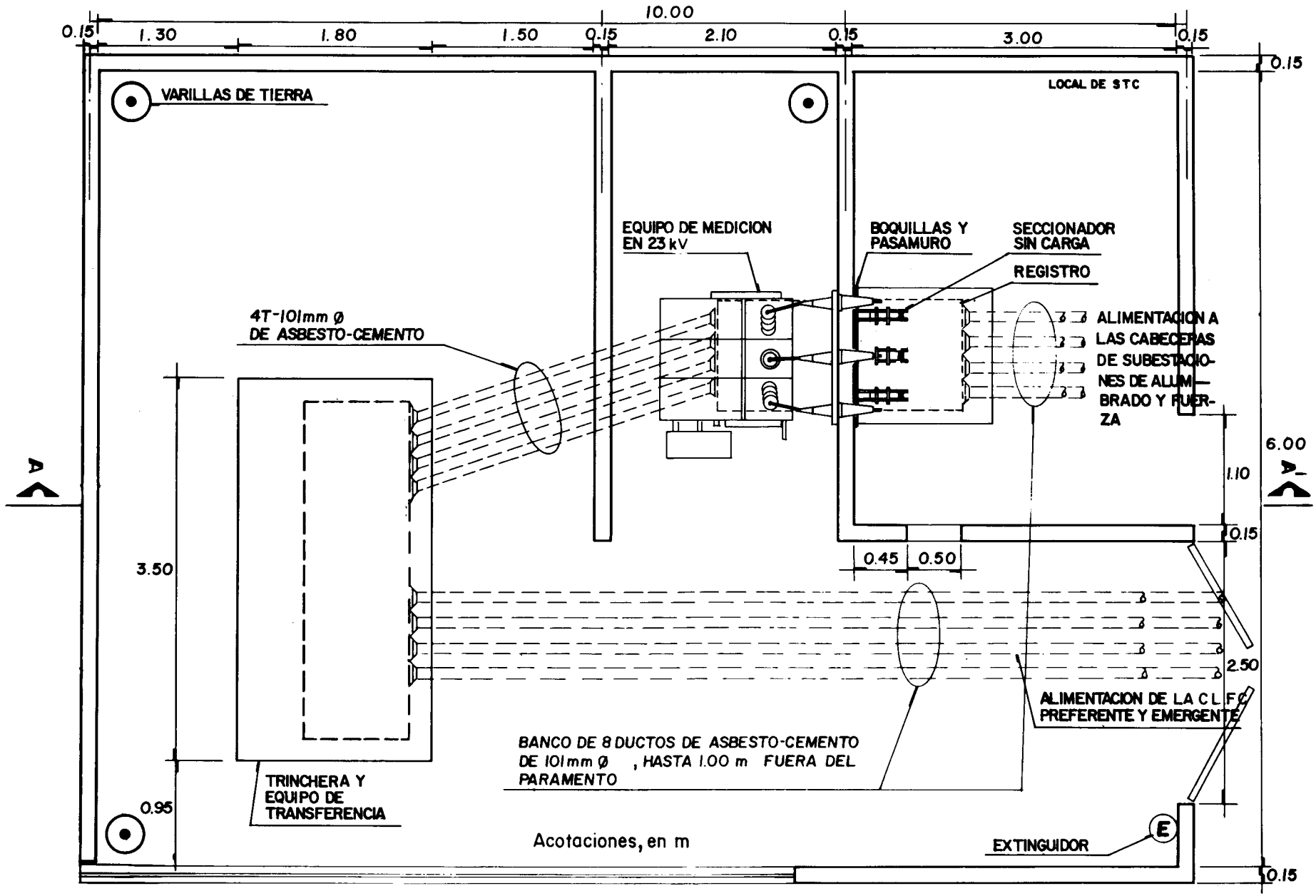
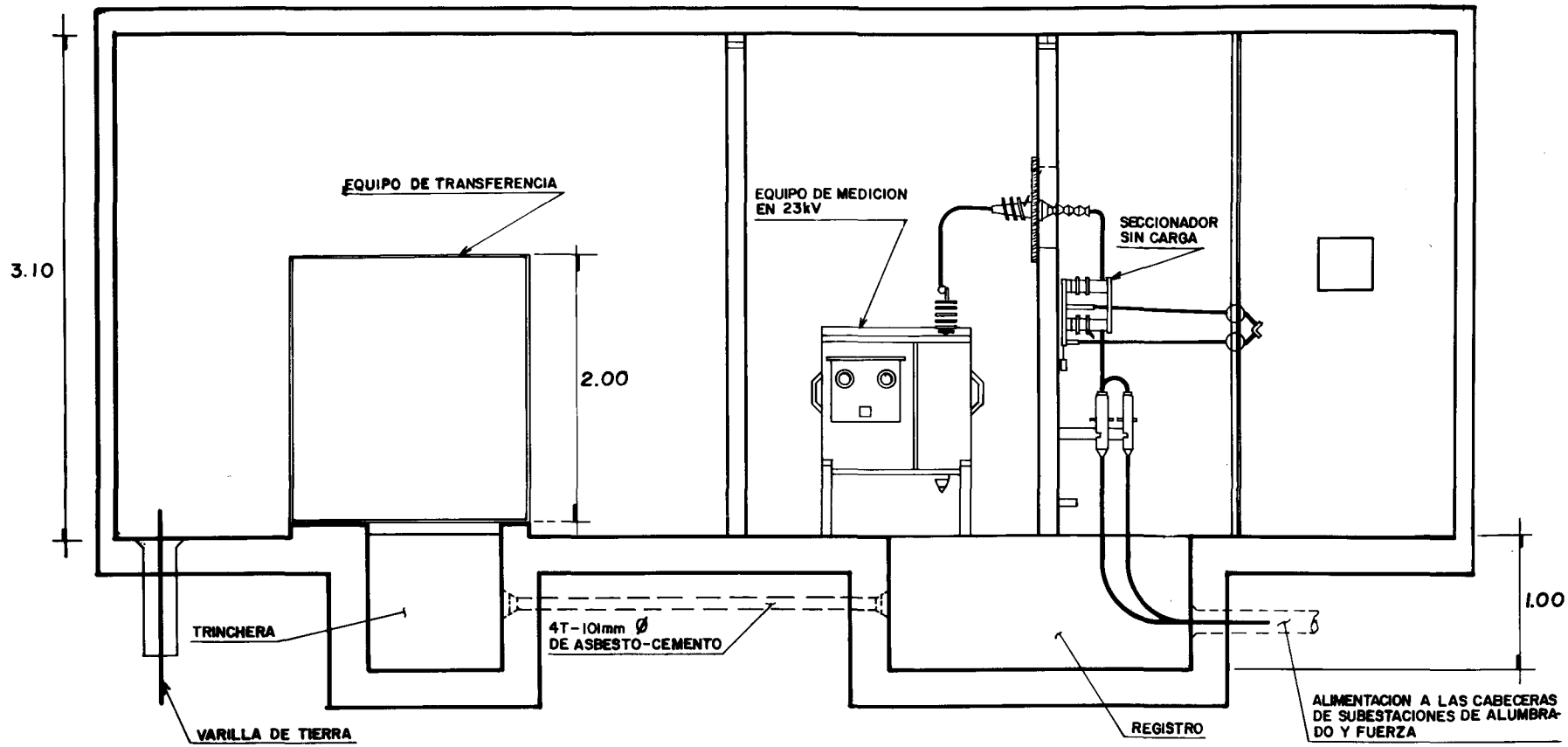


Fig 008 Local de acometida de la C.L.F.C. Arreglo de equipo



CORTE A - A' de la fig 009-8

Acotaciones en m

Fig 009-9 Local de acometida de la C L F C. Arreglo de equipo

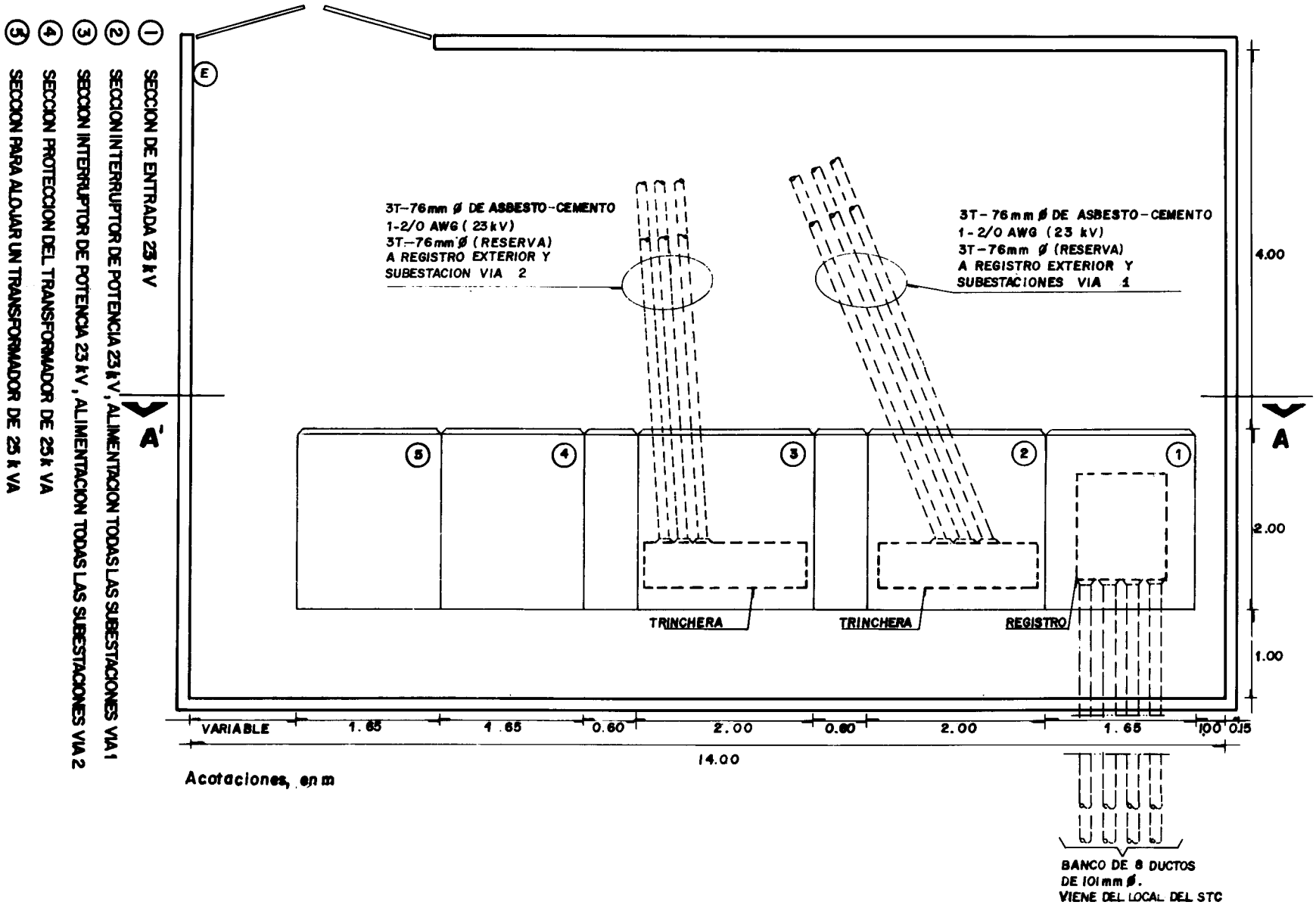


Fig 009- 10 Cabecera de alimentación de subestaciones de alumbrado y fuerza. Planta arreglo de equipo (ejemplo)

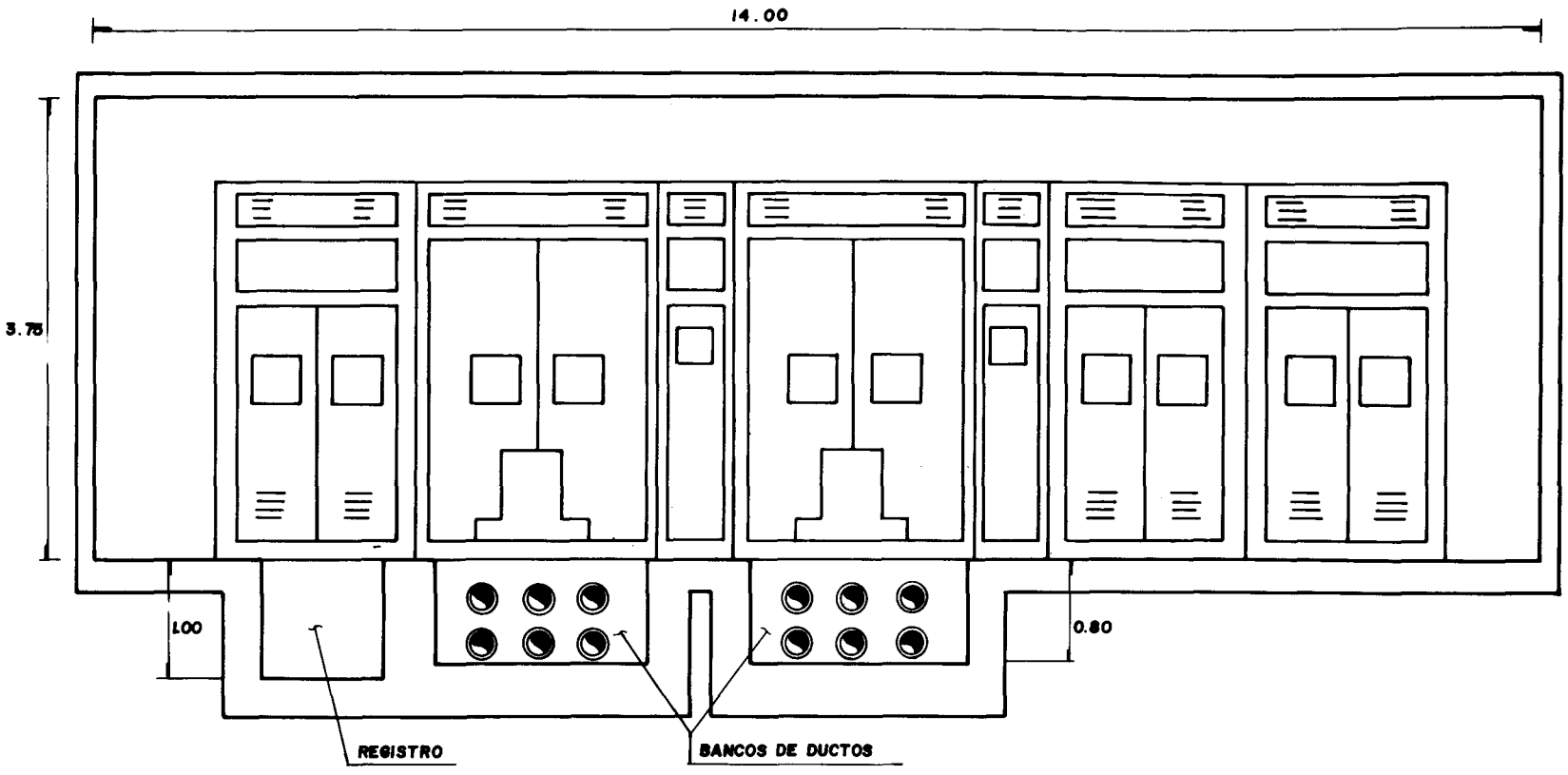


Fig 009-11 Cabecera de alimentación de subestaciones de alumbrado y fuerza

NOMENCLATURA Figs 009-12 y 009-13

① ② ③ SECCIONADORES TRIFASICOS OPERACION MANUAL EN GRUPO APERTURA CON CARGA 23kV

④ SECCION PARA ALOJAR UN TRANSFORMADOR

⑤ TABLEROS DE DISTRIBUCION PRINCIPAL "A" Y "P" EN BAJA TENSION

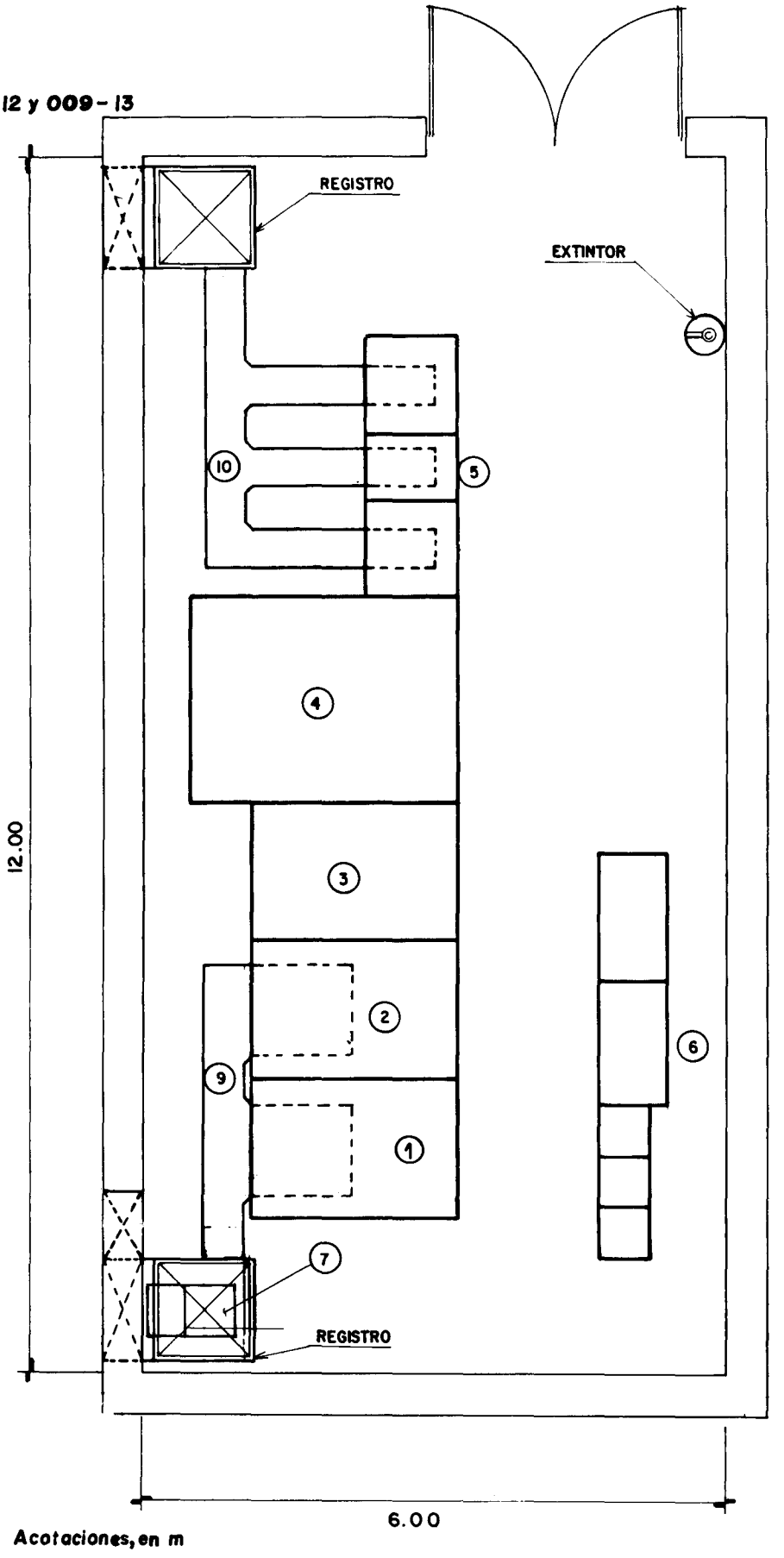
⑥ GABINETE "J" SISTEMA ALUMBRADO DE EMERGENCIA

⑦ EQUIPO DE VENTILACION

⑧ TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL "B" EN BAJA TENSION

⑨ TRINCHERAS PARA CABLES DE 23kV

⑩ TRINCHERAS PARA CABLES DE BAJA TENSION



Acotaciones, en m

Fig 009-12 Ejemplo de arreglo de equipo. Subestación vía 1

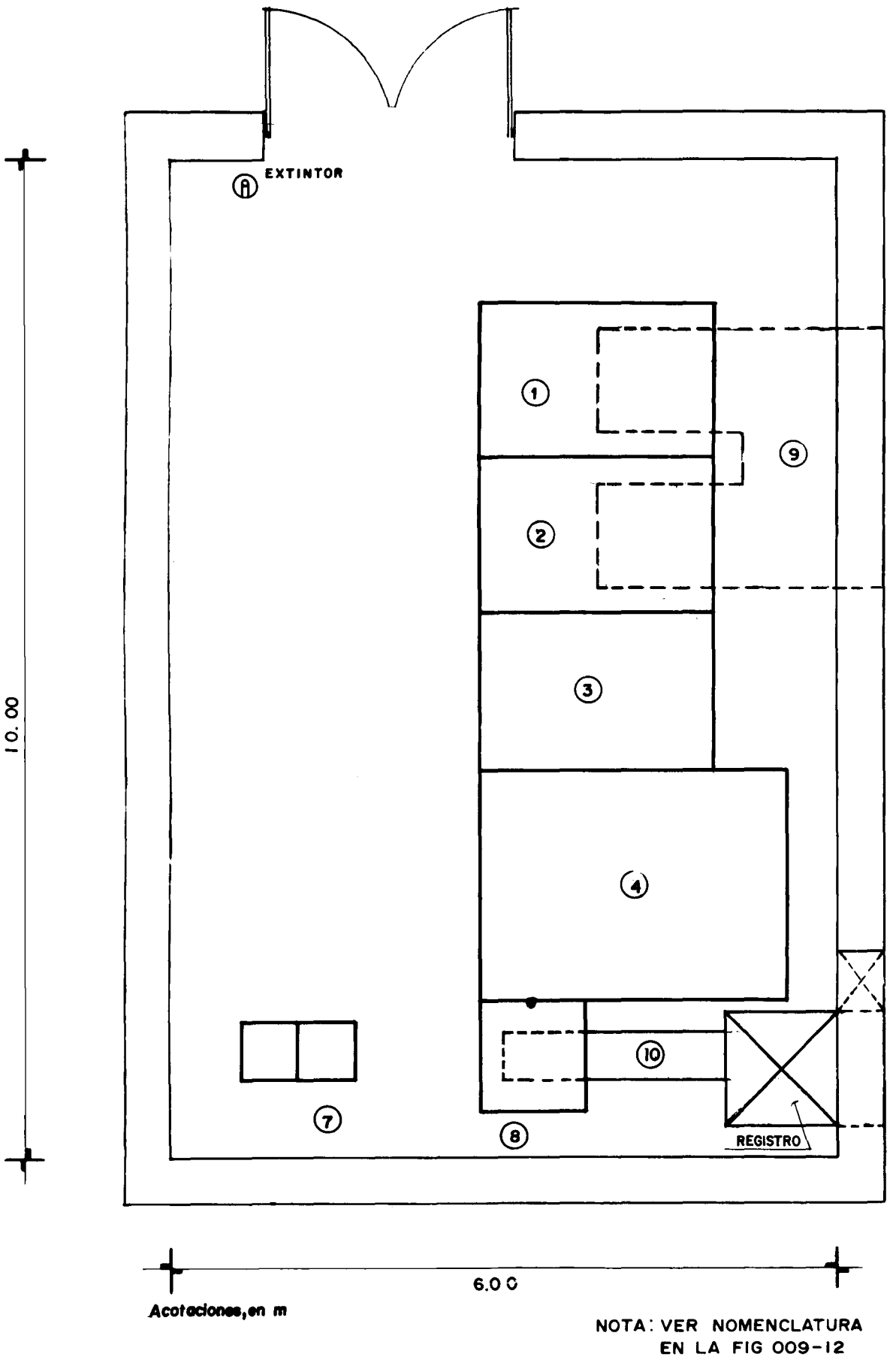


Fig 009-13 Ejemplo de arreglo de equipo. Subestación vía 2

2. Conocer la sensibilidad de los dispositivos de protección a las magnitudes de las corrientes de falla.

3. Conocer los requerimientos de tolerancia del tiempo permitido, necesario para el detector del dispositivo de protección y el tiempo de operación del interruptor.

4. Conocer las funciones características de detección del dispositivo de protección que ha sido seleccionado y está siendo considerado en el estudio correspondiente.

La coordinación de protección eléctrica aplicada a los sistemas de distribución en alta y baja tensión para el Metro, deberá cumplir con requerimientos de las normas aplicables, tanto nacionales como extranjeras, para poder lograr la máxima confiabilidad en la operación de los sistemas empleados.

009.B.07 TABLEROS DE DISTRIBUCION

Para todas las líneas del Metro en todas sus etapas, incluyendo el plan maestro, se deberán considerar dos tipos de tableros de distribución, es decir, tableros de distribución en AT, 23 kV y tableros de distribución en BT, 220-127 V. Esta consideración se debe básicamente a que los sistemas empleados permiten un intercambio de componentes y una uniformidad en el mantenimiento y operación de los sistemas de distribución en AT y BT descritos en 009.A de este capítulo.

009.B.07.a Tableros de distribución en AT denominados "Cabeceras de alimentación de subestaciones de alumbrado y fuerza"

Estos tableros comprenden básicamente los siguientes conceptos:

— Gabinetes autosoportados.

— Desconectadores con carga.

— Interruptores de potencia.

— Desconectador con fusibles para protección del transformador.

— Transformador.

— Cuchillas de puesta a tierra.

Los tableros de distribución en 23 kV, deberán operar en locales cerrados, bajo las siguientes condiciones ambientales:

— Temperatura ambiente máxima	40°C
— Temperatura ambiente mínima	—4°C
— Temperatura ambiente promedio	30°C
— Presión barométrica	585 mm de Hg
— Humedad relativa:	30%
— Altitud:	2240 m s.n.m
— Aceleración máxima por sismo	0.15 g

Normas:

El diseño, fabricación y pruebas de este equipo estarán de acuerdo con la última edición de las siguientes normas:

NEMA: National Electric Manufacturers Association.

CCONNIE: Comité Consultivo Nacional de Normalización de la Industria Eléctrica (o su equivalente nacional).

Descripción general

Estarán constituidos por secciones soportadas convenientemente en estructuras metálicas, rígidas y autosoportadas, apropiadas para alojar los siguientes equipos:

- Desconectador en aire, operación con carga.
- Interruptores de potencia.
- Desconectador con fusibles, operación con carga.
- Transformador.
- Cuchillas de puesta a tierra.

Cada sección del tablero estará provista de dispositivos para levantamiento, adecuadas para soportar sin daño los esfuerzos producidos por el embarque y la instalación.

Cada sección deberá tener una puerta frontal embisagrada y cada puerta deberá contar con manija, chapa, bloqueos mecánicos para prevenir el acceso a personas no autorizadas.

Los bloqueos mecánicos deberán cumplir con el criterio establecido en 009.A.01, de estas Especificaciones.

El cuerpo de cada sección deberá construirse con lámina de acero calibre 12 USG. Las cubiertas, barreras y puertas deberán construirse cuando menos con lámina calibre 14 USG.

La estructura estacionaria deberá estar provista de barreras de seguridad automática, para prevenir contactos accidentales con partes vivas cuando el equipo esté en posición "desconectado", o esté fuera de su respectiva sección.

Para su ventilación, cada sección del tablero deberá llevar en su parte inferior y posterior, persianas adecuadas cubiertas con malla de alambre de material anticorrosivo, con una abertura máxima de tres milímetros, para evitar la entrada de materiales extraños y roedores. Las persianas de ventilación deberán colocarse adecuadamente para evitar la entrada de agua por goteo o salpicadura.

Las secciones del tablero tendrán previsiones para permitir la entrada de cables sólo por su parte inferior. Se deberán suministrar soportes de fibra de vidrio o resina epóxica para colocar los cables de AT en el interior del tablero.

Las barras principales y derivaciones deberán ser de cobre de alta conductividad y tener las dimensiones adecuadas para conducir continuamente la corriente normal requerida, sin exceder el aumento de temperatura permitido por las normas.

Las barras y sus conexiones deberán tener la suficiente rigidez térmica y mecánica para soportar la corriente igual o mayor a la de cortocircuito del sistema.

Todas las conexiones con las barras, incluyendo las derivaciones, deberán tener una capa de plata, debiendo atornillarse con no menos de dos tornillos de alta resistencia mecánica, anticorrosivos, galvánicamente compatibles y con un diámetro no menor de 13 mm (1/2").

Las barras deberán soportarse con aisladores de porcelana o de resina epóxica de alta rigidez dieléctrica, con una resistencia mecánica adecuada para soportar sin daño los esfuerzos producidos por la corriente de cortocircuito del sistema.

El arreglo de las barras trifásicas y conductores, contando del frente hacia atrás, de arriba hacia abajo, de izquierda a derecha, corresponderá a las fases A, B y C, respectivamente. Se deberán identificar cada una de las fases con pintura u otro medio equivalente.

A todo lo largo del tablero y en su parte inferior, se instalará una barra de tierra con una capacidad no menor del 25 por ciento del valor del interruptor mayor.

La preparación de las superficies por pintarse, así como la pintura, deberán satisfacer las mejores prácticas comerciales. Se sugiere un tratamiento de bonderizado, una capa anticorrosiva (primer), y dos capas de esmalte color gris claro ANSI-161,

Cada sección deberá llevar placas de identificación del material apropiado, con letras negras sobre fondo blanco. Las placas de identificación deberán fijarse por medio de remaches o cualquier otro medio equivalente.

Descripción de los equipos alojados en cada sección

— Sección 1 (acometida CLFC de 23 kV)

Un seccionador trifásico, operación manual en grupo para abrir con carga, con una luz neón por fase para indicar la presencia de tensión.

Tensión nominal:	23 kV
Corriente nominal:	400 A
Número de fases:	3
Corriente momentánea máxima:	14 000 A
Capacidad interruptiva:	1000 kVA

Un desconectador trifásico, operación en grupo para conexión a tierra. Los seccionadores trifásicos y los desconectadores trifásicos serán operados desde el exterior del tablero, con su respectiva puerta cerrada, por medio de una manija con indicaciones "Abierto - Cerrado".

Una cerradura de seguridad o bloqueo mecánico, para no permitir la apertura de la puerta con el seccionador trifásico de operación con carga, en la posición "Cerrada".

Una cerradura de seguridad para no permitir la apertura de la puerta con el desconectador trifásico de puesta a tierra, en la posición "Abierta".

El desconectador trifásico de conexión a tierra se deberá operar después de abrir el seccionador trifásico, operación con carga.

— Secciones 2 y 3 (alimentadores, subestaciones en vía 1 y vía 2).

Cada sección contendrá el siguiente equipo:

Un interruptor de potencia, tres fases, 23 kV nominales, 1000 MVA, capacidad interruptiva.

Tranformadores de corriente, relación 400/5 A.

Un desconectador trifásico, operación en grupo para conexión a tierra.

Una cerradura de seguridad para no permitir la apertura de la puerta con el interruptor de potencia en la posición de "Cerrado".

Una cerradura de seguridad para no permitir la apertura de la puerta con el desconectador trifásico de puesta a tierra, en la posición "Abierto". El desconectador de conexión a tierra se deberá operar después de abrir el interruptor de potencia.

— Sección 4 (protección del transformador)

Un seccionador en aire, trifásico, operación manual, con carga y fusibles para protección de un transformador de 25 kVA, equipado con dispositivo de protección contra operación monofásica, mediante fusión de un fusible, y tres contactos NA, para señal de alarma.

Un desconectador trifásico, operación en grupo, para conexión a tierra.

Una cerradura de seguridad para no permitir la apertura de la puerta con el desconectador en la posición "Cerrado".

Una cerradura de seguridad para no permitir la apertura de la puerta con el desconectador trifásico de puesta a tierra, en la posición "Abierto".

— Sección 5 (transformador)

Sección para alojar un transformador trifásico de 25 kVA, 23 kV-220/127 V, 60 Hz, con aislamiento tipo seco o con silicón líquido.

009.B.07.a.01 Subestaciones de alumbrado y fuerza en estaciones vía 1 y vía 2. La descripción de los equipos alojados en cada sección es la siguiente:

— Secciones 1 y 2

Cada sección contendrá el siguiente equipo:

Un seccionador trifásico, operación manual en grupo para abrir con carga, con una luz neón por fase para indicar la presencia de tensión:

Tensión nominal	23 kV
Corriente nominal	400 A
Número de fases	3
Corriente momentánea máxima	14 000 A
Capacidad interruptiva	1000 MVA

Una cuchilla desconectadora trifásica, operación en grupo, para conexión a tierra.

Los seccionadores y desconectadores serán operados desde el exterior del tablero, con su respectiva puerta cerrada, por medio de una manija con indicaciones "Abierto - Cerrado".

Una cerradura de seguridad para no permitir la apertura de la puerta con el seccionador de operación con carga en la posición "Cerrado".

El desconectador de puesta a tierra se deberá operar después de abrir el seccionador trifásico de operación con carga.

— Sección 3, protección del transformador

Un seccionador en aire trifásico, de operación manual, con carga y con fusibles, para la protección de un transformador de 150, 225, 300, 500, 750 o 1000 kVA, equipado con un dispositivo de protección contra operación monofásica, mediante fusión de un fusible, y con focos neón, uno por cada fase.

Tensión nominal	23 kV
Corriente nominal	200 A
Capacidad interruptiva	1000 MVA
Fusibles	De acuerdo a la capacidad del transformador

Un desconectador, operación en grupo para conexión a tierra.

Una cerradura de seguridad, para no permitir la apertura de la puerta con el seccionador trifásico de protección del transformador en la posición "Cerrado".

Una cerradura de seguridad, para no permitir la apertura de la puerta con el desconectador de puesta a tierra en la posición "Abierta".

El desconectador de puesta a tierra se deberá operar después de abrir el seccionador de protección del transformador.

— Sección 4 (transformador)

— Sección para alojar un transformador trifásico, 23 kV, 220/127 V, con aislamiento de tipo seco o en silicón líquido, de tamaño adecuado para las siguientes capacidades nominales normalizadas: 150, 225, 300, 500, 750 y 100 kVA.

009.B.07.b Tableros de distribución en BT 220-127 V

Estos tableros comprenden básicamente los siguientes conceptos.

— Gabinetes autosoportados.

— Barras y conexiones.

— Interruptores termomagnéticos.

— Interruptores electromagnéticos, en su caso.

— Equipo de transferencia automática.

— Equipo de medición.

— Accesorios.

Deberán cumplir con los siguientes requisitos generales:

Los tableros de distribución en 220-127 V, deberán operar en locales cerrados bajo las siguientes condiciones ambientales:

— Temperatura ambiente máxima	40°C
— Temperatura ambiente mínima	—4°C
— Temperatura ambiente promedio	30°C
— Presión barométrica	585 mm de Hg
— Humedad relativa	30%
— Aceleración máxima por sismo	0.15 g

Normas

El diseño, fabricación y pruebas de este equipo se regirá de acuerdo con la última edición de las normas de las siguientes asociaciones:

NEMA: National Electric Manufacture Association.

CCONNIE: Comité Consultivo Nacional de Normalización de la Industria Eléctrica (o su equivalente nacional).

Descripción general

Los tableros operarán en un sistema trifásico de 220 V, con el neutro del transformador conectado sólidamente a tierra.

Cada estación de pasajeros del Metro estará equipada con tres tableros principales de distribución en baja tensión, que se designarán como:

— Tablero "A"

— Tablero "B"

— Tablero preferente "P"

El tablero "A" estará alimentado de las subestaciones vía 1, y estará alojado en el mismo local de la subestación.

El tablero "B" estará alimentado de la subestación vía 2 y quedará alojado en el mismo local de subestación.

El tablero preferente "P" estará alimentado de los tableros "A" y "B", a través de un equipo de transferencia automática. La subestación vía 1 actuará como fuente normal, mientras que la subestación vía 2 será designada como fuente de emergencia.

Los tableros deberán consistir de cubículos soportados convenientemente en estructuras metálicas, rígidas y autosoportadas, apropiadas para alojar los siguientes equipos:

— Interruptores electromagnéticos, en su caso.

— Interruptores termomagnéticos.

— Equipo de transferencia automática.

— Equipo de medición.

— Accesorios.

Los tableros deberán estar provistos de dispositivos para izaje, adecuados para soportar sin daño los esfuerzos producidos por el embarque y la instalación.

El cuerpo de los tableros deberá construirse con lámina de acero calibre 12 USG.

Para su ventilación los tableros deberán estar provistos de persianas cubiertas con tela de alambre anticorrosiva, con una abertura máxima de 3 mm para evitar la entrada de materiales extraños y roedores. Las persianas serán instaladas en la parte posterior e inferior del tablero.

Las persianas de ventilación deberán colocarse adecuadamente para evitar la entrada de agua por goteo o salpicaduras.

El fabricante deberá suministrar soportes de fibra de vidrio o resina epóxica para los cables en el interior del tablero o cualquier otro medio de sujeción en las canalizaciones propias del tablero.

Los tableros deberán estar provistos de ductos para alambrado a cada lado y en toda la altura de los tableros. Las dimensiones de los ductos deberán ser de 250 mm para acomodar adecuadamente los cables de alimentación de los circuitos derivados.

Las barras principales y sus derivaciones deberán ser de cobre electrolítico, considerado una densidad de corriente de 800 A por pulgada cuadrada, para conducir continuamente la corriente nominal del transformador, sin exceder el aumento de temperatura permitido por las normas. Las capacidades se indicarán en cada diagrama unifilar del proyecto en particular.

Las barras y sus conexiones deberán tener la suficiente rigidez térmica y mecánica para soportar una corriente igual o mayor a la CC.

Todas las conexiones a las barras, incluyendo las derivaciones, deberán tener una capa de plata, debiendo atornillarse con no menos de dos tornillos de alta resistencia mecánica, anticorrosivos, galvánicamente compatibles y con un diámetro no menor de 13 mm (1/2").

Las barras deberán soportarse con aisladores de porcelana o resina epóxica de alta rigidez dieléctrica y una resistencia mecánica adecuada para soportar sin daño los esfuerzos producidos por la corriente de cortocircuito de 18000 A simétricos.

Viendo el tablero de frente, el arreglo de las barras trifásicas y conductores primarios, contando de arriba hacia abajo, del frente hacia atrás y de izquierda a derecha, corresponderá a las fases A, B y C, respectivamente. Las barras deberán identificarse con pintura o cualquier otro medio equivalente.

La preparación de las superficies y la pintura deberán satisfacer las mejores prácticas comerciales; se sugiere tratamiento de bonderizado, una capa de anticorrosivo (primer) y dos capas de esmalte color gris claro, ANSI 161.

A todo lo largo del tablero se instalará una barra de tierra con una capacidad no menor del 50 por ciento de la capacidad de las barras principales.

Los tableros tendrían en los lados donde se ubiquen los interruptores derivados, unos ductos para la entrada y salida de cables; así mismo deberán tener preparaciones en la parte superior e inferior de los tableros para la llegada y salida de cables.

009.B.07.b.01 Interruptores termomagnéticos o electromagnéticos según se requiera. Los interruptores termomagnéticos estarán equipados con cámaras de arqueo individuales y contactos de aleación de tungsteno y plata. Tendrán mecanismo de operación de disparo libre, cierre y apertura rápida con unidad de disparo compensadas por temperatura ambiente, así como unidades de disparo intercambiable, con unidades del mismo marco similares a la línea NE, NFJ, NJL, de Federal Pacific Electric, para 100, 225, 500 y 1000 amperes.

La protección de cortocircuito se hará por medio de disparo magnético ajustable con dos posiciones, Hi y Lo.

Los interruptores tendrán una capacidad de interruptores simétrica de 18 000 A para marco de 100 A; 25 000 A, para marco de 225 A; 42 000 A, para marcos de 500 A y 1000 A, a 240 V, CA.

Los interruptores estarán equipados con terminales para recibir el número de cables por fase, tal como se indicará en cada diagrama unifilar correspondiente, para cada caso en particular.

009.B.07.b.02 Equipo de transferencia automática. Estará montado en el tablero preferente "P" para recibir energía eléctrica de las subestaciones 1 y 2, a través de los tableros "A" y "B", sistema trifásico, cuatro hilos, 220 V, 60 hertz.

El equipo de transferencia deberá cambiar automáticamente la carga de una fuente a la otra para asegurar la continuidad del servicio, por medio de una selección de aparatos de control e interruptores que se ajusten a las condiciones de trabajo de la presente Especificación.

El tablero "A" será designado como fuente normal, mientras que el tablero "B" será designado como fuente de emergencia.

El equipo de transferencia estará formado por interruptores de aire tipo caja moldeada, con los amperes de marco y calibración indicados en el diagrama unifilar particular de cada estación.

Los tipos de interruptores termomagnéticos en caja moldeada que forman el equipo de transferencia deberán cumplir con lo especificado en el párrafo anterior. Los dos interruptores no tendrán protección térmica ni magnética.

El accionamiento del equipo de transferencia será por medio de un motor universal de energía almacenada y estará equipado con "interlocks" mecánico y eléctrico para evitar que la carga quede conectada simultáneamente a las dos fuentes de alimentación.

Se deberá contar con una palanca que permita operar la transferencia manual, en caso de falla de control automático.

El equipo de tansferencia deberá tener los siguientes accesorios:

- Relevadores de tiempo de acción instantánea para asegurar la transferencia y retransferencia en un tiempo menor de 1.5 s, siendo lo deseable 300 milisegundos.
- Selector de dos posiciones para cambio de preferencia vía 1 y vía 2.
- Relevadores sensitivos de voltaje trifásico, no ajustable, Pick up, calibrados a 90 por ciento de la tensión nominal drop-out, calibrados a 70 por ciento de la tensión nominal (27-N y 27-E).
- Selector de dos posiciones, manual-automático.
- Botón de prueba.
- Luces piloto y placas para indicar a qué fuente está conectada, ya sea al tablero A o al tablero B.
- Transformadores de corriente, que se emplean en casos especiales, cuando el tablero "P" se localiza en un local fuera de la subestación, vía 1.
- Selector de amperímetro, que se emplea en casos especiales, cuando el tablero "P" se localiza en un local fuera de la subestación vía 1.
- Selector de vóltmetro que se emplea en casos especiales, cuando el tablero "P" se localiza en un local fuera de la subestación vía 1.
- Amperímetro que se emplea en casos especiales, cuando el tablero "P" se localiza en un local fuera de la subestación vía 1
- Vóltmetro, que se emplea en casos especiales, cuando el tablero "P" se localiza en un local fuera de la subestación vía 1.
- Relevador trifásico de BT 27 kV conectado a la salida del equipo de transferencia para señal de alarma, por medio de cuatro contactos secos: 2 NA, 2 NC, por ausencia de tensión en ambas alimentaciones.

Todos los contactos deberán conectarse a tablillas terminales y estarán claramente marcados e identificados.

009.B.08 SERVICIO PREFERENCIAL

Se designa al sistema de distribución de energía eléctrica en baja tensión 220/127 V, que deberá permanecer siempre energizado para proporcionar energía eléctrica y satisfacer las siguientes necesidades prioritarias:

- Alumbrado en todas las áreas de una estación (tableros "M" y "N").
- Alimentación eléctrica para el tablero "U" destinado a la señalización, control, telecomunicaciones, etc., del sistema.
- Alimentación eléctrica al tablero "F", destinado para energizar y operar los motores de cárcamos de aguas pluviales y aguas negras que se localicen en estaciones y tramos.
- Alimentación eléctrica al tablero "Y", destinado a energizar y operar los motores de aparatos de cambios de vía.
- Alimentación eléctrica al tablero "J", destinado a energizar el grupo rectificador y banco de baterías que constituyen el alumbrado de emergencia en 125 V, CD.

El servicio preferencial estará constituido por un tablero principal de distribución que se denominará tablero preferencial "P". Este tablero deberá diseñarse de tal manera que esté formado básicamente por un equipo de transferencia automática para recibir energía eléctrica de la subestación vía 1, a través del tablero de distribución general "A" y de la subestación vía 2, a través del tablero de distribución "B", debiéndose considerar la alimentación del tablero "A" como fuente de alimentación normal y la alimentación del tablero "B" como fuente de alimentación de emergencia.

009.B.09 ALIMENTADORES PRINCIPALES EN BAJA TENSION

Son todos aquéllos que parten de los tableros principales de distribución "A", "B" y "P" y llegan hasta los centros de carga o tableros secundarios, tales como los tableros "D", "W", "X" y "F", etcétera.

Los proyectistas deberán considerar los siguientes factores para el cálculo de los alimentadores:

a) Factor de demanda

- — Tableros de alumbrado 1.0
- — Escaleras mecánicas 1.0
- — Tableros de contactos 0.6
- — Tableros de fuerza en general (ventilación y bombeo) 0.8

b) Factor de diversidad

- — Cargas de alumbrado y contactos 1.5
- — Fuerza en general 1.2

c) Factor de potencia

Siempre que el caso lo requiera, el poyectista considerará al determinar el alimentador, la corrección correspondiente por factor de potencia.

d) En la carga eléctrica deberá preverse una reserva del 25 por ciento en los alimentadores y tableros de alumbrado y contactos.

En canalizaciones se seguirán los siguientes criterios.

- — En la unión entre bajo andenes se dejará siempre el 100 por ciento de vías o canalizaciones de reserva.
- — En áreas de taquillas y torniquetes se dejará también el 100 por ciento de vías de reserva.

f) Corriente de régimen

El cálculo de la corriente de régimen se determinará de la siguiente manera:

- — Para tableros de alumbrado y contactos se definirá de acuerdo a la carga conectada y al factor de reserva.
- — Para grupos de motores con alimentador común, el cálculo considerará la corriente del motor mayor, más el proyecto del factor de demanda por la suma de la corriente de los demás motores.

h) Caídas de tensión

Los alimentadores tendrán una caída de tensión tal, que sumada a la del circuito ramal, no exceda del 3 por ciento para alumbrado y 4 por ciento para contactos y fuerza.

Lo anterior se entiende desde la última lámpara o salida hasta el tablero principal de distribución.

i) Hilo neutro

- — Cada alimentador llevará un hilo neutro independiente.
- — En caso de requerirse varias tuberías para llevar alimentación a un mismo tablero, el hilo neutro se dividirá proporcionalmente en cada una de ellas.
- — Para tableros de alumbrado y contactos, el hilo neutro tendrá una sección igual a cada fase.
- — Los alimentadores de fuerza no llevarán hilo neutro, a menos que se requiera para el control de los equipos a operar.

j) Selección del hilo de tierra

Se entiende por hilo de tierra al que se destina para la puesta a tierra de un equipo, tierra física TF, y no deberá confundirse con el hilo neutro.

k) Tipo de conductores

El tipo de conductores, en cuanto a su aislamiento, invariablemente deberá ser tipo THW, DRF, deslizante y resistente al fuego.

El proyectista deberá poner especial cuidado en seguir las recomendaciones de los fabricantes, en lo que se refiere a las tablas de capacidades para los diferentes tipos de aislamiento, tipo de canalización, factores de agrupamiento, número de conductores dentro de una canalización, etcétera.

l) Tipo de canalizaciones

En áreas interiores:

- — En la unión entre bajo andenes deberán ser ductos de asbesto-cemento o utilizando galerías con charolas para cables.
- — Tubería conduit galvanizada de pared gruesa, utilizando el diámetro de 19 mm (3/4") como mínimo.
- — Ductos metálicos embisagrados.
- — Charolas.

En áreas exteriores y donde exista humedad excesiva, sólo se utilizarán ductos de asbesto-cemento.

009.B.10 ALUMBRADO

009.B.10.a Definición de alumbrado

El alumbrado artificial de una estación del Metro, deberá proyectarse utilizando variaciones en los niveles de iluminación en las diferentes áreas que constituyen una estación, de tal manera que los usuarios se adapten gradualmente al cambio que representa pasar de la luz del día al interior de una estación del Metro, o salir de un carro del Metro profusamente iluminado con 300 a 350 luxes, hacia el andén de una estación.

De acuerdo a las consideraciones anteriores y a las recomendaciones de la Sociedad Mexicana de Ingeniería de Iluminación (SMII) y de la Illuminating Engineering Society (IES), los niveles de iluminación de las diferentes áreas y en las cuales deberán

basarse los proyectos para efectuar los cálculos correspondientes serán los siguientes:

— Andenes	300 luxes
— Vestíbulos	300 luxes
— Subestaciones	300 luxes
— Local técnico	300 luxes
— Sanitarios	200 luxes
— Cuarto de máquinas	300 luxes
— Jefe de estación	300 luxes
— Primeros auxilios	300 luxes
— Cuartos de tableros	300 luxes
— Taquillas	500 luxes
— Pasarelas	300 luxes
— Accesos	300 luxes
— Area de torniquetes	500 luxes

009.B.01.a.01 Andenes. Los andenes en estaciones subterráneas, con tipo de losas de techo a base de tabletas prefabricadas deberán tener un nivel de iluminación de 300 luxes, a base de unidades de iluminación fluorescentes de 74 W colocadas en el techo del andén en los huecos de las tabletas, a cada 2.50 m, perpendiculares a las vías.

Los andenes en estaciones profundas, con losas de techo tipo bóveda deberán tener un nivel de iluminación de 300 luxes, con unidades de iluminación fluorescente de 74 W, colocadas continua y longitudinalmente sobre los andenes, paralelamente a las vías.

Los andenes en estaciones superficiales y elevadas deberán tener un nivel de iluminación de 300 luxes, con unidades de iluminación fluorescente de 74 W, colocadas en forma continua y longitudinalmente sobre los andenes y paralelamente a las vías.

Para las restantes áreas de una estación y de acuerdo a los niveles de iluminación establecidos, así como a las diferentes dimensiones de cada área, se podrán utilizar unidades de iluminación fluorescente de 74 W y/o 38 W, tipo empotrar o sobreponer.

— Consideraciones especiales

Generalmente en las estaciones profundas, o en los lugares donde existen dobles y triples alturas de nivel de piso a techo, se podrán emplear luminarias del tipo aditivos metálicos y de vapor de sodio a alta presión, de 150 W, y 250 W, conectadas en circuitos de dos polos, 220 V, 60 Hz, restringiendo su altura de montaje a 4.50 m sobre nivel de piso terminado.

009.B.10.b. Distribución de circuitos de alumbrado

La distribución de circuitos de alumbrado en todas las áreas deberá proyectarse empleando el sistema trifásico balanceado, es decir tres fases, cuatro hilos, 220 y 127 V, 60 hertz.

La carga máxima por circuito monofásico podrá ser hasta de 2000 watts.

Los interruptores termomagnéticos de un polo para protección de cada circuito monofásico, irán de acuerdo a la siguiente referencia:

— Circuitos hasta de 1500 W	1 polo, 15 A
— Mayores de 1 500 W hasta 2 000 W	1 polo, 20 A

Los tableros o centros de carga empleados para alumbrado deberán proyectarse empleando la siguiente nomenclatura:

— Tablero D	Alumbrado normal, andenes.
— Tableros D1, D2, etc.	Alumbrado normal, accesos, vestíbulos, mezzanines de estación lado vía 1.
— Tablero "W"	Alumbrado normal andenes.
— Tableros W1, W2, etc.	Alumbrado normal, accesos, vestíbulos, mezzanines de estación lado vía 2.
— Tableros M, M1, etc.	Alumbrado preferencial en andenes, vestíbulos, accesos, etc., de estación lado vía 1.
— Tableros, N, N1, etc.	Alumbrado preferencial en andenes, vestíbulos accesos, etc., de estación lado vía 2.

Los circuitos D1, D3, D5, D7, D9, D11, etc., se distribuirán a lo largo del andén lado vía 1, alternados con los circuitos W2, W4, W6, W7, W9, W11, etc., pertenecientes a la subestación vía 2 y los circuitos preferenciales M7, M9, M11, que serán intercalados a cada 15 m, aproximadamente.

Los circuitos W1, W3, W5, W8, W10, W12, se distribuirán a lo largo del andén lado vía 2, alternados con los circuitos D2, D4, D6, D8, D10, D12, pertenecientes a la subestación vía 1 y a los circuitos preferenciales N2, N4, N8, etc. que serán intercalados a cada 15 m, aproximadamente.

De esta manera, en condiciones de falla de cualquiera de las dos subestaciones de una estación, se deberá tener el 60 por ciento del alumbrado de los andenes funcionando con iluminación uniforme, de tal forma que no se tengan áreas oscuras o en penumbra considerable.

009.B.11 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Se especifica como alumbrado de emergencia para el Metro, al sistema de alumbrado que permanece funcionando en forma continua y que adicionalmente cuando los sistemas de alumbrado normal y preferencial fallen, este sistema deberá permanecer funcionando, utilizando su propia fuente de energía por espacio de 90 minutos con el 100 por ciento de su intensidad lumínica.

Para el Metro, se deberán proyectar simultáneamente dos alternativas de alumbrado de emergencia: una de ellas será utilizando fuentes autónomas de energía combinadas con el alumbrado fluorescente de 38 W, y la otra será proyectando sólo las canalizaciones eléctricas, especificando tuberías conduit invariablemente de 19 mm de diámetro mínimo, con salidas para conexiones en forma adyacente a las unidades de iluminación autónoma.

El proyecto de alumbrado de emergencia no requerirá de ningún valor específico en cuanto al nivel de iluminación y el proyecto de distribución de unidades deberá realizarse de acuerdo a la geometría propia de cada estación en particular, es decir, las unidades se deberán localizar en los andenes de la siguiente manera: a lo largo de ellos a cada 25 m, contados a partir de 7.5 m de las cabeceras de andén, en los nichos de emergencia y en la señalización de salidas hacia los vestíbulos. En los vestíbulos, mezzanines y accesos, se ubicarán a cada 25 m, de tal manera que con esta localización de las unidades se encauce a los usuarios del Metro hacia las salidas, para una rápida evacuación de la estación en los casos de emergencia por fallas de energía eléctrica, sismos, incendios, etcétera.

Para otros locales o áreas que forman parte de una estación, se deberán proyectar las unidades de emergencia y preparaciones de acuerdo a la tabla 009-2, distribuidas de tal forma que sirvan para guiar al personal hacia las salidas.

Tabla 009-2. Unidades de emergencia y preparaciones

Local	Número de unidades de emergencia (FAE)	Número de preparaciones
Subestación vía 1	2	2
Subestación vía 2	2	2
Local técnico	2	2
Jefe de Estación	1	1
Primeros auxilios	1	1
Taquilla principal	1	1
Taquilla secundaria	1	1
Local de tableros	1	1
Pasarelas	2	2
Local de tableros para cárcamos	1	1
Marimba sobre torniquetes, dependiendo de su tamaño	1 o 2	1 o 2

009.B.12 CONTACTOS

Los contactos que se proyecten en todas las áreas de una estación, estarán destinados para que se conecten a ellos equipos eléctricos portátiles, debiendo cumplir su aplicación con los requisitos enunciados en el capítulo 4, sección 401 de las Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas, en vigor.

009.B.12.a Contactos en 110 y 220 V, 60 Hz

En todas las áreas de estaciones, se proyectarán contactos monofásicos en 110 V, 60 Hz y contactos trifásicos en 220 V, 60 Hz, debiendo especificar en los planos respectivos el tipo de contactos y el tipo de instalación de acuerdo a los acabados de muros de la estación. En general, para los contactos se proyectará su montaje a una altura de 0.40 m, sobre el nivel de piso terminado la cual deberá quedar sobreentendida en los planos respectivos, sin ninguna anotación en cada contacto. Cuando se requiera proyectar contactos a un nivel distinto al anterior, se anotará en cada caso la altura propuesta.

Las canalizaciones eléctricas para los contactos monofásico de 110 V y trifásico de 220 V, se proyectarán independientes de las canalizaciones para alumbrado, excepto en el alumbrado y contactos bajo andenes y galerías, en donde se proyectará una canalización común para alumbrado y contactos.

Los contactos trifásicos deberán contar con un conductor adicional para la conexión a tierra de la caja de conexiones que aloja cada contacto, especificando en los planos respectivos su trayectoria, que será paralela a la alimentación, su conexión en ambos extremos, indicando que se deberá utilizar la abreviatura TF (tierra física), diferente del conductor neutro utilizado en el sistema.

El alambrado mínimo que deberá proyectarse para cualquier circuito de contactos será del calibre No. 10 AWG, y no se deberán proyectar contactos de piso.

Para la protección de los circuitos de contactos se deberá tener en cuenta que la carga total instalada por circuito monofásico no deberá exceder de 1500 watts.

La carga total instalada por circuito trifásico no deberá exceder de 6000 watts.

Cada uno de los circuitos monofásicos deberá protegerse en el tablero de distribución correspondiente, con un interruptor termomagnético de 20 A, aun cuando la carga teórica proyectada sea menor de 1500 watts.

Cada uno de los circuitos trifásicos deberá protegerse en el tablero de distribución correspondiente, con un interruptor termomagnético trifásico de 30 A, aun cuando la carga teórica proyectada sea menor de 6000 watts.

009.B.12.b Distribución de contactos

— Contactos monofásicos en 110 V, 60 Hz

La distribución de contactos monofásicos en 100 V, 60 Hz, y de otro tipo similar, se deberá proyectar de la siguiente manera:

Andenes, vestíbulos y mezzanine, con mamparas y canal de señalización. Los contactos estarán distribuidos a cada 20 m, proyectando su colocación atrás del canal de señalización; se utilizarán contactos monofásicos sencillos redondos de 10 A, 127 V, alojados en cajas condulets similares a las de tipo FS de la marca Crouse Hinds, con tapa a prueba de intemperie e instalación aparente.

Andenes, vestíbulos, mezzanine sin mamparas y sin canal de señalización. En éstas y en otras áreas abiertas donde exista circulación de usuarios, los contactos se colocarán a una altura de 2 m, sobre el nivel de piso terminado, utilizando el tipo de instalación oculta.

Ductos bajo andén. La distribución de contactos en los ductos bajo andén se hará a cada 20 m, utilizando contactos monofásicos sencillos de 10 A, 127 V, alojados en cajas condulets similares a los tipos FS de la marca Crouse Hinds, con tapa a prueba de intemperie, los que se colocarán sobre la losa de techo, con instalación aparente.

Locales de subestaciones, local técnico, Jefe de Estación, primeros auxilios, cuarto de tableros, cárcamos y cuartos de aseo. Se proyectará un contacto sencillo de 10 A, 127 V, en cada local o cuarto; la altura de montaje será de 0.4 m, sobre el nivel de piso terminado. La utilización del tipo de tapas y el tipo de instalación se especificará en los planos respectivos, debiendo incluir las siguientes notas:

a) Donde los muros sean de tabique y tengan acabados de pasta, la instalación eléctrica será oculta, los contactos se alojarán en cajas de conexiones rectangulares o cuadradas de lámina y las tapas serán de metal galvanizado.

b) Donde los muros sean de concreto, la instalación será aparente, los contactos se alojarán en cajas condulet, similares a los tipos FS de la marca Crouse Hinds y llevarán tapas de aluminio.

— Contactos trifásicos en 220 V, 60 Hz

La distribución de contactos trifásicos en 220 V, 60 Hz, y de otro tipo similar, se deberá proyectar de la siguiente manera:

a) Andenes. Los contactos estarán colocados uno en cada cabecera de andén, tanto en la vía 1 como en la vía 2. Su montaje se proyectará a una altura de 0.4 m sobre el nivel de piso terminado y la instalación deberá ser del tipo aparente.

Se proyectará un contacto trifásico al centro de cada andén, junto al gabinete denominado Gabinete de Emergencia; su montaje se proyectará atrás del canal de señalización cuando éste sea previsto y su instalación será aparente. Cuando no exista canal de señalización, su montaje se proyectará a una altura de 2 m sobre el nivel de piso terminado y su instalación deberá ser del tipo oculta.

Los contactos trifásicos descritos deberán especificarse de 20 A, 250 V, CA, con seguro de media vuelta y placas de acuerdo con las notas (a) y (b), mencionadas en la distribución de contactos monofásicos.

b) Vestíbulos, mezzanine, etc. En estas áreas se proyectará la distribución de contactos trifásicos en 220 V, 60 Hz, a cada 30 m, solamente cuando existan pisos de mármol en esas áreas. Su montaje se proyectará atrás del canal de señalización cuando éste exista, o a una altura de montaje de 2 m sobre el nivel de piso terminado, cuando no se tenga canal de señalización.

Se especificará utilizar el mismo tipo de contactos, placas e instalación empleado en andenes y de acuerdo a las notas (a) y (b), descritas para los contactos monofásicos.

009.B.13 ALIMENTACION ELECTRICA PARA SERVICIOS

Será la necesaria para servicios tales como la alimentación a los motores de los equipos de bombeo, ventilación y escaleras mecánicas. Por lo tanto, al proyectar las alimentaciones eléctricas correspondientes, se deberá cumplir con los requisitos enunciados en la sección 403 de las Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas (NTIE), Subsecciones A a la J, mostradas en la fig 403.1 de dichas normas.

009.B.13.a Equipos de bombeo

Se deberá prever que en una estación pueden existir varios tipos de cárcamos de bombeo con las siguientes denominaciones: cárcamos en cabeceras de estación, cárcamos en pasarelas y cárcamos de aguas negras en sanitarios.

En cada cárcamo se tendrán dos equipos de bombeo cuya operación sea del tipo alternada y simultánea; una vez conocidas en cada caso las características y especificaciones, tanto eléctricas como mecánicas de cada equipo, se especificará y proyectará su alimentación eléctrica correspondiente, considerando los siguientes factores adicionales a los requisitos de la Sección 403 de las NTIE mencionadas:

— La alimentación eléctrica será a partir del tablero secundario de servicio preferencial, denominado tablero "F".

— Invariablemente los motores a alimentar serán trifásicos, conectados al sistema 220 V, tres fases, 3 hilos, 60 Hz, con un conductor adicional para su conexión a tierra.

— Se deberá indicar en las canalizaciones eléctricas correspondientes, los calibres y cantidad de conductores que se alojan en ellas, indicando asimismo, los diámetros de las tuberías empleadas.

— Para el alambrado correspondiente, deberá especificarse la utilización de conductores con aislamiento termoplástico para 600 V, antiflama, de los calibres adecuados.

— Especificar que no se deberán proyectar conductores de alimentación y control juntos en una misma tubería.

009.B.13.b Equipos de ventilación

En una estación determinada, pueden existir dos tipos de ventilación denominados ventilación menor y ventilación mayor.

La ventilación menor estará referida a la extracción e inyección de aire. La extracción de aire se utilizará en los locales de subestaciones, jefes de estación, permanencias, taquillas, etc. Por otra parte la inyección de aire se utilizará sólo en el local técnico.

Las consideraciones adicionales a los requisitos de la sección 403 de las NTIE, para la alimentación eléctrica de los motores eléctricos de la ventilación menor serán las siguientes:

— La alimentación eléctrica será a partir de los tableros secundarios "C" y "X", de acuerdo a su localización (vía 1 y vía 2, respectivamente).

— Los motores para la extracción de aire en locales de jefes de estación, subestaciones vía 1 y vía 2, así como los motores para la inyección de aire en el local técnico, serán invariablemente trifásicos, conectados al sistema de tres fases, cuatro hilos, 220/127 V, 60 Hz, con un conductor adicional para conexiones a tierra.

— Los motores para la extracción de aire en taquillas serán invariablemente monofásicos, conectados al sistema monofásico 127 V, 60 Hz.

— Se deberá especificar que para el alambrado de estas alimentaciones, se utilicen conductores con aislamiento termoplástico para 600 V, antillama o antiflama, de los calibres adecuados.

— Cuando se requiere en una estación la ventilación mayor mecánica, generalmente estará provista de motores trifásicos de 60 hp o mayores; por lo tanto, al especificar su alimentación eléctrica, se deberán considerar los siguientes factores, adicionales a los requisitos enunciados en la sección 403 y subsecciones A a la J de las NTIE.

— La alimentación eléctrica en 220 V será a partir de los tableros principales "A" o "B", sistemas tres fases, tres hilos, con un conductor adicional para conexión TF, del calibre adecuado.

— Invariablemente los motores a alimentar serán trifásicos, de inducción jaula de ardilla, 220/440 V, 60 Hz, arranque por devanado bipartido.

— Se deberá especificar que para el alambrado de la alimentación eléctrica, se utilicen conductores con aislamiento termoplástico para 600 V, tipo deslizante y resistente al fuego DRF, de calibres adecuados.

— Se deberá especificar que el hilo adicional para la conexión TF sea con aislamiento termoplástico para 600 V tipo TW, de calibre adecuado.

— Especificar que no deberán proyectarse conductores de alimentación y control juntos en una misma tubería conduit.

El criterio de implantación de la ventilación menor y de la ventilación mayor mecánica en estaciones, se describe en el capítulo 2.02.01.006 Sistemas de Aire, de estas Especificaciones.

009.B.13.c Escaleras mecánicas

Son utilizadas en estaciones de acuerdo a los requerimientos enunciados en 005.D.02 Circulaciones verticales, es decir, en estaciones con desniveles mayores de 6.50 m y en estaciones de correspondencia y terminales.

Su alimentación eléctrica deberá cumplir con los requisitos enunciados en la sección 403 de las NTIE, subsecciones A,B,C,E,H,J, exceptuando las subsecciones C "Protección contra sobrecarga", F "Circuitos de control" y G "Controladores", que forman parte del suministro del fabricante de las escaleras mecánicas.

Los requisitos adicionales a las NTIE para la alimentación eléctrica a las escaleras mecánicas, serán los siguientes:

— Cuando existen dos escaleras mecánicas para el movimiento de usuarios en un mismo nivel, se deberán alimentar de la siguiente forma: una de la subestación vía 1, tablero "A" y la otra de la subestación vía 2, tablero "B" en el sistema trifásico 220/127 V, 60 Hz, tres fases, cuatro hilos, más un hilo de conexión a TF.

— Especificar la utilización de conductores con aislamiento termoplástico para 600 V, del tipo DRF, de calibres adecuados.

— Especificar que el conductor de conexión a TF sea con aislamiento termoplástico para 600 V, tipo TW, de calibre adecuado.

— Especificar que no deberán proyectarse conductores de alimentación y control juntos, en una misma tubería conduit.

009.C TRAMOS

009.C.01 INTRODUCCION

Para los efectos de distribución eléctrica en BT y con objeto de reducir los conceptos de caídas de voltaje en los circuitos derivados correspondientes, se deberá considerar en los proyectos respectivos que la mitad del total de la distancia de un tramo entre estaciones, esté alimentado eléctricamente en BT desde la subestación de la estación más próxima; es decir, desde las subestaciones de una estación, se alimentarán eléctricamente en BT los medios tramos adyacentes a la misma.

009.C.02 ALUMBRADO

El alumbrado en los tramos subterráneos, superficiales y elevados del Metro, deberá proyectarse de acuerdo a las siguientes consideraciones:

— No se requiere un nivel de iluminación específico ni uniforme.

— Se utilizará para romper la obscuridad, señalar las zonas de andadores y para trabajos de mantenimiento.

— En las zonas donde se localicen aparatos de cambio de vía y en zonas de transición de túnel a superficie se reforzará el nivel de iluminación, colocando luminarias adicionales.

— Las luminarias que se seleccionen para tramo elevado y superficial deberán ser del tipo fluorescente a prueba de intemperie; el tipo de luminarias que se seleccione para tramo subterráneo deberá ser fluorescente para servicio interior, diseñadas y colocadas de tal manera que no obstruyan la visual de los operadores de los trenes del Metro.

— En las zonas de transición de tramos subterráneos a superficiales, se deberá proyectar el alumbrado considerando las recomendaciones del IES Lighting Handbook, Sección 20, para lograr la adaptación del operador del tren a un cambio brusco del nivel de iluminación en ambos sentidos, durante el día y durante la noche.

— En el proyecto respectivo se deberá recomendar la implantación de luminarias en los tramos con un arreglo alternativo al tres bolillo, con una separación entre luminarias de 30 m en cada lado.

— En el lugar donde se localice un ruptor de emergencia se implantará una unidad de iluminación con un tubo fluorescente de color azul.

— En el lugar en donde se localice el gabinete de emergencia de sistema de protección contra incendio, deberá proyectarse una luminaria con fuente autónoma de emergencia (FAE).

009.C.02.a Distribución de circuitos de alumbrado

La distribución de circuitos de alumbrado en los tramos, deberá proyectarse empleando el sistema trifásico balanceado, de tres fases, cuatro hilos, 220/127 V, 60 hertz.

La carga máxima por circuito monfásico podrá ser hasta de 1500 W. Los interruptores termomagnéticos que se utilicen para la protección de cada circuito monofásico serán de 1 × 15 A, aun cuando la carga teórica proyectada sea menor de 1500 watts.

Los tableros o centros de carga destinados para el alumbrado en tramos, deberán proyectarse empleando la siguiente nomenclatura:

— Tablero "C", alumbrado en tramos, lado vía 1

— Tablero"X", alumbrado en tramos, lado vía 2

Las unidades de iluminación que se proyecten sobre los ruptores de emergencia, estarán conectadas a los circuitos preferenciales de los tableros "M" o "N", ya sea vía 1 o vía 2, respectivamente.

009.C.03 CONTACTOS

Los contactos que se proyecten para los tramos entre estaciones del Metro, estarán destinados para que se conecten a ellos equipos eléctricos portátiles, debiendo cumplir su aplicación con los requisitos enunciados en el capítulo 4, sección 401, de las NTIE, en vigor.

En los tramos entre estaciones se implantarán contactos monofásicos de 127 V y trifásicos de 220 V, localizados a cada 60 m, medidos a partir de las cabeceras de cada estación.

Los contactos trifásicos y monofásicos se localizarán en el muro, ya sea de vía 1 o de vía 2, tomando en cuenta la caída de tensión y evitando en lo posible, cruzar las vías en estación (enlace entre andenes).

Los contactos monofásicos y trifásicos localizados en un punto determinado en los proyectos respectivos, deberán ubicarse a una distancia entre sí de 0.5 m y a una altura de 1 m, referida al hongo del riel.

Con objeto de uniformar la utilización de los contactos monofásicos y trifásicos y simplificar el mantenimiento respectivo, se deberá especificar el empleo de los contactos de acuerdo a la siguiente descripción.

— Contacto monofásico sencillo, con seguro de media vuelta, de 20 A, 127 V, CA, alojado en caja de aluminio fundido, libre de cobre y tapa a prueba de intemperie.

— Contactos trifásicos, con seguro de media vuelta, de 50 A, 250 V, CA, alojado en caja de aluminio fundido, libre de cobre y tapa a prueba de intemperie.

009.C.03.a Distribución de circuitos para contactos

La distribución de circuitos para los contactos monofásicos y trifásicos en los tramos, deberá proyectarse de la siguiente manera:

La carga total instalada por circuito para contactos monofásicos no deberá exceder de 1500 watts.

Cada uno de los circuitos monofásicos deberá protegerse en el tablero de distribución o centro de carga "C" o "X", según vía 1

o vía 2, respectivamente, con un interruptor termomagnético de un polo, 15 A, aun cuando la carga teórica proyectada sea menor de 1500 watts.

En la distribución de contactos trifásicos en un medio tramo, generalmente se tienen 10 contactos o menos; sin embargo, para los cálculos correspondientes se estimará que sólo se utilizará un contacto, con una carga máxima de 10 kW, por lo que se tendrá un circuito trifásico para todos los contactos trifásicos de un medio tramo, protegido desde el tablero "C" y "X", con un interruptor termomagnético de 3 polos, 50 amperes.

En la alimentación eléctrica de los contactos trifásicos se deberá proyectar un conductor adicional para la conexión a tierra de la caja de conexiones que aloja cada contacto, especificando en los planos respectivos su conexión al cable del sistema de tierra, que corre sobre los soportes para cables.

Los contactos monofásicos se instalarán en los nichos de PR, cárcamos de bombeo, caseta de visitador, fosa de visita, subestaciones y galerías de ventilación.

009.C.04 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

El alumbrado de emergencia que se proyecte para los tramos subterráneos entre estaciones del Metro, deberá estar constituido por unidades de iluminación fluorescente equipadas con FAE.

La distribución de las unidades de alumbrado de emergencia se deberá efectuar a cada 60 m, en arreglo al tres bolillo, proyectando unidades de emergencia adicionales, una en cada uno de los siguientes casos:

— Nichos contra incendio.

— Nichos de SIT.

— Nichos de tracción.

— Cárcamos de bombeo.

En los nichos del SIT, tracción y bombeo las FAE se proyectarán en luminarias de servicio preferencial y en los nichos contra incendio, y en un tramo se proyectarán en luminarias en servicio normal.

Las unidades de emergencia en su operación normal, estarán conectadas a los circuitos de alumbrado de los tableros "C" y "X", vía 1 y vía 2, respectivamente.

009.C.05 ALIMENTACION ELECTRICA EN CORRIENTE ALTERNA A DIVERSOS EQUIPOS

009.C.05.a Aparatos de vía (cofres de socorro)

Esta alimentación eléctrica se proyectará para energizar los motores de aparatos de cambios de vía, según sea el caso; una alimentación se proyectará para uno o más motores de acuerdo con las necesidades del proyecto básico del área de señalización.

La alimentación correspondiente, en el sistema de tres fases, cuatro hilos, 220 y 127 V, más cable de tierra física, el cual se conectará al cable de tierra que corre en la charola de BT, será desde el tablero denominado "Y", la cual deberá cumplir con los requisitos enunciados en la sección 403 y subsecciones correspondientes de las NTIE, en vigor, exceptuando las subsecciones referidas a los controladores y protecciones por sobrecarga, los que serán objeto del alcance de otras subsecciones, en virtud de que estos equipos son alimentados y controlados en su operación normal, desde el armario de señalización denominado AS.

La especificación de esta alimentación eléctrica se limita a lo siguiente:

— Proteger desde el tablero "Y" la alimentación eléctrica, empleando interruptores termomagnéticos trifásicos de la capacidad adecuada.

— Utilizar conductores con aislamiento termoplástico para 600 V, tipo DRF, de calibre adecuado.

En los lugares correspondientes y en los cuales se localicen las cajas de mando para aparatos de vía, se entregará la alimentación eléctrica en 220 V, utilizando cajas de conexión especiales de aluminio, libre de cobre, del tipo a prueba de intemperie, para uso en áreas no peligrosas.

009.C.05.b Contactores del sistema de tracción

Los tipos de contactores e interruptores operados en corriente alterna que puedan existir en un tramo para el sistema de tracción, son los siguientes:

— SIT Contactor del seccionador de aislamiento telemando.

— CS Contactor de seccionamiento.

— CT Contactor terminal.

— IVE Interruptor de vías de enlace.

— IVS Interruptor de vías secundarias.

— IFV Interruptor de fosa de visita.

— IVG Interruptor de vías de garages.

— IVT Interruptor de vía de talleres.

El contactor del SIT, deberá alimentarse del tablero "Y" de la estación más cercana en el sistema, tres fases, tres hilos, 220 V, 60 Hz, 750 W, protegido por un interruptor termomagnético de 3 × 15 amperes.

La alimentación eléctrica para las bobinas y control de los contactos CS, CT y los interruptores IVE, IVS, IVG, IVT e IFV, se proyectará desde el tablero "Y" de la estación más cercana, teniendo una carga aproximada cada una de 760 W, conectadas al sistema tres fases, dos hilos, 220 V, 60 Hz, protegida cada alimentación con un interruptor termomagnético de 2 x 15 amperes.

009.C.05.c Equipos de bombeo

Cuando por necesidades del proyecto hidraúlico se requiera la localización de un cárcamo en un tramo determinado y en consecuencia la utilización de equipos de bombeo, la especificación del proyecto respectivo deberá contemplar todos los requisitos enunciados en 009.B.13, de este capítulo.

009.C.05.d Equipos de ventilación

De acuerdo a lo especificado en 006.A.04.c, de este capítulo y en el caso de las líneas subterráneas profundas, se requiere la instalación de equipos mecánicos de ventilación, con motores de 60 hp o mayores.

Considerando el tamaño de los motores y la energía eléctrica demandada, se deberá descartar la posibilidad de que estos motores sean alimentados en baja tensión (220 V, 60 Hz) desde las subestaciones de la estación más cercana; por lo tanto, se deberá especificar el proyecto de subestaciones eléctricas unitarias de 23 kV, 220/127 V, 60 Hz conectadas a la red de distribución en 23 kV, que corre paralelamente a los muros del túnel del Metro en las vías 1 y 2, respectivamente.

Las subestaciones eléctricas unitarias para la alimentación a los equipos de ventilación en tramos, deberán cumplir con los requisitos aplicables enunciados en el capítulo 6, secciones 601, 602, 603, 604 y 605, de las NTIE en vigor.

009.D TALLERES

009.D.01 INTRODUCCION

Se requerirá un taller completo por cada tres líneas de Metro para el funcionamiento y mantenimiento de los trenes.

Se denomina taller del Metro, a un agrupamiento de edificios en los cuales se realizarán diferentes servicios. Estos edificios son: nave de depósito, nave de pequeña revisión, almacén general, nave de vehículos auxiliares, edificio de servicios generales, taller eléctrico, edificio de zapatas y frenos, edificio de ingeniería, puesto de maniobras, fosas de revisión en vías de prueba, taller de maquinado de durmientes, cisterna y cuarto de bombas, y nave de gran revisión.

Todos estos edificios deberán contar con instalaciones eléctricas adecuadas para la alimentación de alumbrado, contactos y fuerza.

La instalación eléctrica en general, el diseño y la fabricación de sus equipos, deberán estar de acuerdo con la última edición de las siguientes normas y reglamentos en vigor:

— NEMA: National Electric Manufacturers Association.

— CCONNIE: Comité Consultivo Nacional de Normalización de la Industria Eléctrica (o su equivalente).

— RIE: Reglamento de Instalaciones Eléctricas.

— NTIE: Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas.

009.D.02 REQUERIMIENTOS GENERALES

009.D.02.a Subestación eléctrica

Considerando la gran área que ocupará el taller, se podrán tener varias subestaciones de alumbrado y fuerza, estratégicamente ubicadas para evitar alimentadores en BT de una gran sección, resultantes de las considerables caídas de tensión a distancias largas.

Cada local de subestación eléctrica comprenderá básicamente los siguientes conceptos:

— Dos subestaciones compactas para servicio interior con dos circuitos de alimentación, un circuito de protección del transformador y sección del transformador y la sección de BT (interruptor principal), que dependerá de la concepción del taller. Si la subestación se encuentra alejada de la localización de los tableros principales en BT, sí se justifica, pero si dentro del mismo local de la subestación se localizan los tableros principales, entonces no se justifica.

Estas subestaciones estarán constituidas por cinco secciones soportadas convenientemente en estructuras metálicas, rígidas y autosoportadas.

La descripción de los equipos utilizados en cada subestación será la siguiente:

— Sección 1. Desconectador con carga. Un seccionador trifásico de operación manual en grupo para abrir con carga, con una luz neón por fase para indicar la presencia de tensión, y un desconectador trifásico de operación en grupo, para conexión a tierra.

— Sección 2. Seccionador con carga. Un seccionador en aire de operación manual en grupo, para abrir con carga, con luz neón por fase, para indicar la presencia de tensión y un desconectador trifásico, de operación en grupo para conexión a tierra.

— Sección 3. Protección del transformador. Un seccionador trifásico de operación manual en grupo con carga y fusible para protección de un transformador, equipado con dispositivo de protección contra operación monofásica (fusión de fusible). A la fusión de un fusible del desconectador deberá abrirse un desconectador trifásico de operación en grupo para conexión a tierra; además deberá contar con lámparas indicadoras de presencia de tensión.

— Sección 4. Transformador. Servicio interior, sumergido en silicón, enfriamiento AA, conexión delta-estrella, de capacidad adecuada.

— Sección 5. Baja tensión. Un interruptor termomagnético o electromagnético principal, de operación manual con mecanismo de energía almacenada. Esta sección también contendrá equipos de medición.

El proyecto de alimentación eléctrica en alta tensión de una subestación en talleres, podrá variar de acuerdo al tamaño de las áreas del propio taller, a la disponibilidad de la capacidad de energía eléctrica de la línea de Metro adyacente al taller y a la disponibilidad de energía eléctrica de la CLFC.

A continuación se describen tres casos diferentes que pueden presentarse en el proyecto de alimentación de la subestación eléctrica de un taller:

a) Alimentación eléctrica en alta tensión, 23 kV, con doble alimentador desde los tableros de distribución en 23 kV, de las dos últimas subestaciones de la estación terminal de la línea de Metro, adyacente al taller.

b) Alimentación eléctrica en alta tensión, 23 kV, desde una subestación de potencia de la CLFC, solicitando un alimentador exclusivo.

c) Alimentación eléctrica en alta tensión, 23 kV, con un alimentador conectado al tablero de distribución en 23 kV denominado Cabeceras de alimentación, subestaciones de alumbrado y fuerza y con otro alimentador de una acometida de la CLFC.

El caso (a) se ilustra en la fig 005-14. En este caso se emplea el criterio de bloqueos mecánicos similar al descrito en 009.A.01, de este capítulo.

El caso (b) se muestra en la fig 005-15. En este caso sólo se emplean bloqueos locales entre el seccionador trifásico, operación con carga, y el desconectador trifásico para la puesta a tierra.

En el caso (c) se describe en la fig 009-16. En este caso también sólo se emplean bloqueos locales, como en el caso (b).

009.D.02.b Redes de distribución en baja tensión

La distribución de energía eléctrica en BT para los talleres del Metro, se especifica como la combinación de diferentes dispositivos eléctricos que transmiten la energía eléctrica en los voltajes de 220/127 V, CA, 60 Hz, desde los devanados secundarios de los transformadores de 23 kV, 220/127 V, CA.

El criterio de alimentación en BT será el siguiente: De la subestación de alumbrado y fuerza 1 se alimenta a un tablero de distribución principal en baja tensión en servicio normal, denominado tablero "A"; de este tablero de distribución principal se ali-

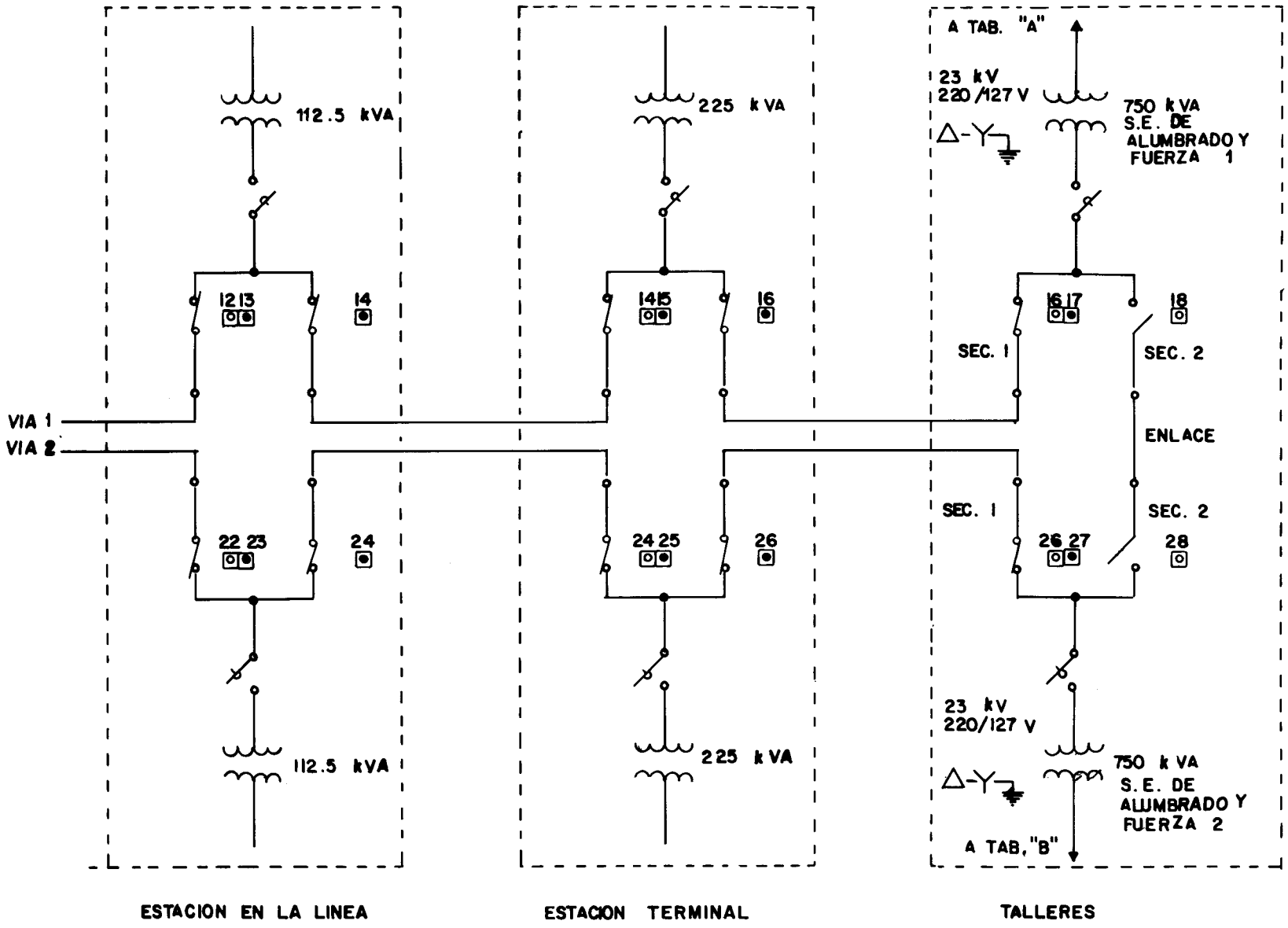


Fig 009-14 Alimentación eléctrica en alta tensión 23 kV a talleres. Caso (a)

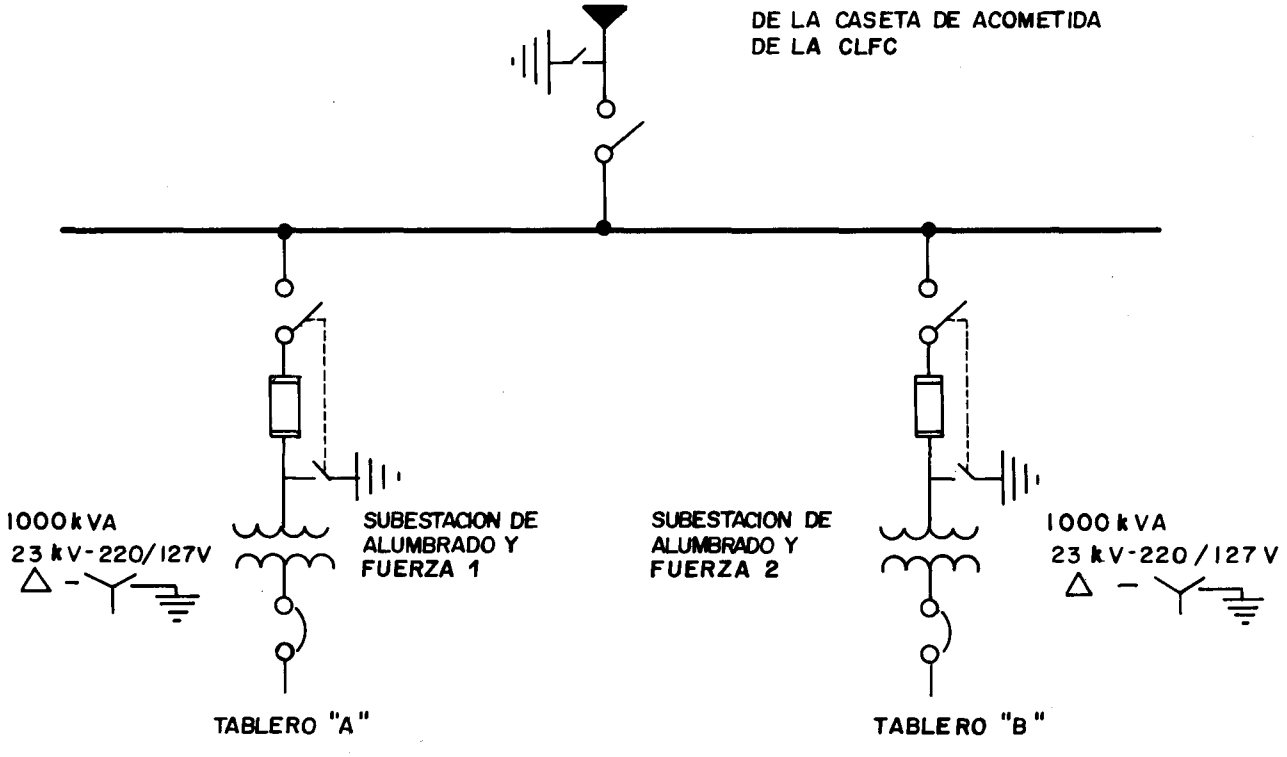


Fig 009-15 Alimentación eléctrica en alta tensión 23 kV a talleres. Caso (b)

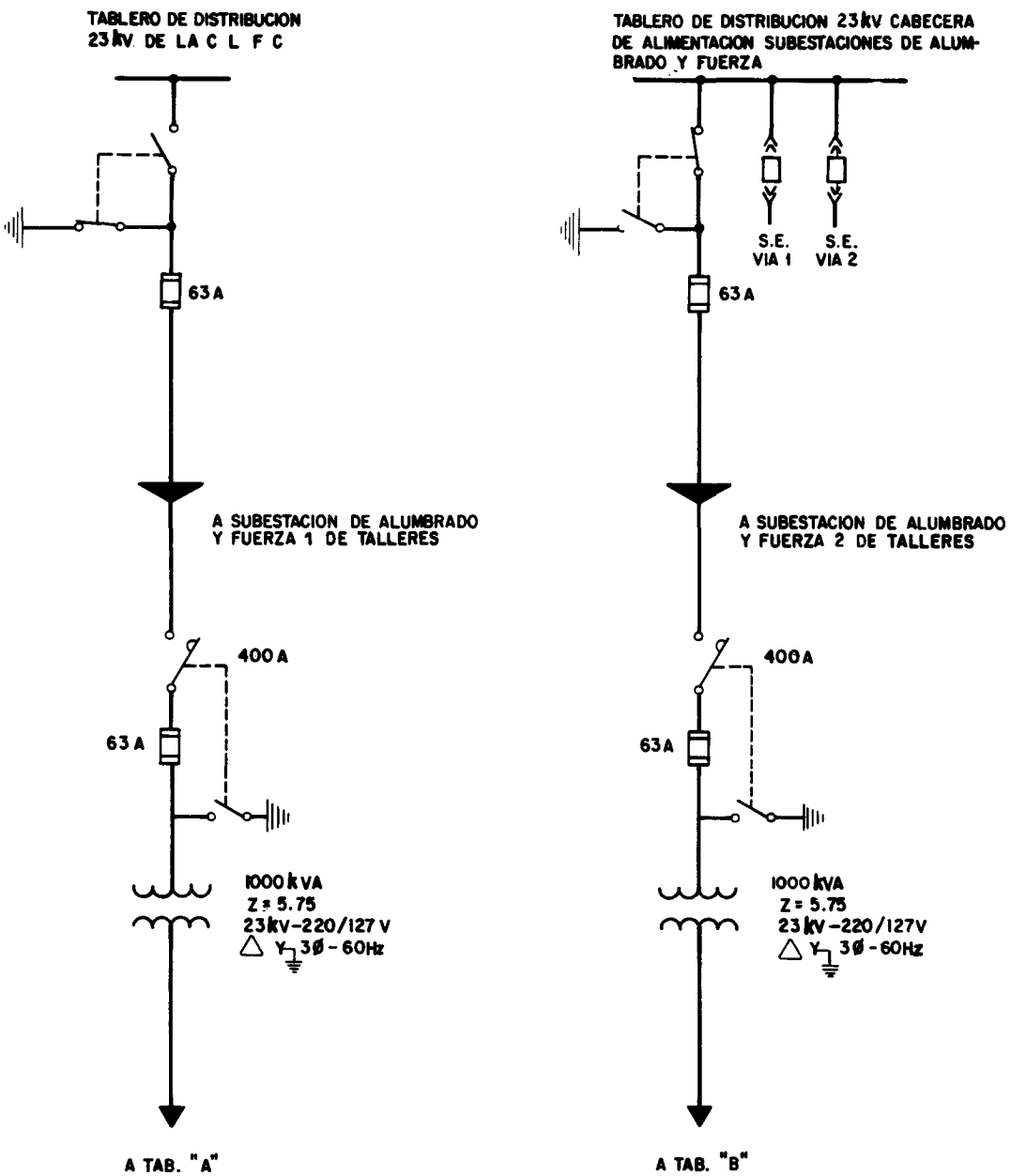


Fig 009-16 Alimentación eléctrica en alta tensión 23 kV a talleres. Caso (c)

mentarán los tableros de distribución secundaria en BT y de éstos, a los diferentes puntos para su utilización.

De la subestación de alumbrado y fuerza 2, se alimenta un tablero de distribución principal en BT en servicio normal, denominado tablero "B"; de este tablero de distribución principal se alimentarán los de distribución secundaria en BT y de éstos, a los diferentes puntos para su utilización.

De estos tableros "A" y "B" de distribución principal en BT, en servicio normal, se alimentará un tablero de distribución principal en BT, el cual se denominará tablero "P", en servicio preferencial. De este tablero se alimentarán los de distribución secundaria en BT, en servicio preferencial y de éstos, los diferentes puntos para su utilización (ver diagrama unifilar en la fig 009-17).

El tipo de conductor que se utilizará para la distribución de energía eléctrica en BT, deberá tener las siguientes características: aislamiento termoplástico para 600 V, CA, tipo DRF.

Los talleres deberán tener una red general de ductos subterráneos, que permita distribuir la energía eléctrica a todas las áreas que lo conforman, red que estará formada por bancos de ductos de asbesto-cemento, cuyo diámetro y cantidad variarán de acuerdo a las necesidades de cada área. En los bancos de ductos se tendrá en la parte baja una tubería adicional para el drenaje de los registros, con una inclinación dirigida hacia algún registro eléctrico que se ligue con la red de drenaje. La forma y cantidad de registros se determinará de acuerdo a las necesidades del proyecto.

En las diferentes áreas de los talleres también se proyectarán las canalizaciones de cables en charolas, ductos cuadrados y tuberías de fierro galvanizado. Las dimensiones y tipos de canalizaciones dependerán de las necesidades de cada área.

009.D.02.c Alumbrado exterior

El alumbrado exterior del taller será esencialmente a base de luminarias con lámparas de vapor de sodio de alta presión, y postes metálicos para su fijación.

La capacidad y cantidad de luminarias así como la cantidad y altura de los postes dependerá de las zonas a iluminar.

El control para el alumbrado exterior será por medio de una combinación de interruptor termomagnético y contactor controlado por una fotocelda así como un selector de tres posiciones manual-fuera-automático; la combinación interruptor-contactor y fotocelda estará localizada en el mismo edificio donde se encuentre el equipo de control y protección. Además de la fotocelda se tendrá un selector manual-fuera-automático, localizado en las casetas de vigilancia.

Cuando el equipo de protección y control se encuentre en el mismo local que los tableros de distribución secundaria o centros de carga, se podrá eliminar el interruptor termomagnético.

Los tableros de distribución secundaria o centros de carga se alimentarán desde un tablero de distribución principal en BT, localizado en el local de la subestación o cuarto de tableros de los talleres.

El cálculo del calibre de los conductores de alimentación deberá cumplir con los requerimientos enunciados en el capítulo 2, sección 202 y 203, de las NTIE en vigor.

009.D.03 NAVE DE DEPOSITO

Los servicios fundamentales que prestará esta nave son el estacionamiento de trenes del Metro al final de cada jornada de trabajo y el de limpieza a estas unidades. Para poder efectuar los servicios y la inspección de los trenes será necesario proyectar un alumbrado adecuado.

009.D.03.a Alumbrado

Para tener un nivel de iluminación adecuado para este trabajo, se considerará un nivel de iluminación de 100 luxes.

Para el alumbrado en los andenes o pasillos se considerará usar una luminaria con curva asimétrica para poder tener un mayor espaciamiento entre ellas y una altura de montaje al nivel superior de las ventanas del tren, para que ilumine su interior.

La luminaria que se empleará será de lámpara de 100 W de vapor de sodio de alta presión, con refractor prismático asimétrico para 220 V, CA, 60 Hz, del tipo autobalastrado.

El cálculo de luminarias se realizará por el método de cavidad zonal y se comprobará por el método de punto por punto.

Las luminarias estarán sujetadas firmemente a sus medios de soporte y deberán ser de un herraje adecuado que permita libre acceso para facilitar su mantenimiento.

La distribución de luminarias será al centro de los andenes o pasillos, a una altura no mayor de 3.3 m, sobre nivel de piso terminado (SNPT), y su distribución a lo largo del andén será a cada 7 metros.

Para las distribución de centros de carga en la nave, se dividirá en tres zonas, en cuyos centros, para evitar caídas de tensión grandes, se localizará un tablero de distribución para control y protección de los circuitos de alumbrado en servicio normal. Estos circuitos estarán distribuidos alternadamente, para que en caso de que ocurra alguna falla en una fase, no afecte a toda una zona.

El sistema de alumbrado será controlado automáticamente por un contactor para alumbrado, controlado por una fotocelda y un selector manual-fuera-automático. Para tableros de distribución secundaria o centros de carga, el control automático dependerá del diseño arquitectónico de la nave; es decir, si de día se tiene la suficiente luz natural para que se realicen los trabajos requeridos, no será controlado automáticamente.

La alimentación a los tableros de distribución, será de 220 V, CA, tres fases, cuatro hilos, 60 Hz, en servicio normal, desde un tablero principal de distribución en BT que se localizará en el local de subestaciones o cuarto de tableros, dependiendo del caso.

El cálculo del calibre de los conductores de alimentación deberá cumplir con los requerimientos enunciados en el capítulo 2, secciones 202 y 203, de las NTIE en vigor.

009.D.03.b Contactos

Los contactos que se proyectarán para la nave de depósito serán monofásicos de 15 A, 127 V, CA, 60 Hz, y contactos trifásicos de 30 A, 220 V, CA, 60 hertz.

La instalación de estos contactos será a cada 30 m, y serán instalados en cajas tipo FS, sobre las columnas. Esta separación entre contactos se determina por la longitud de la extensión de los aparatos a conectarse en los contactos, que será de aproximadamente 15 metros.

Estos contactos se controlarán directamente de un tablero de distribución secundaria, localizado dentro de la nave, el cual se alimentará a 220 V, CA, tres fases, cuatro hilos, 60 Hz, desde un tablero principal de distribución en BT, ubicado en el local de subestaciones o cuarto de tableros, según sea el caso, dentro del área de talleres.

El cálculo del calibre de los conductores de alimentación deberá cumplir con los requerimientos enunciados en el capítulo 2, secciones 202 y 203 de las NTIE en vigor.

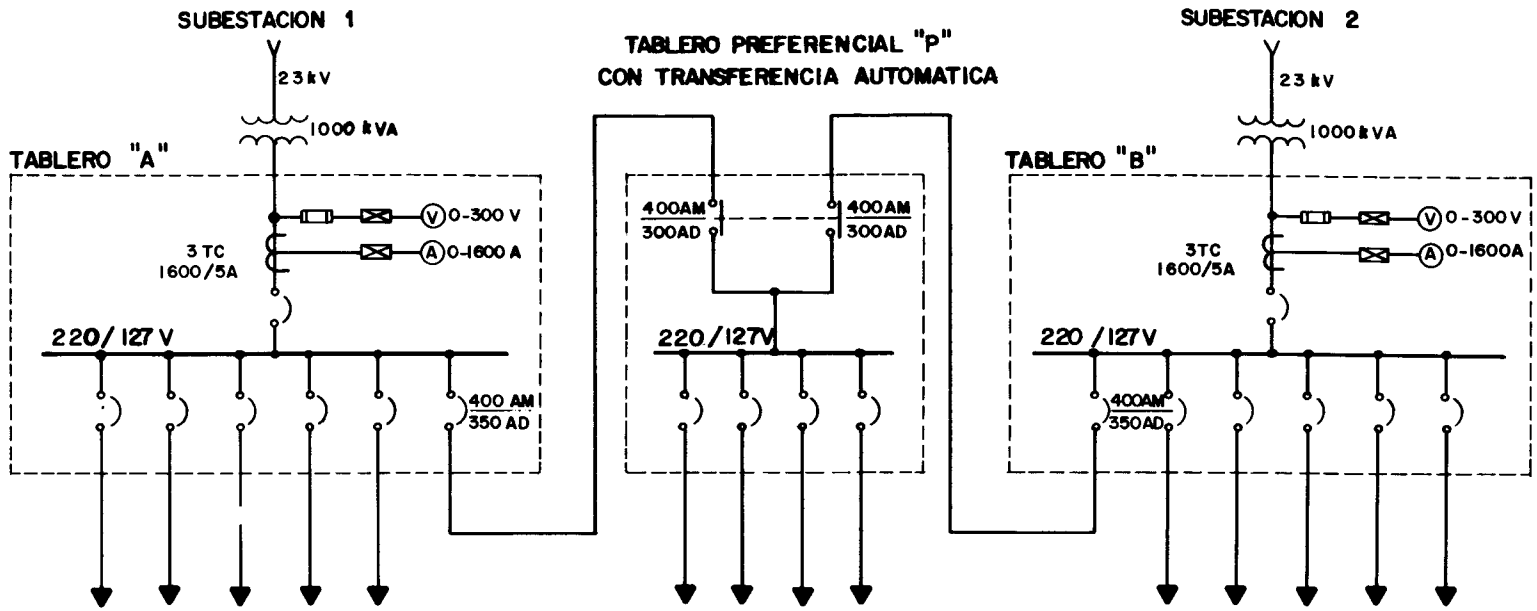


Fig 009 - 17 Talleres. Sistema de distribución en baja tensión 220/127 V.
Diagrama unifilar general

009.D.04 NAVE DE PEQUEÑA REVISION

Los talleres contarán con una nave de pequeña revisión, en la que se efectuará la revisión, mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo menor, lavado exterior del material rodante, y sopleteado de motores y resistencias del material rodante.

Para poder efectuar la revisión, el mantenimiento menor, el sopleteado y lavado del material rodante, la nave contará con las siguientes áreas de trabajo: vías de lavado, fosas de sopleteado y un área destinada a oficinas y locales técnicos.

009.D.04.a Alumbrado de la nave

El alumbrado de la nave será para circulación del personal fuera de las fosas, para lo cual se deberá proyectar un sistema de alumbrado con un nivel de iluminación de 250 luxes, utilizando unidades de vapor de sodio de alta presión.

Se utilizará una luminaria de vapor de sodio a alta presión, con lámpara de 250 W, 220 V, CA, 60 Hz, autobalastrada.

Las luminarias estarán sujetadas firmemente a sus medios de soporte y deberán ser de un herraje adecuado que permita el libre acceso para facilitar su mantenimiento.

La distribución de las luminarias se realizará al centro de los andenes o pasillos y al centro de cada entreeje, considerando una altura de montaje de 5 m SNPT, a la parte baja de la luminaria.

Para la distribución de circuitos y con el fin de poder dar más amplitud al sistema de alumbrado, se considerarán tres circuitos alimentadores de los tableros principales de distribución, que serán subestación 1, subestación 2 y preferencial. En este caso el alumbrado preferencial servirá de vigilancia y se considerará un 30 por ciento del alumbrado de la nave.

El alumbrado en el túnel de sopleteado será con luminarias de vapor de sodio, alta presión, con lámpara de 150 W, 220 V, CA, 60 Hz, con refractor prismático. La distribución de luminarias se realizará a todo lo largo del túnel en posición alternada. El cálculo de las luminarias se realizará por el método de cavidad zonal y se comprobará por el método de punto por punto. El cálculo del calibre de los conductores de alimentación deberá cumplir con los requerimientos enunciados en el capítulo 2, secciones 202 y 203 de las NTIE, en vigor,

El control de las luminarias alimentadas desde los tableros de distribución de servicio normal, será por medio de un contactor y dos estaciones de botones apagar-encender para cada tablero; el control para luminarias conectadas al tablero con servicio preferencial será manual, desde los interruptores termomagnéticos del tablero preferencial.

La distribución de los centros de carga en este caso, se concentrará en tres tableros de distribución, dos de ellos con servicio normal y uno con servicio preferencial; estos tableros se alimentarán de los tableros de distribución secundaria, los cuales se alimentarán de los tableros de distribución principal en BT. En los de servicio normal, uno se alimentará de la subestación 1 y el otro de la subestación 2.

El cálculo del calibre de los conductores de alimentación deberá cumplir con los requerimientos enunciados en el capítulo 2, secciones 202 y 203 de las NTIE, en vigor.

El alumbrado en oficinas y locales técnicos, dadas las características y necesidades de los locales por iluminar se efectuará utilizando luminarias fluorescentes.

Para las oficinas y en aquellas áreas en donde se tenga falso plafón, se proyectarán luminarias fluorescentes con difusor, 127 V, CA, 60 Hz; para los locales técnicos se proyectarán luminarias fluorescentes del tipo FR o FRA, 127 V, CA, 60 hertz.

El control de estas luminarias será por medio de apagadores sencillos de 10 A, 127 V, CA, que se localizarán en la entrada a las diferentes áreas de trabajo. El cálculo de luminarias se realizará por el método de Lúmen, por índice de cuarto.

Se emplearán dos tableros de distribución secundaria, uno para alumbrado y otro para contactos, localizados en la nave de pequeña revisión; dichos tableros se alimentarán de los tableros de distribución principal.

El cálculo del calibre de los conductores de alimentación deberá cumplir con los requerimientos enunciados en el capítulo 2, secciones 202 y 203 de las NTIE, en vigor.

009.D.04.b Alumbrado en fosas en revisión

La mayoría de los trabajos de mantenimiento y limpieza del material rodante que se realizarán en esta nave de pequeña revisión, se llevará a cabo por la parte inferior de los carros, por lo que se requiere tener fosas de 150 m de longitud, provistas de alumbrado con un nivel de iluminación de 200 luxes, además de tomas de corriente eléctrica.

La luminaria que se empleará para estas fosas será fluorescente del tipo fosa industrial, fabricada en lámina de acero galvanizado por inmersión, con vidrio protector termotemplado de 6 mm de espesor, con sello de hule de neopreno para impedir la entrada de agua y polvo, tendrá una lámpara fluorescente de 1 × 38 W, con balastra sencilla para operar a 127 V, CA, 60 hertz.

Para el cáculo de luminarias se utilizará el método de Lúmen por índice de cuarto, lo que determinará 108 luminarias en cada fosa, cuya distribución será a todo lo largo de la fosa en los nichos de instalación de ambos lados, con una separación de 1.50 m, en forma alternada. Su instalación será de tal modo que se ilumine la parte baja del tren, el que estará colocado sobre la fosa para su mantenimiento. Las luminarias se fijarán con taquetes de expansión y tornillos y deberán llevar dos soportes por cada luminaria.

La distribución de los circuitos secundarios se hará en forma alternada de tres circuitos monofásicos por fosa; se alambrará por circuitos trifásicos balanceados para no tener gran cantidad de cables en las tuberías y un aumento en sus diámetros.

El control para las luminarias de las fosas será por medio de un contactor y dos estaciones de control apagado-encendido, ubicadas una en cada extremo de la fosa, lo que permitirá dar una mayor flexibilidad al sistema.

Se emplearán dos tableros de distribución de alumbrado y fuerza, alimentados desde tableros de distribución secundaria, los cuales se alimentarán a su vez de los tableros de distribución principal en BT.

El cálculo del calibre de los conductores de alimentación deberá cumplir con los requerimientos enunciados en el capítulo 2, secciones 202 y 203, de las NTIE en vigor.

Las luminarias de fosa y los contactos monofásicos y trifásicos se deberán conectar al sistema de tierra.

009.D.04.c Contactos de 110 V, CA, 220 V, CA, 60 Hz, en nave y fosas

En la nave de pequeña revisión se requerirá proyectar una distribución de contactos monofásicos y trifásicos, adecuadamente localizados para los trabajos que se realizarán dentro de la nave.

Los contactos serán monofásicos de 15 A, 127, V, CA, 60 Hz, y los contactos trifásicos deberán ser de 30 A, 220 V, CA, 60 Hz.

Estos contactos se instalarán en cajas tipo FS, a una altura de montaje de 0.90 m SNPT, sobre las columnas.

La alimentación eléctrica para los contactos será desde un tablero especial para los contactos de la nave, el cual se alimentará de un tablero de distribución secundaria, localizado también dentro de la nave.

Para los contactos que se requieran dentro de las fosas, se instalarán contactos monofásicos de 15 A, 127 V, CA, 60 Hz, y contactos trifásicos de 30 A, 220 V, CA, 60 Hz. La distribución de estos contactos será de tal manera que nueve contactos trifásicos se ubiquen por un lado de la fosa y por el otro lado nueve contactos monofásicos, en forma alternada; de esta manera se tendrá un contacto monofásico y un contacto trifásico para cada carro.

Para la alimentación a estos contactos se proyectarán dos tableros de distribución, los cuales alimentarán cada uno la mitad de las fosas; de esta manera se tendrá más flexibilidad en el sistema.

La alimentación a los tableros será desde un tablero de distribución secundario, localizado dentro de la nave, el cual tomará su alimentación desde un tablero principal de distribución en BT dentro de la subestación de 23 kV.

El cálculo del calibre de los conductores de alimentación deberá cumplir con los requerimientos enunciados en el capítulo 2, secciones 202 y 203, de las NTIE en vigor.

En los contactos trifásicos se deberá conectar a tierra su chasis o caja de conexiones, lo que implica indicar en su circuito de alimentación un cable de TF con forro y del calibre adecuado; la conexión a tierra se tomará del tablero que lo alimente.

009.D.04.d Alimentación eléctrica a equipos diversos

Extracción de aire de la nave. Considerando las características funcionales de esta nave, se considerará una ventilación mecánica en toda ella a base de ventiladores tipo axial, con una adecuada potencia para el trabajo a realizar.

Para la alimentación a estos ventiladores se considerarán dos tableros de fuerza, los cuales alimentarán a varios grupos de ventiladores. Los tableros se alimentarán directamente de dos tableros de distribución secundaria localizados dentro de la nave; estos tableros tomarán su alimentación de los tableros de distribución principal, uno alimentado de la subestación 1 y el otro de la subestación 2.

El control para cada extractor de aire será a base de interruptores magnéticos-arrancador y una estación de control arrancar-parar, integrada a la puerta de cada arrancador magnético combinado.

El cálculo del calibre de los conductores de alimentación deberá cumplir con los requerimientos enunciados en el capítulo 2, secciones 202 y 203, de las NTIE en vigor.

Cortinas para las fosas y accesos de la nave. Se tendrán cortinas metálicas de funcionamiento manual y eléctrico, las cuales se alimentarán de un tablero de distribución, ubicado en el área de accesos.

El control para cada una de estas cortinas será por medio de un arrancador magnético a tensión plena y una estación de control subir-bajar-parar; la alimentación para estas cortinas será 127 V, CA, 60 hertz.

El cálculo del calibre de los conductores de alimentación deberá cumplir con los requerimientos del capítulo 2, secciones 202 y 203, de las NTIE en vigor.

009.D.05 ALMACEN GENERAL

Este local tendrá la finalidad de alojar y centralizar los equipos y refacciones que se requieran en las diferentes áreas de este taller, para su mejor funcionamiento. El almacén estará dividido en diferentes áreas como son: almacén de artículos nacionales, almacén de taller eléctrico, almacén de artículos importados, almacén de vehículos auxiliares y almacén de llantas.

009.D.05.a Alumbrado

Se considerarán dos tipos de alumbrado: uno es el fluorescente para las zonas de artículos nacionales, taller eléctrico, artículos importados y vehículos auxiliares, para el cual se emplearán dos tipos de luminarias, las fluorescentes tipo industrial con una lámpara de 38 W y balastra para 127 V, CA, 60 Hz, para el área de estantería y una luminaria flourescente tipo industrial con dos lámparas de 38 W cada una y balastra doble para operar a 127 V, CA, 60 Hz, para la zona de accesos. El control para estas luminarias en las zonas de acceso será por medio de apagadores, los cuales se instalarán a 1.20 m SNPT y en la zona de estantería se controlarán directamente desde el tablero. La protección de los circuitos de alumbrado estará en los tableros de alimentación. Para el cálculo de este alumbrado se utilizará el método de Lúmen por índice de cuarto.

El otro tipo de alumbrado será a base de luminarias de aditivos metálicos de 250 W, 220, V, CA, 60 Hz, autobalastrados, que se instalarán en el almacén de llantas y en la zona de racks, por tener éstos una doble altura.

El control de estas luminarias será directamente desde el tablero. Para el cálculo del alumbrado se utilizará el método de cavidad zonal.

La localización de las luminarias será la siguiente:

— Las fluorescentes se colocarán en medio de los pasillos que se encuentran entre las estanterías.

— Para los de aditivos metálicos, dependerá de los requerimientos del almacén de llantas.

La distribución de los circuitos para las luminarias será en forma alternada, para evitar que al fallar un circuito se quede sin alumbrado una zona.

El calibre de los conductores se calculará por capacidad de corriente y por caída de tensión.

005.D.05.b Contactos

Los contactos que se utilizan en el almacén serán monofásicos de 10 A, 127 V, CA, 60 Hz y trifásicos de 20 A, 220 V, CA, 60 hertz.

La distribución de los contactos será según las necesidades del almacén y se instalarán en las columnas en cajas tipo FS, a una altura de 0.40 m SNPT.

El cálculo del calibre de los conductores de alimentación deberá cumplir con los requerimientos enunciados en el capítulo 2, secciones 202 y 203, de las NTIE en vigor.

Para la alimentación de alumbrado y contactos se instalará un tablero de distribución en cada una de las zonas en que se divida el almacén; estos tableros se alimentarán de un tablero de distribución secundaria, ubicado dentro del almacén, el cual tomará su alimentación desde un tablero principal de distribución en BT. La alimentación será en servicio normal, 220 V, CA, tres fases, cuatro hilos, 60 hertz.

El cálculo del calibre de los conductores de alimentación deberá cumplir con los requerimientos enunciados en el capítulo 2, secciones 202 y 203, de las NTIE en vigor.

009.D.06 NAVE DE VEHICULOS AUXILIARES

Se utilizará para depósito y para efectuar el mantenimiento y limpieza a los vehículos auxiliares que prestan sus servicios en las vías, tales como: trackmóviles, plataformas, pipas de agua para lavado del balasto, recolectores de basura, etc. Para dar mantenimiento a estos vehículos auxiliares, se requerirá de una fosa con instalaciones adecuadas y espacio suficiente para su estacionamiento; también se necesitará un área para oficinas administrativas y almacén.

009.D.06.a Alumbrado

Alumbrado de la nave. En el proyecto del alumbrado se deberán considerar los servicios que la nave va a prestar y que serán el estacionamiento y mantenimiento de los vehículos auxiliares, por lo que se considerará un nivel de iluminación de 100 luxes para la nave, ya que el trabajo de mantenimiento se dará dentro de la fosa de revisión.

Se seleccionará una luminaria de 150 W, de vapor de sodio alta presión, con refractor prismático, distribución asimétrica, 220 V, CA, 60 hertz.

La distribución de las luminarias será al centro de los andenes o pasillos y su altura de montaje será a 3.60 m SNPT, preferentemente.

Para su cálculo, se empleará el método de cavidad zonal y se comprobará por el método de punto por punto.

Se tendrá un tablero de distribución para el control y protección de los circuitos de alumbrado, los que estarán distribuidos alternadamente para que si ocurre una falla en alguna de las fases no afecte a toda una zona.

El control del alumbrado será por medio de un contactor y tres estaciones de control apagado-encendido, conectadas en paralelo.

La alimentación a los tableros de distribución será a 220 V, CA, tres fases, cuatro hilos, 60 Hz, en servicio normal, desde un tablero de distribución secundaria localizado dentro de la nave, el cual tomará su alimentación de un tablero de distribución principal en baja tensión.

El cálculo del calibre de los alimentadores deberá cumplir con los requerimientos enunciados en el capítulo 2, secciones 202 y 203 de las NTIE en vigor.

Alumbrado de la fosa de mantenimiento. Se requerirá un nivel de iluminación de 200 luxes, para lo cual se instalarán luminarias fluorescentes, tipo fosa industrial, con una lámpara de 1 × 38 W y balastra para operar a 127 V, CA, 60 hertz.

Las luminarias deberán conectarse al sistema de tierra, por lo que en el circuito alimentador se deberá indicar un cable de TF con aislamiento, que se tomará desde el tablero de alimentación.

El método que se empleará para el cálculo del alumbrado será el de Lúmen por índice de cuarto.

Para el control de alumbrado de la fosa se empleará un contactor y dos estaciones de control apagado-encendido, localizadas en los extremos de la fosa.

Las luminarias se instalarán en el nicho de la fosa, en forma alternada en ambos lados de ella.

Alumbrado en oficinas administrativas y almacén. Se considerarán dos tipos de luminarias: fluorescentes para el área de oficinas, del tipo empotrar con bisel integrado, marco embisagrado, acrílico translúcido de prismas hexagonales, con dos lámparas Slim-Line de 38 W cada una y balastra de 127 V, CA, 60 hertz.

Para el área de almacén y pasillos se empleará una luminaria fluorescente tipo industrial con doble cabecera y dos lámparas Slim-Line de 38 W cada una, con balastra para operar a 127 V, CA, 60 Hz; el control del alumbrado será por medio de apagadores instalados en los accesos a las áreas de trabajo.

El método que se empleará para los cálculos de alumbrado será el de Lúmen por índice de cuarto.

Para la protección de los circuitos de alumbrado se tendrá un tablero de distribución, que tomará su alimentación de un tablero de distribución secundaria, localizado dentro de la nave, el cual se alimentará a su vez de un tablero de distribución principal en BT. La alimentación será a 220 V, CA, tres fases, cuatro hilos, 60 hertz.

El cálculo del calibre de los alimentadores deberá cumplir con los requerimientos enunciados en el capítulo 2, secciones 202 y 203, de las NTIE en vigor.

009.D.06.b Contactos

Serán monofásicos de 15 A, 127 V, CA, 60 Hz, y trifásicos de 30 A, 220 V, CA, 60 Hz. Se considerarán contactos tomando en cuenta el tipo de equipos eléctricos a emplearse en la nave como son: esmeril de banco, esmeril portátil, cargador de acumuladores, limpiador de bujías, taladro de banco, taladro portátil, etc. La potencia por unidad de estos equipos eléctricos, no sobrepasará de 1 hp.

La distribución de los contactos será de acuerdo a los requerimientos del taller y su altura de montaje será a 0.60 m SNPT, instalados en cajas tipo FS.

El control de los contactos será desde un tablero de distribución, que se alimentará de un tablero general de distribución secundaria localizado dentro de la nave, el cual a su vez tomará su alimentación de un tablero de distribución principal en BT. Este alimentador será a 220 V, CA, tres fases, cuatro hilos, 60 hertz.

El cálculo del calibre de los alimentadores deberá cumplir con los requerimientos enunciados en el capítulo 2, secciones 202 y 203, de las NTIE en vigor.

En los contactos trifásicos se deberá aterrizar su chasis o caja de conexiones, por lo que se deberá indicar en su circuito de alimentación un cable con aislamiento de un calibre adecuado, para TF, la cual se tomará desde su tablero de alimentación.

009.D.06.c Alimentación eléctrica a equipos

Considerando las características funcionales de la nave, se considerará una ventilación mecánica para toda ella a base de ventiladores del tipo axial, que se ubicarán al centro de la nave; su control será por medio de un arrancador magnético combinado con estación de control arrancar-parar, integrado en la puerta, con una alimentación a 220 V, CA, 60 Hz, instalados a 1.20 m SNPT.

Para el acceso a la nave se contará con cortinas de funcionamiento manual y eléctrico, controladas por medio de arrancadores y estación de control subir-parar-bajar para cada cortina, instalados a 1.20 m SNPT; su alimentación será a 127 V, CA, 60 hertz.

Los equipos tomarán su alimentación eléctrica del tablero de distribución de fuerza, el cual se alimentará de un tablero de distribución secundaria ubicado dentro de la nave, que se alimentará directamente de un tablero de distribución principal en BT. Este alimentador será a 220 V, CA, tres fases, cuatro hilos, 60 hertz.

El cálculo del calibre de los alimentadores deberá cumplir con los requerimientos enunciados en el capítulo 2, secciones 202 y 203, de las NTIE en vigor.

009.D.07 EDIFICIO DE SERVICIOS GENERALES

Comprenderá diferentes servicios, tales como oficinas administrativas, comedor, cocina, cuarto de máquinas, etcétera.

009.D.07.a Alumbrado

Se proyectará a base de luminarias fluorescentes del tipo empotrar y sobreponer, cuyo control será a base de apagadores y alimentados directamente del tablero. Los niveles de iluminación para calcular la cantidad de luminarias serán los estipulados por la Sociedad Mexicana de Iluminación, para cada una de las diferentes áreas del edificio. En las oficinas y en aquellas áreas donde se tenga falso plafón se proyectarán luminarias con difusor.

El método que se utilizará en el cálculo del alumbrado será el de Lúmen por índice de cuarto, determinando las reflectancias de las zonas en función de los acabados probables en los muros, pisos y techos.

El alumbrado se proyectará en servicio normal y en servicio preferencial, el cual servirá de vigilancia.

El cálculo del calibre de los alimentadores deberá cumplir con los requerimientos enunciados en el capítulo 2, secciones 202 y 203, de las NTIE en vigor.

009.D.07.b Contactos

Se proyectarán contactos monofásicos de 15 A, 127 V, CA, 60 Hz, y contactos trifásicos de 30 A, 220 V, CA, 60 Hz, cuya ubicación dependerá de las actividades a realizarse en cada local; su altura de instalación será a 0.40 m SNPT.

El edificio contará con dos tableros para alumbrado y contactos, que se alimentarán de un tablero de distribución, localizado dentro de este edificio, el cual a su vez se alimentará de un tablero de distribución principal en baja tensión.

El tablero en servicio preferencial se alimentará de un tablero de distribución principal en BT de servicio preferencial.

009.D.07.c Alimentación eléctrica a equipos

Este edificio contará con varios tipos de motores con son extractores de humos, motobombas, etc. Todos estos equipos se controlarán por medio de arrancadores magnéticos a tensión completa. La alimentación a los equipos será desde un tablero de control de motores, que tomará su alimentación de un tablero de distribución secundaria dentro del edificio, el cual a su vez se alimentará de un tablero de distribución principal en BT. Estos alimentadores estarán conectados al sistema tres fases, cuatro hilos, 220/127 V, 60 hertz.

El cálculo del calibre de los alimentadores deberá cumplir con los requerimientos enunciados en el capítulo 2, secciones 202 y 203, de las NTIE en vigor.

El proyecto eléctrico deberá cumplir con los requisitos enunciados en la sección 403 de las NTIE.

009.D.08 TALLER ELECTRICO

Deberá contar con los equipos e instalaciones adecuadas para efectuar pruebas y ajustes de equipos mayores, tales como: rectificadores, transformadores, interruptores de potencia, motores, etc.; también contará con una zona de oficinas para el personal del área electromecánica del STC y un sótano.

009.D.08.a Alumbrado

Se requerirá emplear dos tipos de alumbrado: fluorescente y de vapor de sodio alta presión. El alumbrado fluorescente se empleará en la planta alta en la que se localizarán oficinas, laboratorios y almacenes, y en el sótano, para lo cual se tendrán dos tipos de luminarias fluorescentes: del tipo empotrar con difusor en las áreas donde se instalará falso plafón y del tipo industrial en las áreas donde no se instalará plafón.

Las luminarias fluorescentes tendrán dos lámparas Slim-Line de 38 W cada una y balastra para operar a 127 V, CA, 60 hertz.

El control para luminarias será por medio de apagadores, localizados en los accesos de las áreas de trabajo y se instalarán a 1.20 m SNPT.

Para el cálculo del alumbrado se utilizará el método de Lúmen por índice de cuarto.

El alumbrado a base de luminarias de vapor de sodio alta presión se empleará para la zona del taller, por tener éste generalmente doble altura. La luminaria será de vapor de sodio alta presión, con lámpara de 250 W, 220 V, CA, autobalastrada.

Para el cálculo de este alumbrado se empleará el método de cavidad zonal.

009.D.08.b Contactos

Se requerirá el empleo de herramientas de mano de una capacidad menor de 1 hp, por lo que se instalarán contactos monofásicos de 15 A, 127 V, CA, 60 Hz, y contactos trifásicos de 30 A, 220 V, CA, 60 Hz. Los contactos monofásicos y trifásicos se distribuirán de acuerdo a las necesidades de cada área y se instalarán a 0.40 m SNPT.

Deberán proyectarse tres tableros de distribución para el alumbrado y los contactos; dos de ellos alimentarán el alumbrado y contactos de la planta baja y el otro el alumbrado y contactos del sótano. Se alimentarán de un tablero de distribución principal en servicio normal en BT. Los alimentadores serán de 220 V, CA, tres fases, cuatro hilos, 60 Hz. El cálculo de su calibre deberá cumplir con los requerimientos enunciados en el capítulo 2, secciones 202 y 203, de las NTIE en vigor.

009.D.08.c Alimentación eléctrica a equipos

El taller contará con una variedad de equipos como son: máquinas-herramienta, equipos para soldar, compresores, extractores, hornos, grúas viajeras, polipastos, etc. El control de estos equipos será por medio de arrancadores magnéticos a tensión completa, con estación de control e interruptores termomagnéticos en gabinete, según se requiera.

Para la alimentación a los equipos se tendrá un centro de control para motores dentro del mismo taller, el cual se alimentará de un tablero de distribución principal en BT, en servicio normal.

La alimentación será en 220 V, CA, tres fases, cuatro hilos, 60 Hz. El cálculo para el calibre del conductor de alimentación deberá cumplir con los requerimientos enunciados en el capítulo 2, secciones 202 y 203, de las NTIE en vigor.

009.D.09 EDIFICIOS DE ZAPATAS Y FRENOS

Se tendrá un taller para la fabricación de zapatas para el frenado de los carros del Metro y para este proceso se contará con las siguientes áreas y equipos:

- Un área para almacenar aceite.
- Area para almacenar tablones de madera.
- Area para reposo de las zapatas terminadas.
- Un sistema de corte y maquinado de zapatas.
- Un sistema de impregnación.
- Depósito para el aceite de cacahuate y para la sal de oxileno.
- Sistema de procesado.
- Sistema de izamiento por medio de polipastos.

009.D.09.a Alumbrado

Para la bodega de aceites se requerirá un alumbrado especial, a base de lámparas incandescentes a prueba de explosión, con focos de 100 W que se controlarán con un apagador sencillo de 10 A, 127 V, CA, el cual se instalará fuera de la bodega.

Para el alumbrado de la nave se considerarán luminarias de vapor de sodio alta presión, con lámparas de 250 W, 220 V, CA, autobalastradas. Las luminarias se distribuirán según se requiera.

El cálculo para este alumbrado se realizará por el método de cavidad zonal.

009.D.09.b Contactos

Se emplearán para este taller contactos monofásicos redondos, de 10 A, 127 V, CA y contactos trifásicos de 30 A, 250 V, CA. Los contactos se instalarán en cajas tipo FS a una altura de 0.40 m SNPT. En los contactos trifásicos se deberá conectar su chasis o caja de conexiones al sistema de tierra. Su ubicación dependerá de las necesidades del taller.

Para el alumbrado y contactos se tendrá un tablero de alumbrado y distribución en servicio normal, tres fases, cuatro hilos, 220/127 V, CA, 60 hertz.

009.D.09.c Alimentación eléctrica a equipos

Sistema de impregnación. Comprenderá básicamente un sistema de calefacción compuesto por cuatro resistencias, un autoclave para la impregnación de aceite, un recipiente para aceite, una bomba de vacío para el llenado del autoclave y una bomba de recirculación.

El sistema se controlará y tomará su alimentación eléctrica desde un tablero que se denominará tablero central de equipo de impregnación, suministrado por el proveedor del equipo; la alimentación para el tablero será en tres fases, cuatro hilos, 220 V, CA, 60 Hz, desde un tablero de distribución secundaria en baja tensión en servicio normal.

Prensa hidráulica. En esta máquina se realizará el prensado de las zapatas para ayudar a expulsar al máximo el aceite y dar a ellas un tiempo menor de reposo. Para esto, la prensa contará con un grupo de resistencias para calentar el aceite y una bomba para recircular el aceite.

Esta prensa se controlará y tomará su alimentación eléctrica de un tablero de control suministrado por el proveedor, con una alimentación eléctrica en tres fases, cuatro hilos, 220 V, CA, 60 Hz, desde un tablero de distribución secundaria en BT en servicio normal.

Los demás equipos, como son máquinas-herramienta y polipastos, tendrán una protección y desconexión por medio de interruptores de seguridad tipo navajas para cada uno de ellos. Los equipos tendrán una alimentación eléctrica en tres fases, cuatro hilos, 220 V, CA, 60 hertz.

Para la alimentación principal a cada uno de estos equipos se deberán tener dos tableros de distribución de fuerza, los cuales contarán con un interruptor termomagnético principal e interruptores termomagnéticos derivados. Los tableros de distribución de fuerza tomarán su alimentación eléctrica de un tablero de distribución principal en BT, la cual deberá ser en tres fases, cuatro hilos, 220 V, CA, 60 hertz.

El cálculo del calibre de los alimentadores deberá cumplir con los requerimientos enunciados en el capítulo 2, secciones 202 y 203, de las NTIE en vigor.

009.D.10 EDIFICIO DE INGENIERIA

Será un módulo anexo e independiente al taller de gran revisión, en el cual estarán ubicadas la subgerencia de material rodante y las jefaturas de los departamentos de supervisión de ingeniería, control de información, supervisión de trenes, supervisión de suministros e ingeniería de equipos de mantenimiento. También este edificio contará con tres áreas de talleres pequeños que son el taller eléctrico, el mecánico y el electrónico.

009.D.10.a Alumbrado

Para el alumbrado de las diferentes áreas de oficinas y servicios se emplearán tres tipos de unidades de iluminación:

— Unidad de iluminación fluorescente tipo empotrar, con bisel integrado y marco embisagrado, con dos lámparas Slim-Line de 74 W cada una y balastra doble para operar a 127 V, CA, 60 hertz.

— Unidad de iluminación fluorescente tipo empotrar, con bisel integrado y marco embisagrado, con dos lámparas Slim-Line de 38 W cada una y balastra doble para operar a 127 V, CA, 60 hertz. Estas luminarias llevarán difusor y se instalarán en las áreas en las cuales se utilice falso plafón.

— Unidad de iluminación fluorescente tipo industrial, con doble cabecera troquelada y lámpara Slim-Line de 38 W, balastra sencilla para 127 V, CA, 60 hertz.

Para la instalación de estas luminarias se recomienda emplear varillas redondas galvanizadas y roscadas en sus extremos, de 6.3 mm (1/4") de diámetro, las cuales se fijarán en la losa por medio de taquetes de expansión y a la luminaria con rondanas planas y tuercas tipo mariposa.

Niveles de iluminación. Los proyectos de iluminación para este edificio, estarán de acuerdo con lo estipulado por la Sociedad Mexicana de Iluminación, conforme a los siguientes niveles:

— Oficinas	300 luxes.
— Sección de ingeniería y dibujo	600 luxes.
— Sección de talleres	300 luxes.
— Escaleras	300 luxes.
— Sanitarios	200 luxes.
— Vestíbulos	300 luxes.

El método que se utilizará para el proyecto será el de Lúmen, determinando las reflectancias de las diferentes áreas de trabajo en función de los probables acabados que tengan los muros, pisos y techos.

Las luminarias se controlarán por medio de apagadores sencillos de 15 A, 127 V, CA, instalados en los accesos de cada una de las áreas de trabajo.

Cálculo de conductores. El cálculo del calibre de los alimentadores deberá cumplir con los requerimientos enunciados en el capítulo 2, sección 202 de las NTIE en vigor.

009.D.10.b Contactos

Se considerarán contactos monofásicos de 15 A, 127 V, CA. 60 Hz, y contactos monofásicos dobles de 15 A, 127 V, CA, 60 Hz, para toda el área de oficinas; contactos monofásicos con seguro de media vuelta, de 127 V, CA, 60 Hz, y contactos trifásicos polarizados con seguro de media vuelta, de 20 A, 220 V, CA, 60 Hz. Se tendrá una toma especial de una fase, tres hilos, 220 V, CA, 60 Hz, para la conexión de una máquina copiadora.

La altura de montaje para los contactos y salidas especiales será de 0.40 m SNPT.

Cálculo de conductores. El cálculo del calibre de los alimentadores deberá cumplir con los requerimientos enunciados en el capítulo 2, sección 202 de las NTIE en vigor.

El edificiode ingeniería contaría con dos tableros de alumbrado y distribución, uno para alumbrado y el otro para contactos; estos tableros tomarán su alimentación eléctrica de un tablero de distribución principal en baja tensión en servicio normal.

El cálculo del calibre de los alimentadores deberá cumplir con los requerimientos enunciados en el capítulo 2, sección 203 de las NTIE en vigor.

009.D.11 CASETAS DE TRACCION, CASETA DE PILOTAJE AUTOMATICO Y CASETAS DE VIGILANCIA

Casetas de tracción. De acuerdo con el tamaño de los talleres se determinará el número de casetas de tracción, en las que se alojarán los equipos necesarios para la distribución de la energía de tracción, seccionadores manuales; interruptores automáticos, etcétera.

Caseta de pilotaje automático. En ella se ubicarán los tableros de alimentación para los equipos de control del PA.

Casetas de vigilancia. Servirán para el personal de vigilancia, para controlar el acceso y salidas de personas y de vehículos.

009.D.11.a Alumbrado

El alumbrado que se empleará para estas casetas será el fluorescente, con luminarias tipo industrial, con doble cabecera y luminarias tipo sobreponer. Las luminarias tendrán dos lámparas de 38 W cada una y balastra para operar a 127 V, CA, 60 hertz. Su control será a base de apagadores, instalados a 1.20 m SNPT en los accesos de las casetas.

El método que se utilizará para el cálculo del alumbrado será el de Lúmen por índice de cuarto.

009.D.11.b Contactos

Se emplearán contactos monofásicos sencillos de 15 A, 127 V, CA, 60 Hz. Su ubicación dependerá de las necesidades de los locales y su altura de montaje será de 0.40 m SNPT.

En cada una de estas casetas se instalará un tablero de distribución para la alimentación a luminarias, contactos y demás equipos existentes. Los tableros tendrán una alimentación en servicio preferencial, desde un tablero de distribución en servicio preferencial.

El cálculo del calibre del conductor de los alimentadores deberá cumplir con los requerimientos enunciados en el capítulo 2, secciones 202 y 203, de las NTIE en vigor.

La alimentación a los tableros de distribución para las casetas de tracción y PA, será a tres fases, cuatro hilos, 220/127 V, CA, 60 hertz.

009.D.11.c Alimentación eléctrica a equipos diversos

La alimentación al tablero de alimentación para los equipos del PA será del tablero de alumbrado y contactos, ubicado dentro de la caseta; la alimentación será a 220 V, CA, tres fases, cuatro hilos, 60 hertz.

La alimentación eléctrica al cárcamo para el desagüe de ductos de AT en la caseta de tracción I, será desde el tablero de alumbrado y contactos ubicado en la caseta. La alimentación será directamente a un tablero de control automático de la bomba y será a 220 V, CA, tres fases, 60 Hz. Estas alimentaciones serán en servicio preferencial.

El cálculo del calibre de los alimentadores deberá cumplir con los requerimientos enunciados en el capítulo 2, secciones 202 y 203, de las NTIE en vigor.

El proyecto eléctrico deberá cumplir con los requerimientos enunciados en la sección 403 de las NTIE.

009.D.12 PUESTO DE MANIOBRAS

Es uno de los puestos más importantes desde el punto de vista operativo, ya que desde ese lugar se operan todos los movimientos o maniobras de los trenes en el interior de los talleres.

En este puesto se encontrará centralizado el control de mando de tracción y se deberá ubicar estratégicamente para poder dominar visualmente toda la zona de los talleres. Estará constituido por un local técnico, donde se localizarán los armarios de señalización, paro automático y mando de tracción de todo el taller. Constará de los siguientes elementos:

— Una cabina de control, donde se encuentre el pupitre de mando y el tablero óptico.

— Un local para telecomunicaciones, donde se localizará el conmutador.

— Un sótano o un piso falso para todas las instalaciones y acometidas al puesto de maniobras.

009.D.12.a Alumbrado

Se proyectarán dos tipos de alumbrado fluorescente, directo e indirecto, para lo cual se emplearán cuatro tipos de luminarias, de acuerdo al área que iluminen:

— Para el sótano se instalarán luminarias fluorescentes de sobreponer, del tipo canal con dos lámparas Slim-Line de 38 W cada una y balastra para 127 V, CA, 60 hertz.

— Para el vestíbulo y conmutador se instalarán luminarias fluorescentes de sobreponer, con bisel integrado, marco embisagrado, difusor acrílico translúcido de prismas hexagonales, con dos lámparas Slim-Line de 38 W cada una y balastra para 127 V, CA, 60 Hz. Las luminarias con difusor solamente se instalarán en áreas con falso plafón o empotradas en el techo.

— Para el local técnico se empleará una luminaria fluorescente tipo industrial, con doble cabecera troquelada, dos lámparas Slim-Line de 38 W cada una y balastra para 127 V, CA, 60 hertz.

— Para la cabina de control se emplearán luminarias fluorescentes del tipo indirecto, debido a que en este local no se debe tener ningún reflejo que impida la visión del tablero óptico.

Se emplearán luminarias fluorescentes tipo rinconera, con dos lámparas Slim-Line de 38 W cada una y balastra para 127 V, CA, 60 hertz.

El control de este alumbrado será por medio de apagadores ubicados en los accesos de las diferentes áreas y se instalarán a una altura de 1.20 m SNPT.

El método que se utilizará para el cálculo del alumbrado será el de Lúmen por índice de cuarto.

009.D.12.b Contactos

Debido al tipo de actividades que aquí se realizan, sólo se requerirán contactos monofásicos 15 A, 127 V, CA, 60 Hz. Su ubicación será de acuerdo a las necesidades de este local y su altura de montaje será de 1.20 m en el sótano y en las demás áreas se instalarán a 0.30 m SNPT.

Se tendrá un tablero de distribución para el alumbrado y los contactos dentro de este puesto de maniobras, el cual tomará su alimentación de un tablero de servicio preferencial.

009.D.12.c Alimentación eléctrica a equipos diversos

Se tendrán ventiladores de inyección de aire en el local técnico, en el sótano y azotea de cabina de control. Los ventiladores tendrán una alimentación a 127 V, CA, 60 Hz, y su control será por medio de arrancadores manuales.

El área del conmutador requerirá de un equipo de aire acondicionado, con una alimentación en 220 V, CA, 60 Hz, y su control será por medio de un interruptor termomagnético en gabinete y un termostato de cuarto.

La alimentación a los equipos será en servicio preferencial del tablero de alumbrado y contactos.

Se tendrán otros dos tableros de distribución con alimentación en servicio preferencial, uno para la alimentación al local técnico y el otro para la alimentación al conmutador. Estas alimentaciones en servicio preferencial serán de 220 V, CA, tres fases, cuatro hilos, 60 hertz.

La alimentación a los tableros será de un tablero de distribución principal en BT en servicio preferencial.

El cálculo del calibre de los conductores de alimentación deberá cumplir con los requerimientos enunciados en el capítulo 2, secciones 202 y 203, de las NTIE en vigor.

009.D.13 FOSA DE REVISION EN VIA DE PRUEBAS

En ella se realizarán revisiones a los trenes que se encuentren en prueba, con lo cual se podrá detectar alguna falla y su causa.

009.D.13.a Alumbrado

Para esta área se proyectará un alumbrado del tipo fluorescente, para lo cual se emplearán dos tipos de luminarias:

- Para la planta baja se emplearán luminarias fluorescentes tipo industrial, con doble cabecera troquelada, dos lámparas Slim-Line de 38 W cada una y balastra a 127 V, CA, 60 Hz que se controlarán por medio de apagadores ubicados en los accesos.

- Para la fosa, se emplearán luminarias fluorescentes tipo fosa industrial, con una lámpara de 1 × 38 W y balastra 127 V, CA, 60 Hz, las cuales deberán conectarse al sistema de tierra, por lo que en el circuito alimentador se deberá indicar un cable de TF con aislamiento que se tomará desde el tablero de alimentación.

  El control de luminarias será por medio de un contactor para alumbrado y dos estaciones de control, ubicadas en los extremos de la fosa.

  El método que se utilizará para el cálculo del alumbrado será el de Lúmen por índice de cuarto.

009.D.13.b Contactos

Serán monofásicos de 15 A, 128 V, CA, 60 Hz. Se instalarán en cajas tipo FS, y se les deberá conectar al sistema de tierra a través de su chasis o caja de conexiones, por lo que se agregará un cable aislado del calibre adecuado para TF, la cual se tomará del tablero de alimentación.

Se tendrá un tablero de distribución para el alumbrado y los contactos, que se alimentará de un tablero de distribución secundaria, que a su vez se alimentará de un tablero de distribución principal en BT.

El cálculo para el calibre del conductor de este alimentador deberá cumplir con los requerimientos enunciados en el capítulo 2, secciones 202 y 203, de las NTIE en vigor.

009.D.14 MAQUINADO DE DURMIENTES

El taller de gran revisión también contará con un local adyacente, en el que se alojará un taller para maquinar los durmientes y una zona para su almacenamiento.

Este taller reúne todo el equipo necesario para los diferentes tipos de maquinado que se aplicará a los durmientes de madera. Contará con los siguientes locales dentro del mismo taller: oficina, baños, vestidores, almacén, afilado, compresor, y la zona de taller para el maquinado de durmientes.

El tren de trabajo para el maquinado de durmientes será semiautomático y comprenderá el siguiente equipo:

- Una máquina combinada para el cajeado y taladrado de rieles, denominada entalladora-taladradora de riel.

- Una máquina combinada para el cajeado y taladrado para tirafondos de pista, denominada entalladora-taladradora de media luna.

- Una máquina para colocación de pernos.

- Un conjunto de equipos, incluyendo los diferentes transportadores destinados a la alimentación y evacuación de los durmientes.

009.D.14.a Alumbrado.

Se emplearán luminarias fluorescentes del tipo industrial, con doble cabecera y dos lámparas Slim-Line de 38 W cada una y un reactor a 127 V, CA, 60 Hz. El alumbrado se controlará por medio de apagadores sencillos del tipo intercambiable, ubicados en las áreas de trabajo.

Se recomienda que las luminarias se instalen por medio de varillas redondas, de fierro galvanizado, de 6.3 mm (1/4") de diámetro y roscadas en sus extremos, con gabinetes fijados a la losa por medio de anclas autotalandrantes, de 6.3 mm de diámetro y rondana con tuerca tipo mariposa, de 6.3 mm de diámetro. Su altura de montaje será de 3.00 m SNPT.

Para la distribución de luminarias y niveles de iluminación, se empleará el método de Lúmen por índice de cuarto.

009.D.14.b Contactos

Se emplearán contactos monofásicos sencillos, de 15 A, 127 V, CA, 60 Hz, del tipo intercambiable, y contactos trifásicos de 30 A, 250 V, CA, 60 Hz. Los contactos trifásicos se deberán conectar al sistema de tierra a través de su chasis o caja de conexiones, por lo que se agregará un cable aislado del calibre adecuado para TF, la que se tomará del tablero de alimentación y una salida especial de 1200 W para un calentador eléctrico, para el cual se dejará un contacto monofásico a 220 V, CA, 60 hertz.

Los contactos se distribuirán estratégicamente en las diferentes áreas, dependiendo del tipo de trabajo a efectuarse. La altura de montaje de los contactos será de 0.40 m SNPT.

009.D.14.c Alimentación eléctrica a equipos diversos

Los circuitos para la alimentación eléctrica del alumbrado, contactos y salidas especiales se derivarán de un tablero de distribución, que será exclusivo para este servicio y tendrá una alimentación trifásica de cuatro hilos, 220 V, CA, 60 Hz, desde un tablero de distribución secundaria en BT.

Para la alimentación de los equipos, como son el extractor de polvos y el compresor, cada alimentación eléctrica se derivará de

un interruptor termomagnético independiente para cada equipo y serán a tres fases, tres hilos, 220 V, CA, 60 hertz.

Estos equipos se controlarán por medio de arrancadores magnéticos a tensión completa.

La alimentación eléctrica para los equipos o máquinas-herramienta para el maquinado de durmientes, será desde un tablero de distribución de fuerza suministrado por el proveedor; estas alimentaciones se canalizarán por medio de charolas y trincheras hasta cada uno de los equipos.

El taller contará con un tablero de distribución secundaria en BT de montaje autosoportado o sobre piso, con interruptor termomagnético general e interruptores termomagnéticos derivados para la alimentación de los diferentes equipos. El tablero de distribución tomará su alimentación eléctrica directamente de un tablero de distribución principal en BT. Para este alimentador general se considerará una línea trifásica, de cuatro hilos, 220 V, CA, 60 hertz.

El cálculo del calibre de los alimentadores deberá cumplir con los requerimientos enunciados en el capítulo 2, secciones 202 y 203, de las NTIE en vigor.

009.D.15 CISTERNA Y CASETA DE BOMBAS

Para satisfacer los requerimientos de agua de las diferentes instalaciones de los talleres, se instalarán equipos de bombeo que tomarán el agua de una cisterna para ser distribuida a las diferentes zonas por medio de una red de tuberías.

La caseta de bombas tendrá cuatro equipos de bombeo diferentes que serán:

- Equipo de bombeo programado, para el bombeo del agua potable, según se requiera.
- Equipo de bombeo para riego.
- Equipo de bombeo de protección contra incendios.
- Equipo de bombeo para máquina lavadora de carros.

009.D.15.a Alumbrado

La caseta de bombas tendrá un alumbrado a base de luminarias fluorescentes del tipo industrial con doble cabecera, dos lámparas Slim-Line de 38 W, cada una, y balastra para operar a 127 V, CA, 60 hertz.

El control del alumbrado será por medio de un apagador ubicado en el acceso a la caseta, instalado a 1.20 m SNPT.

009.D.15.b Contactos

Se emplearán contactos monofásicos sencillos de 15 A, 127 V, CA, 60 Hz, instalados en cajas tipo FS, y su altura de montaje será de 0.40 m SNPT.

La ubicación de los contactos se hará de acuerdo a los requerimientos de uso en esta caseta.

Para la alimentación a los circuitos de alumbrado y contactos se tendrá un tablero de distribución, que se alimentará de un centro de control de motores, ubicado dentro de la caseta de bombeo.

009.D.15.c Alimentación a equipos

En la cisterna y cuarto de bombas los equipos a emplearse serán básicamente motobombas de diferentes capacidades, las cuales se alimentarán desde un tablero de control denominado centro de control de motores.

Estos equipos de bombeo se protegerán y controlarán por medio de arrancadores magnéticos combinados a tensión plena y a tensión reducida, según su capacidad; también contará con un tablero de control automático, suministrado por el proveedor.

La alimentación a estas bombas será en tres fases, cuatro hilos, 220 V, CA, 60 hertz.

La alimentación para el centro de control de motores será a 220 V, CA, tres fases, cuatro hilos, 60 Hz, y se alimentará de un tablero de distribución principal en BT, en servicio preferencial.

El cálculo del calibre de los conductores de alimentación deberá cumplir con los requerimientos enunciados en el capítulo 2, secciones 202 y 203 de las NTIE en vigor.

009.D.16 NAVE DE GRAN REVISION

En esta nave se efectuará la revisión y mantenimiento correctivo para la reconstrucción del material rodante del Metro.

La periodicidad para la revisión general del material rodante se considerará de 330 000 km para los carros motrices y de 400 000 km para los carros remolque, equivalentes a un periodo de recorrido de aproximadamente tres años. Todo el material rodante deberá ser desarmado y sus elementos examinados meticulosamente, sustituyéndose las partes desgastadas o con indicios de fatiga.

Para efectuar esta revisión y reparación, la nave contará con dos procesos de trabajo: uno para la limpieza, revisión de las carrocerías y pruebas de partes del carro, y la otra para la limpieza, desarmado, revisión general de partes y reparación a los bogies.

Para los trabajos de revisión y reparación, atendiendo la naturaleza de los equipos, así como a los servicios necesarios para darles mantenimiento, se tendrán los siguientes módulos de trabajo:

Instrumentos electrónicos, electromagnéticos, eléctricos, transbordador de carros, centro de cajas, baterías de gatos, motores de caja, compresores y acopladores, centro de montaje mecánico, centro de motores de tracción, zona de diferenciales, lavado y búsqueda de fisuras, fosas de acoplamiento y desacoplamiento, extracción de aire de la nave, alumbrado en general y cuarto de máquinas, el cual se localizará fuera de la nave de gran revisión. En este local se ubicará la caldera para los turbuladores.

Todos estos módulos estarán distribuidos estratégicamente en oficinas, mezzanine y áreas de trabajo dentro de la nave de gran revisión y contarán con instalaciones de alumbrado, contactos monofásicos, contactos trifásicos y además alimentaciones eléctricas para equipos de fuerza como son: plantas para soldadura eléctrica, grúas viajeras, grúas radiales y polipastos con diferentes capacidades, así como para equipos especiales de limpieza, búsqueda de fisuras, equipos para turbuladores, transbordadores para carros, transbordador de bogies, baterías de gatos, equipos de extracción de la nave, etcétera.

Considerando la gran demanda de energía para las instalaciones y equipos a utilizar en esta nave, se considerará tomar la alimentación eléctrica de una subestación exclusivamente para esta nave.

009.D.16.a Subestación eléctrica

Para la alimentación eléctrica de alumbrado y fuerza de esta nave, se tendrá un local para dos subestaciones eléctricas en AT, las cuales serán del tipo compacto, 23 K, tres fases, 60 Hz, para servicio interior, con dos circuitos de alimentación, y dos circuitos de protección del transformador y sección de BT. Estas subestaciones se denominarán:

- Subestación de alumbrado y fuerza 1 de la nave de gran revisión.

— Subestación de alumbrado y fuerza 2 de la nave de gran revisión.

Para requerimientos generales de estas subestaciones ver 009.D.01 a 009.D.02.a de este capítulo.

El taller de gran revisión contará con un cuarto para tableros para la distribución de la energía en BT, en el cual se ubicarán los tableros de distribución principal en BT, los cuales se alimentarán directamente de los interruptores electromagnéticos de BT, pertenecientes a la sección 5 de las subestaciones de alumbrado y fuerza. En este local para tableros se encontrarán también los tableros de distribución secundaria de BT, los cuales se alimentarán de los tableros de distribución principal.

Los tableros de distribución principal en BT deberán ser de las siguientes características: gabinete autosoportado, con interruptores termomagnéticos para circuitos derivados, equipo de medición e interruptores electromagnéticos generales.

Dependiendo de la localización de las subestaciones, los tableros de distribución principal en BT se alimentarán directamente de los transformadores o de un interruptor en BT que se encuentre junto a los transformadores.

Los tableros de distribución secundaria en BT deberán ser de las siguientes características: gabinete tipo sobreponer e interruptores termomagnéticos.

Estos tableros de distribución deberán operar en un sistema de alimentación eléctrica de tres fases, cuatro hilos, 220/127 V, CA, 60 hertz.

El local para las subestaciones eléctricas en AT, así como el cuarto para tableros en BT podrán estar dentro o fuera del taller de gran revisión, según la disponibilidad de espacio.

009.D.16.b Alumbrado

Para el alumbrado de la nave de gran revisión se deberán tomar en consideración los diferentes tipos de locales y los servicios a realizarse en cada uno de ellos.

Alumbrado de la nave. De acuerdo a las características y al tipo de trabajo que se efectuará en el taller, se deberá tener un nivel de iluminación general dentro de la nave de gran revisión de 300 luxes. Para ello se seleccionará una luminaria de vapor de sodio, alta presión, con lámpara de 250 W, autobalastrada.

Para el cálculo de este alumbrado se utilizará el método de cavidad zonal y se comprobará por el método de punto por punto.

La distribución de circuitos se realizará en forma alternada, de tal manera que cuando se presente alguna falla en una fase, no afecte a toda la zona.

Se instalarán tableros de alumbrado normal y tableros para alumbrado preferencial de 220/127 V, CA, tres fases, cuatro hilos, 60 hertz.

El alumbrado preferencial servirá como alumbrado de vigilancia. En el caso de cualquier falla en los alimentadores principales a los tableros de alumbrado normal, un tercio del alumbrado del taller se destinará a este servicio preferencial, instalándose también las luminarias en forma alternada.

La alimentación de los tableros de alumbrado normal y preferencial será desde los tableros de distribución principal en BT de servicio normal y preferencial, respectivamente.

El cálculo del calibre de los conductores de alimentación deberá cumplir con los requerimientos enunciados en el capítulo 2, secciones 202 y 203, de las NTIE en vigor.

Alumbrado en oficinas, mezzanine, subestación y cuarto para tableros. Para el alumbrado de estas zonas, se considerarán luminarias del tipo fluorescente de 2 × 38 W, del tipo empotrar con difusor en los locales que requieran el uso de falso plafón y luminarias fluorescentes del tipo sobreponer, en los locales que no requieran falso plafón.

El método que se empleará para el cálculo de luminarias será el de Lúmen por índice de cuarto y el de cavidad zonal.

009.D.16.c Contactos

Para la distribución de contactos en la nave se deberá analizar el tipo de trabajo a efectuarse, así como el equipo a emplear y cantidad de personal que trabajará en cada zona, por lo que se considerarán contactos monofásicos de 15 A, 127 V, CA y contactos trifásicos de 30 A, 220 V, CA, distribuidos en toda la nave. Estos contactos se instalarán en cajas tipo FS. La altura de montaje para los contactos que se encuentren en las columnas será de 0.90 m SNPT; los contactos que se localizarán en las áreas de trabajo se instalarán en una estructura especial para protegerlos y su altura de montaje será 0.40 m SNTP. Para la identificación de estos contactos se considerarán los números de circuitos que los alimentan y el tablero del cual se derivarán; para los contactos trifásicos será tablero "X", circuitos 1, 3, 5 y para los contactos monofásicos será tablero "X", circuito 7. La protección para los circuitos de contactos será con interruptores termomagnéticos de las siguientes capacidades: de 0 - 1550 W, será de 15 A y de 1500 - 2000 W será de 30 amperes.

El cálculo del calibre de los conductores de alimentación para los contactos deberá cumplir con los requerimientos enunciados en el capítulo 2 sección 202, de las NTIE en vigor.

Los contactos trifásicos se deberán conectar al sistema de tierra a través de su chasis o caja de conexiones, por lo que se indicará un cable para TF, aislado y de capacidad adecuada a su circuito, desde el tablero de alimentación.

009.D.16.d Alimentación eléctrica a equipos de extracción de aire

Para la extracción de aire de la nave se deberá considerar una ventilación mecánica, a base de ventiladores del tipo axial con una potencia adecuada. El total de extractores se definirá de acuerdo a las necesidades y dimensiones de la nave.

El control para cada uno de estos extractores será a través de una combinación de interruptores termomagnético-arrancador. Los arrancadores magnéticos combinados se alimentarán directamente de un tablero de distribución secundaria.

El cálculo para los conductores de alimentación a estos extractores deberá cumplir con los requerimientos enunciados en el capítulo 2, secciones 202 y 203 de las NTIE en vigor.

El proyecto eléctrico deberá cumplir con los requerimientos enunciados en la sección 403 de las NTIE.

009.D.16.e Alimentación eléctrica a grúas puente

Estas grúas se ubicarán en las zonas de lavado y búsqueda de fisuras, armado de bogies, desarmado de bogies, diferenciales, carga y descarga de bogies.

Para estas grúas puente se deberán tomar en cuenta las siguientes características: velocidad de izamiento, velocidad de traslación del puente, velocidad de traslación del carro, altura del gancho, control de grúa, corriente y mecanismo de elevación.

La alimentación eléctrica para estas grúas será en tres fases, cuatro hilos, 220/127 volts.

El control será por medio de una estación de botones a bajo voltaje, 110 V, para seguridad del operador.

La alimentación para las grúas de derivará de un tablero de distribución secundaria y tendrá una protección a base de interruptores de seguridad del tipo de cuchillas, para cada una de las grúas.

El cálculo del calibre de los conductores de alimentación deberá cumplir con los requerimientos enunciados en el capítulo 2, secciones 202 y 203, de las NTIE en vigor.

El proyecto eléctrico deberá cumplir con los requerimientos enunciados en la sección 403 de las NTIE.

009.D.16.f Alimentación eléctrica a puente transbordador

El puente transbordador de carros correrá a todo lo ancho de la nave y tendrá como objetivo recibir los carros por medio de las vías de acceso y distribuirlos a las diferentes zonas de trabajo durante el proceso de mantenimiento, cámaras de limpieza, etc. Se requerirá que el transbordador pueda efectuar las mismas maniobras en el sentido de ida y vuelta. Estará formado por una plataforma, la cual se moverá por rodamiento sobre rieles metálicos, que serán instalados en el piso de una fosa longitudinal, a un nivel inferior al del piso terminado de esta zona de la nave.

La plataforma del transbordador tendrá el mismo nivel que el piso terminado de esta zona de la nave. La alimentación eléctrica del puente se considerará en tres fases, cuatro hilos, 220/127 V, 60 Hz, por medio de un trole de cuatro conductores, uno por fase y tierra, el cual se instalará en una fosa especial. El transbordador de carros tomará la energía por medio de un tomacorriente.

Este trole tomará su alimentación eléctrica desde un interruptor de seguridad tipo cuchillas, para proteger la línea y éste a su vez se alimentará desde un tablero de distribución principal en BT.

El cálculo del calibre de los conductores de alimentación deberá cumplir con los requerimientos enunciados en el capítulo 2, secciones 202 y 203, de las NTIE en vigor. El proyecto eléctrico deberá cumplir con los requerimientos enunciados en la sección 403, NTIE.

009.D.16.g Alimentación eléctrica a batería de gatos

Las baterías de gatos se encontrarán en las fosas de acoplamiento y desacoplamiento, y darán el servicio de levantamiento de las carrocerías para el desacoplamiento de los bogies y para mantenimiento. Existirán 12 baterías de gatos y cada una tendrá dos pares de gatos accionados eléctricamente por dos motores de la capacidad adecuada.

Cada batería tendrá su alimentación eléctrica independiente, derivada de un interruptor de seguridad con cuchillas para proteger la línea, que tomará su alimentación eléctrica de un interruptor termomagnético en gabinete, el cual se alimentará desde un tablero de distribución secundaria en BT.

En estas baterías también se deberá considerar la instalación de contactos de 30 A, 220 V, CA, fijados en las columnas de soporte de los gatos.

Para las fosas de desacoplamiento se deberá prever instalaciones de alumbrado y contactos, que serán monofásicos de 15 A, 127 V, CA, y trifásicos de 30 A, 220 V, CA. Las luminarias serán fluorescentes del tipo fosa, de un tubo, de 38 W, color blanco frío. Las luminarias y los contactos trifásicos se deberán conectar al sistema de tierra.

La alimentación eléctrica para las baterías se hará por medio de charolas, ductos cuadrados, trincheras y bancos de ductos.

Para el cálculo de los conductores de alimentación se considerarán los requerimientos enunciados en el capítulo 2, secciones 202 y 203, de las NTIE. El proyecto eléctrico deberá cumplir con los requerimientos enunciados en la sección 403 de las NTIE.

009.D.16.h Alimentación eléctrica a cámaras de limpieza

En la nave de gran revisión se contará con dos tipos de cámaras de limpieza: cámaras de limpieza para carros y cámara de sopleteado para bogies.

Cámaras de limpieza para carros. En ellas se realizará la limpieza y sopleteado de los carros; para poder efectuar estas actividades se contará con baterías de gatos localizadas en fosas, para el levantamiento de los carros. Estas cámaras tendrán alimentación eléctrica para una serie de ventiladores, los cuales servirán para extraer los polvos, y se controlarán por medio de combinaciones interruptor-arrancador magnético a tensión plena, con estación de control arrancar-parar, con alimentación independiente para cada ventilador desde un interruptor termomagnético en gabinete, el cual tomará a su vez la alimentación de un tablero de distribución secundaria.

Para el alumbrado de las cámaras se requerirán luminarias fluorescentes de 1 × 38 W, tipo fosa industrial, con vidrio protector termotemplado, cubierta de hule de neopreno, para impedir la entrada de polvos y estarán instalados en dos hileras en los muros laterales de las cámaras.

Los contactos que se emplearán para estas cámaras serán monofásicos de 15 A, se instalarán en cajas tipo FS a una altura de 0.30 m SNTP y a 1.20 m SNPT, donde así se requiera.

Cámara de limpieza o sopleteado para bogies. En ella se realizará la limpieza de los bogies y tendrá una alimentación eléctrica para una serie de ventiladores para la extracción de polvos. Los extractores se controlarán con un arrancador magnético a tensión plena con una estación de control arrancar-parar, que se alimentará de un tablero de distribución secundaria; los controles estarán localizados dentro de la cámara de limpieza. Contará también con contactos monofásicos de 15 A, 127 V, instalados en cajas tipo FS.

El alumbrado para la cámara de sopleteado se realizará por medio de reflectores de haluros metálicos, de 250 W, 220 V, CA, desde el exterior a través de las ventanas.

Toda la instalación eléctrica interior para esta cámara de sopleteado, se realizará a prueba de explosión.

Para el cálculo del calibre de los conductores de alimentación se deberán considerar los requerimientos enunciados en el capítulo 2, secciones 202 y 203, de las NTIE en vigor. El proyecto eléctrico deberá cumplir con los requerimientos enunciados en la sección 403 de las NTIE.

009.D.16.i Alimentación eléctrica a equipos diversos

Electroneumáticos. En este módulo se efectuará la limpieza y ajuste de las diferentes partes electromagnéticas que componen el carro como son: electroválvulas de puertas, electroválvulas de frenado, inversor de sentido de marcha, inversor tracción-frenado, interruptor de potencia, válvulas de paso, limpiaparabrisas, motor de puertas y manómetros.

Para realizar este trabajo se proyectará una serie de contactos monofásicos de 15 A, 127 V y trifásicos de 30 A, 220 V, 60 hertz.

Electrónica e instrumentos. En este módulo se hará la limpieza, reparación, ajuste y pruebas a los equipos electrónicos e instrumentos como son: tyristores de potencia, diodos de potencia, micrófonos, captores, capacitores, tarjetas electrónicas, relevadores, protecciones, blocks cronotaquigráfos, transmisores de velocidad, sonorización, etc., para lo cual se deberán proyectar contactos monofásicos y trifásicos en mesas de trabajo, de 15 A, 127 V, CA y 30 A, 220 V, CA, respectivamente.

Las canalizaciones de las alimentaciones eléctricas a estos equipos y a los descritos en capítulos anteriores, se deberán reali-

zar por medio de charolas para cables, ductos cuadrados embisagrados, bancos de ductos, y tuberías conduit de pared gruesa galvanizada. Los conductores eléctricos empleados se deberá especificar que sean con aislamiento termoplástico para 600 V, del tipo vinanel 900 DRF.

Asimismo, las alimentaciones eléctricas partirán de los tableros principales de distribución en baja tensión y tableros de distribución secundaria; los conductores respectivos serán calculados empleando los métodos de caída de tensión y por capacidad de corriente, de acuerdo a las NTIE en vigor.

Los contactos trifásicos se deberán conectar al sistema de tierra mediante su chasis o caja de conexiones, por lo que se les deberá indicar un cable aislado del calibre adecuado para TF en su circuito de alimentación.

Para los demás equipos no especificados, como son banco de pruebas para motores de tracción, bancos de carga para baterías, etc., se deberá considerar para el proyecto de su alimentación lo requerido en las NTIE.

CAPITULO 2.02.02.001

INTRODUCCION

Las vías principales dentro de un sistema de transporte metropolitano, son aquéllas en las cuales el material rodante circula en servicio normal con usuarios entre la estación de origen y la estación de destino; en forma genérica, se localizan a lo largo de una línea en los tramos interestación y en las estaciones, encontrándose como caso particular en las vías de prueba.

La vía con la cual se ha dotado al Metro de la Ciudad de México, es el tipo de vía sobre neumáticos, y fue usada desde su primera etapa de construcción. Corresponde a un sistema que se desarrolló durante los años sesenta en Metros como el de París, para proporcionar mayor confort, rodamiento más silencioso y con menos vibraciones. Por las ventajas y ahorro que representa tener un tipo de material unificado, se optó por continuar con el mismo sistema de vía para futuras líneas en la Ciudad de México.

Para la construcción de las ampliaciones se estudiaron diferentes sistemas de fijación, en función tanto del tipo de terreno, como de las diferentes soluciones estructurales utilizadas: superficial, subterránea, viaducto elevado y túnel, en vías dobles o en una sola vía.

Para los dos primeros casos se contaba con la experiencia y los datos de su comportamiento durante un servicio continuo de 10 años, en tanto que para la solución en viaducto elevado y túnel, fue necesario realizar diversos estudios con el fin de llegar a una solución óptima.

El objetivo de esta Especificación es establecer las condiciones y parámetros que se deben cumplir para el proyecto de implantación de vía, ya sea sobre balasto o sobre concreto, lo que conlleva a la elaboración de diversos tipos de planos, variando el número y clase, según la solución y tramo en cuestión.

CAPITULO 2.02.02.002

IMPLANTACION DE VIA

002.A VIA SOBRE BALASTO

La vía sobre balasto está constituida por los siguientes elementos: balasto, durmientes de madera o de concreto, riel, pista de rodamiento, barra guía, aisladores, aparatos de cambio de vía y accesorios de fijación de la vía (figs 002-1 y 002-2).

002.A.01 BALASTO

La vía se puede implantar sobre cualquiera de las soluciones estructurales seleccionadas, teniendo como elemento de soporte al balasto, que es el que recibe las cargas de los trenes en circulación a través de los durmientes y las trasmite uniformemente a la estructura contenedora. Por otra parte, es por medio del balasto que se logra dar el peralte necesario a las vías en zonas de curvas, cumpliendo además con la función de drenar las aguas procedentes de filtraciones o caídas cenitales hacia los ductos de drenaje.

En forma general puede decirse que el balasto debe estar constituido por rocas duras y sanas, como granito, basalto, cuarzo, etc., de formas angulosas, con dimensiones comprendidas entre 30 y 60 mm y evitando siempre la inclusión de finos. Las características y las propiedades mecánicas del balasto se presentan en el capítulo 4.02.01.001 "Materiales y productos para estructuras de vías".

El espesor mínimo de la capa de balasto deberá ser el indicado en la tabla 002-1, medido a partir de la base inferior de los durmientes, aunque en condiciones especiales podrá reducirse hasta 20 centímetros.

Tabla 002-1. **Espesor mínimo de la capa de balasto**

Ubicación de la vía	Espesor mínimo, en cm
Subterránea	40
Superficial	30
Túnel	30
Viaducto elevado	30
Talleres	20

002.A.02 DURMIENTES

Deberán proporcionar y mantener el ancho de vía, así como el alineamiento y nivel, y constituir el soporte directo de los perfiles metálicos. Pueden ser de madera dura, de concreto reforzado, de acero o de materiales sintéticos; en esta Especificación se tratarán solamente los dos primeros tipos.

002.A.02.a Durmientes de madera

Son elementos que sirven de soporte a la vía y constituyen la unión entre ésta y el balasto.

Las maderas utilizadas para la construcción de durmientes pueden ser: roble, pino, haya, cedro, abedul, madera roja del Báltico, pinabeto, eucalipto, y en el caso del Metro de la Ciudad de México, el azobhé.

Los durmientes de madera son de gran aceptación para la fijación de vía por sus características de elasticidad, adaptabilidad, capacidad de fijación y aislamiento.

Los durmientes utilizados en el Metro de la Ciudad de México tienen una longitud de 2.6 m y 2.7 m, con una sección transversal de 0.14 x 0.26 m y peso aproximado de 80 kg; cuentan con un cajeado o maquinado para recibir la pista, el riel y el zoclo de bridas laterales para la fijación del aislador, además de perforaciones para los tirafondos que sujetan el riel y la pista. De estos durmientes existen varios tipos, los cuales se utilizan de acuerdo a las características geométricas de la vía, al hecho de contar con guiado mediante la barra guía o sin él, y a las discontinuidades o seccionamientos de la misma. Estos durmientes vienen marcados con letras de pintura que permiten su identificación y que se enuncian a continuación:

A — Durmiente ordinario, soporte de riel y pista para tramo tangente o curva con radio ≥ 500 m.

GA — Durmiente soporte de aislador con guiado (doble barra guía) para tramo tangente o curva con radio ≥ 500 m.

T — Durmiente ordinario de transición de tramo tangente a curva con radio < 500 m.

C — Durmiente ordinario para curva con radio < 500 m.

GC — Durmiente soporte de aislador con guiado (doble barra guía) para curva con radio < 500 m.

SA — Durmiente soporte de aislador sin guiado (una barra de toma de corriente) para tramo tangente o con curva con radio ≥ 500 m.

SACR1, SACR2, SACR3 — Durmientes soporte de aislador para zona de cruceta.

SC — Durmiente soporte de aislador sin guiado para curva con radio < 500 m.

Las características del durmiente de madera están establecidas en el capítulo 4.02.01.001 "Materiales y productos para estructuras de vías".

002.A.02.b Durmientes de concreto

Existen dos clases de durmientes de concreto, el tipo "O", que sólo sujetan a las pistas y rieles, y el tipo "S" que adicionalmente soportan los aisladores que sirven de apoyo a las barras guía. Están constituidos por dos bloques de concreto reforzado unidos por un tirante metálico, cuyos extremos quedan embebidos en dichos bloques.

Las funciones esenciales del durmiente son:

— Ser el elemento que recibe y trasmite las cargas dinámicas al balasto.

— Mantener la trocha de 1.435 m + 3 mm — 1.5 mm en tangente y 1.439 m + 3 mm — 1.5 mm en curva de radio menor de 500 m, según el caso (fig 002-2).

— Dar la inclinación necesaria a los rieles (1/20).

— Ser el asiento de los aisladores que a su vez soportan a la barra de alimentación, tracción y guiado.

002.A.03 RIELES

Salvo el caso de las zonas de aparatos de vía, la vía está conformada por los rieles con perfiles en normas ASCE de 80 ℔b/yd (39.807 kg/m) (fig 002-3); dichos elementos se suministrarán en longitud de laminado de 18 m ± 2 m. Para las condiciones de fa-

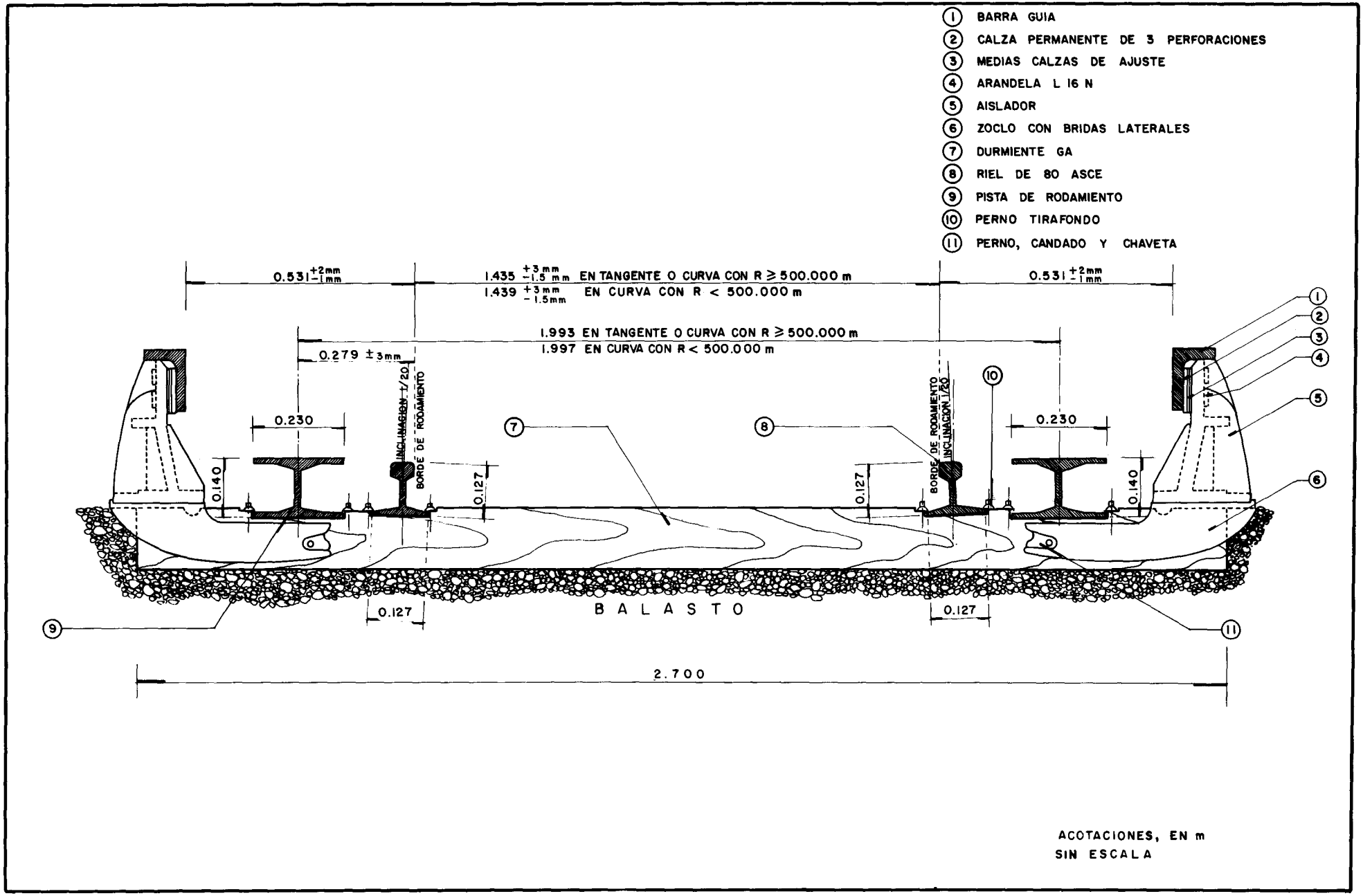
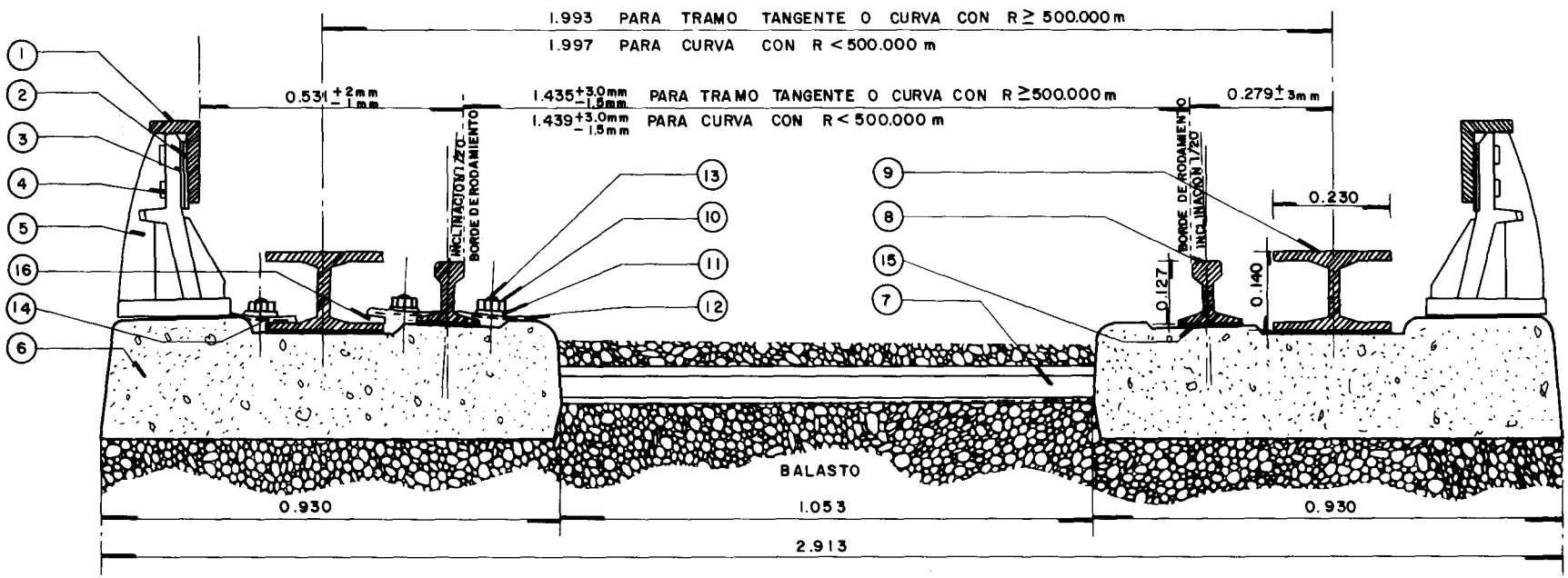


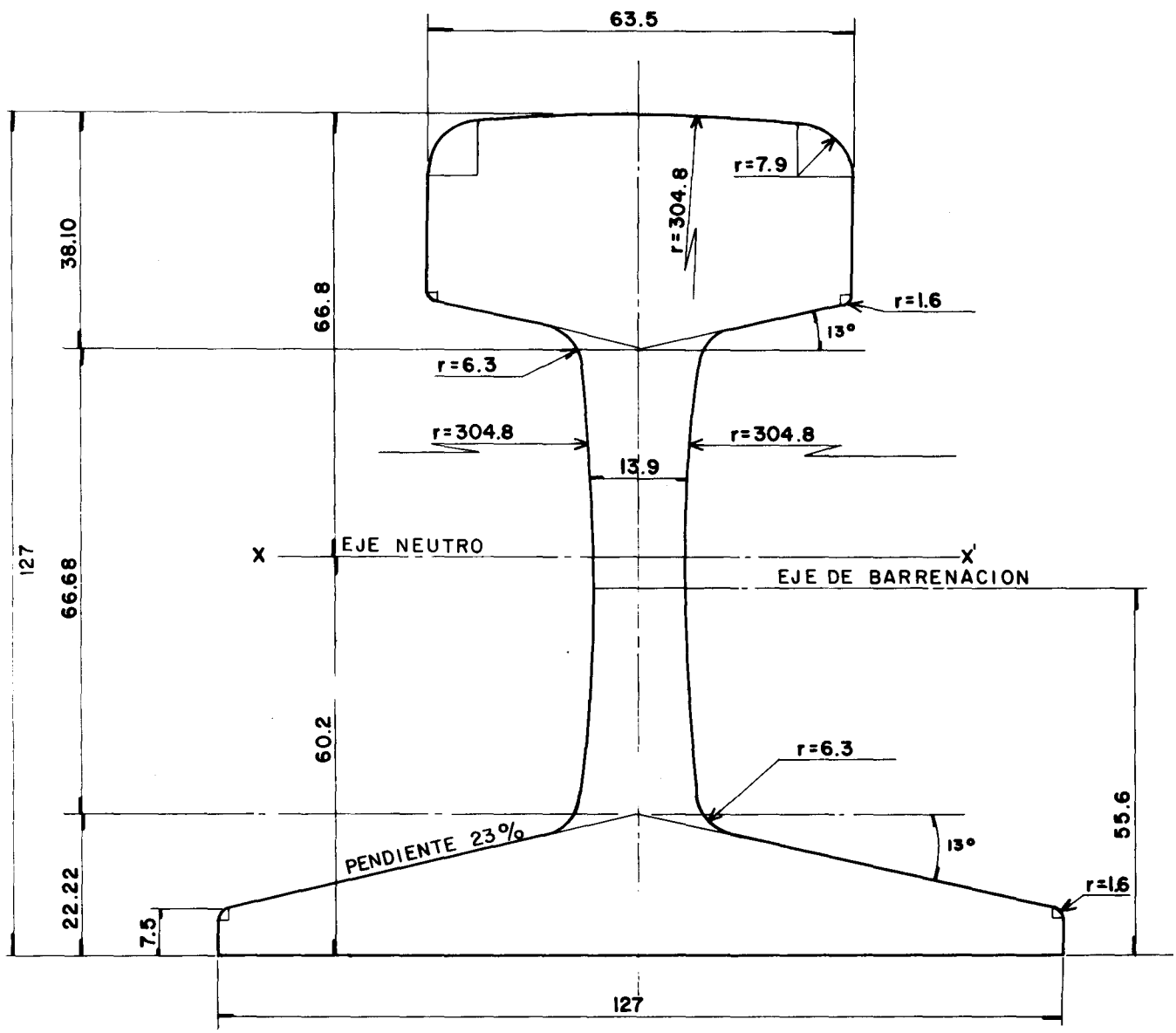
Fig 002-1 Colocación de la vía sobre balasto con durmiente de madera



(1)	BARRA GUIA	(7)	TIRANTE METALICO	(13)	PERNO TIRAFONDO
(2)	CALZA PERMANENTE DE 3 PERFORACIONES	(8)	RIEL DE 80 ASCE	(14)	GRAPA A. P
(3)	MEDIAS CALZAS DE AJUSTE	(9)	PISTA DE RODAMIENTO	(15)	ALMOHADILLA DE CAUCHO
(4)	ARANDELA L 16N	(10)	TUERCA	(16)	ESTRIBO LATERAL
(5)	AISLADOR	(11)	ARANDELA A. P.		
(6)	DURMIENTE DE CONCRETO TIPO "S"	(12)	LAMINA DE RESORTE A. P.		

ACOTACIONES, EN m
SIN ESCALA

Fig 002-2 Colocación de la vía sobre balasto con durmiente de concreto tipo "S"



CARACTERISTICAS

SECCION: 5 071 mm^2

PESO POR METRO: 39.807 Kg

MOMENTO DE INERCIA EN RELACION A XX': 1098.9 cm^4

DENSIDAD: 7.85

ACOTACIONES, EN mm
SIN ESCALA

Fig 002-3 Perfil de riel de 80 ASCE

bricación y recepción, deberá referirse al capítulo 4.02.01.001 "Materiales y productos para estructuras de vías".

La utilidad de los rieles estriba en asegurar el rodamiento del tren en el caso de que cualquiera de los neumáticos portadores presente una pérdida de presión. Para el caso en que el incidente se tuviera a nivel de los neumáticos laterales de guiado, igualmente quedaría asegurado el rodamiento del carro por el guiado de la rueda metálica sobre el riel.

La inclinación con la que se montan (1/20), tiene por finalidad facilitar el rodamiento del equipo de mantenimiento.

Desde el punto de vista de alimentación-tracción, los rieles sirven de conducto para permitir el retorno de la corriente al paso del tren que es corriente continua a 750 volts.

Igualmente son el medio por el cual se realiza la división de la línea en secciones denominadas circuitos de vía (CDV), que permiten la señalización por medio del flujo de una corriente de baja tensión.

002.A.04 PISTA DE RODAMIENTO

Es un perfil en acero de calidad ordinaria (fig 002-4), que al igual que los rieles, se suministrará en longitudes de 18 m $\pm$ 2 mm.

Para la fabricación y recepción deberá consultarse el capítulo 4.02.01.001 "Materiales y productos para estructuras de vías".

El perfil para pista de rodamiento es el que ordinariamente debe soportar la carga de un tren en servicio, que es trasmitida a través de los neumáticos portadores. La carga estática máxima estimada es de 11 000 kg/eje. Igualmente coadyuva en el retorno de corriente al paso de un tren, siendo indispensable para la operación cuando ésta llegue a su capacidad máxima.

002.A.05 BARRA GUIA

Es el perfil más ligero de los tres (rieles, pista de rodamiento y barra guía). Al igual que los perfiles anteriores, se recibe en longitudes de 18 m $\pm$ 2 mm.

Para la fabricación y recepción de este perfil deberán aplicarse las especificaciones técnicas correspondientes, incluidas en el capítulo 4.02.01.001 "Materiales y productos para estructuras de vías" (figs 002-5 y 002-6). Este perfil es energizado a una tensión nominal de 750 V, durante el servicio diario para la alimentación de los motores de los trenes. Su cara horizontal constituye el soporte mecánico del tapiz electromagnético, que da la información al sistema de pilotaje automático (PA) y es el portador de la telefonía de alta frecuencia de que están dotados los trenes, mediante la cual se comunican con el puesto central de control (PCC) y con las estaciones. Mecánicamente tiene la función de sustituir al riel en su función de guía del tren, por lo que cuatro neumáticos a cada lado de los carros, instalados sobre bogies, hacen las veces de la ceja de la rueda metálica. Dicha función es retomada por la rueda metálica en condiciones de pérdida de presión de los neumáticos.

002.A.06 AISLADORES

Los aisladores son los elementos de unión entre el durmiente o el piso de fijación y la barra guía, y deberán proporcionar un aislamiento perfecto y permanente a la barra guía, a pesar de los esfuerzos mecánicos a los cuales serán sometidos. Están constituidos por un block homogéneo de material autoextinguible, formado de poliéster con armado de fibra de vidrio.

Actualmente se tienen dos tipos de aisladores, para ser usados en vía subterránea o en vía superficial, siendo los dos prácticamente iguales, puesto que la única diferencia entre ellos radica en las perforaciones que tienen en la parte superior y que sirven para sujetar la barra guía al aislador mediante pernos Nelson.

En el caso del aislador para vía superficial, estas perforaciones son ovaladas y con una holgura que permite absorber los efectos de la dilatación. Para vía subterránea, donde se tiene muy poca variación de temperatura, esas perforaciones son circulares.

Los aisladores se encuentran espaciados en la vía a cada 3 m para tangente o curva con radio 500 m, y a 1.8 m para curvas con radio < 500 m (Ver capítulo 4.02.01.001).

002.A.07 APARATOS DE CAMBIO DE VIA

Son dispositivos mecánicos mediante los cuales los trenes pueden cambiar de una vía a otra, o de itinerario. Están formados por bloques monolíticos de acero, unidos mecánicamente mediante planchuelas. Según el ángulo de desvío, se tienen dos tipos de aparatos, que son los denominados Tangente 0.20 y Tangente 0.13.

Los aparatos Tangente 0.13 son utilizados en las vías principales, colas de maniobras, en las espuelas de enlace y en los servicios provisionales. Se utilizan también como enlaces derecho e izquierdo o montados como aparatos de comunicación, de los cuales los más usuales son los de entrevía de 2.90, 3.15, 3.35 y 4.20 m, y de 4.20 m con desvío.

Los aparatos de cambio de vía Tangente 0.20 se tienen únicamente como enlaces derecho e izquierdo, en áreas de maniobras de talleres y descarriladores de espuelas.

Los aparatos de vía se encuentran tipificados por COVITUR en los planos siguientes:

Tipo de aparato	Plano tipo No.
Enlace tg 0.13 derecha	80-VI.17-000-III-59-2595-P
Enlace tg 9.13 izquierda	80-VI.17-000-III-139-4277-P
Comunicación tg 0.13, entrevía 2.90 derecha	80-VI.17-000-III-58-2594-P
Comunicación tg 0.13, entrevía 2.90 izquierda	84-VI.17-81268-III-1-1001-P
Comunicación tg 0.13, entrevía 3.15 derecha	80-VI.17-000-III-104-2788-P
Comunicación tg 0.13, entrevía 3.15 izquierda	84-VI.17-90000-III-109-8419-P
Comunicación tg 0.13, entrevía 4.20 derecha	84-VI.17-0000-III-108-8418-P
Comunicación tg 0.13, entrevía 4.20 izquierda	84-VI.17-90000-III-113-8432-P
Comunicación tg 0.13, entrevía 4.20 derecha	83-VI.17-90000-III-68-8229-P
Con desvío a la izquierda, comunicación tg 0.13, entrevía 4.20 izquierda	81-VI.17-000-III-127-3783-P
Con desvío a la derecha, enlace tg 0.20 derecho	80-VI.17-000-III-75-2611-P
Enlace tg 0.20 izquierdo	85-VI.17-81268-III-1-943-P

002.A.08 ACCESORIOS DE FIJACION DE LA VIA

Con este término se definen todos aquellos elementos utilizados en la sujeción al durmiente o al piso de concreto de los distintos perfiles que constituyen la vía, y son los que definen si la fijación es del tipo rígida o elástica. Dentro del tipo de fijación rígida, se tiene el durmiente de madera así como la fijación di-

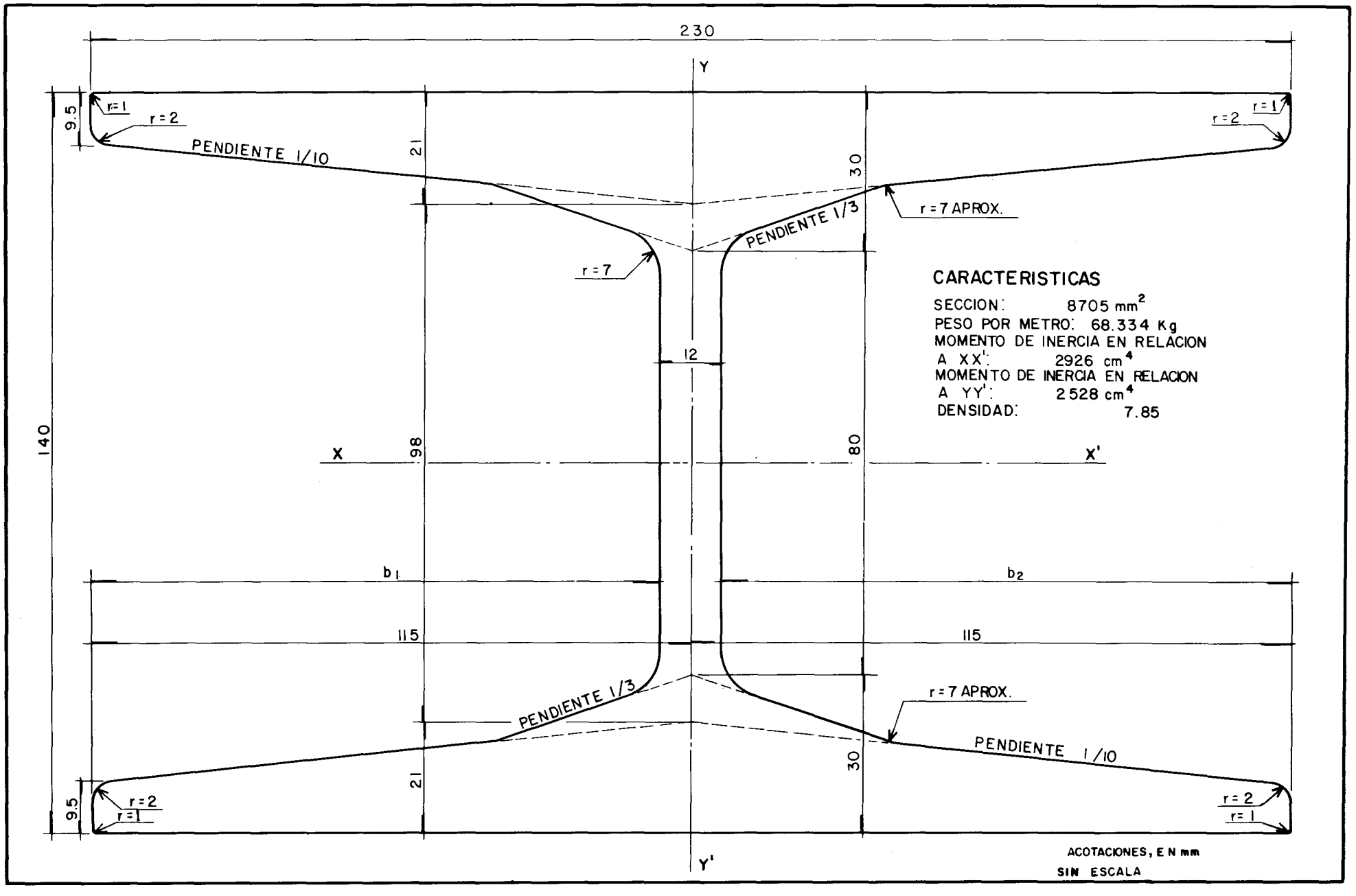


Fig 002–4 Perfil de la pista de rodamiento

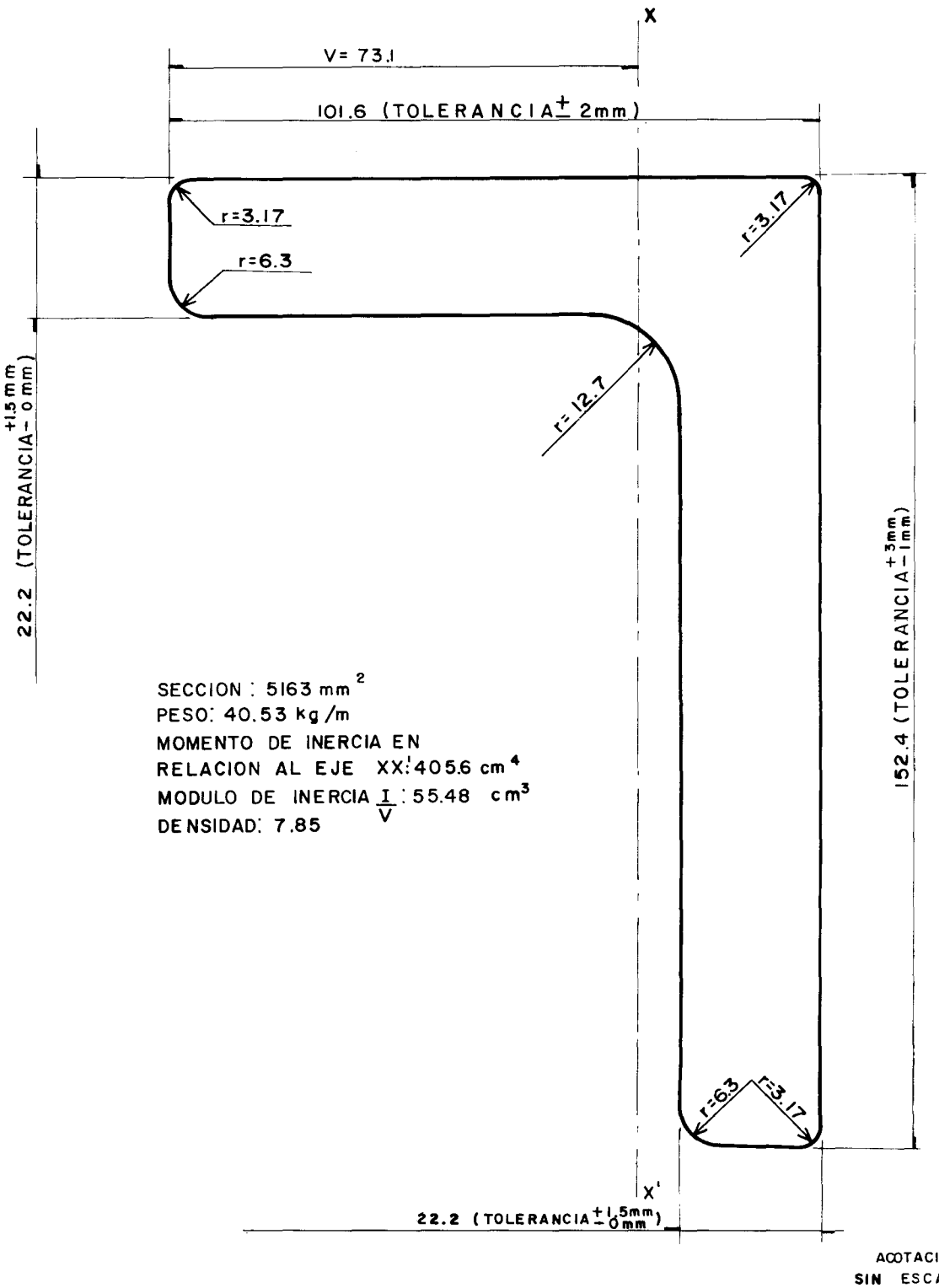


Fig 002–5 Barra guía y toma de corriente

Perfil angular 101.6 x 152.4 x 22.2 mm
Barra de procedencia canadiense

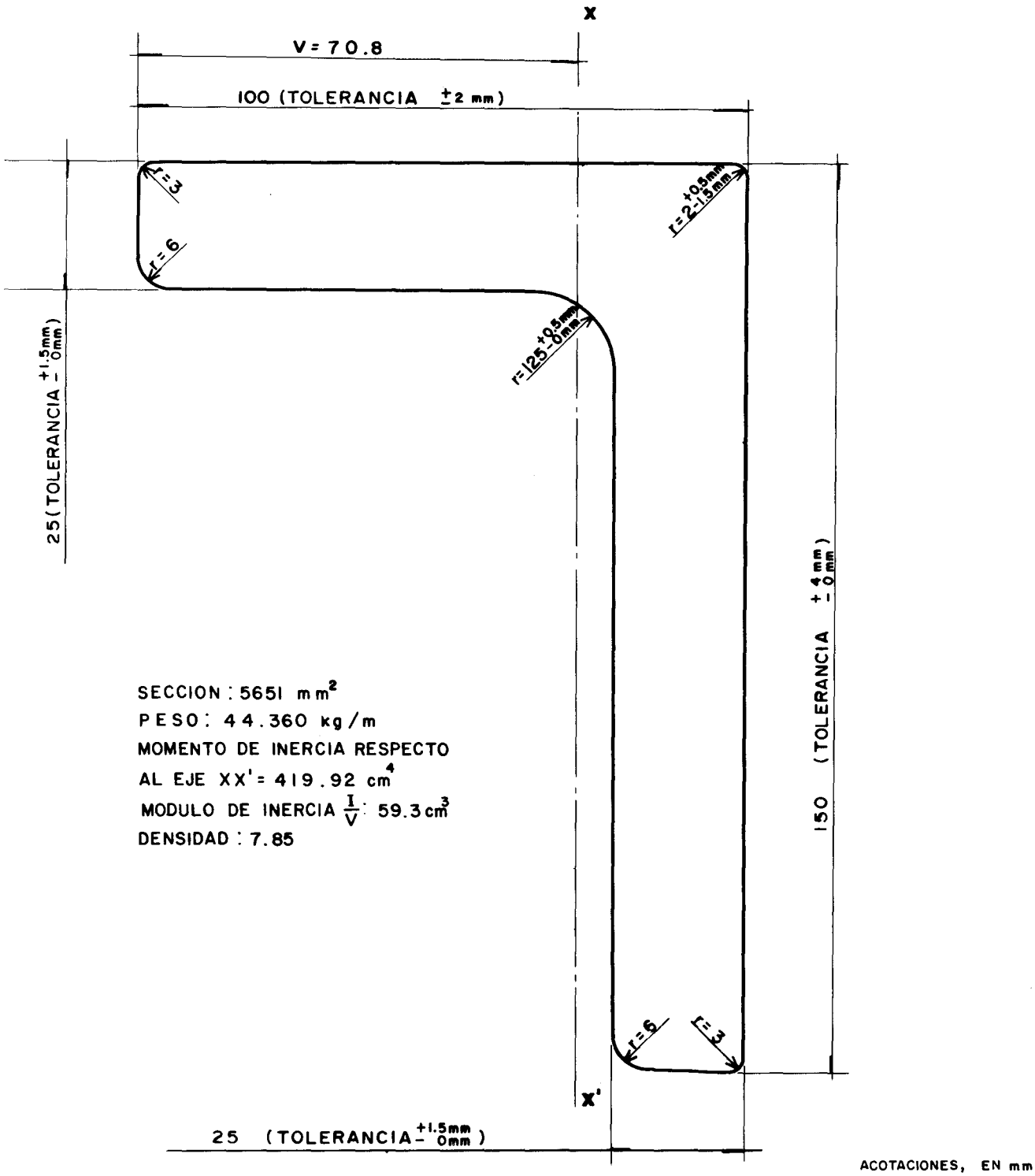


Fig 002-6 Barra guía y toma de corriente

Perfil angular 100 x 150 x 25 mm
Barra de procedencia francesa

recta al piso de concreto; como fijación elástica se tiene al durmiente de concreto.

Las especificaciones de calidad de materiales se presentan en el capítulo 4.02.01.001 "Materiales y productos para estructuras de vías".

002.B VIA SOBRE CONCRETO

Tiene como característica esencial la sustitución de la capa de balasto y los durmientes por una losa de concreto simple. Las condiciones necesarias para utilizar este sistema son:

a) La construcción de una estructura contenedora que no esté sujeta a movimientos diferenciales en su perfil topográfico, ya que cualquier modificación por leve que sea, implica un mayor costo en su mantenimiento.

b) La aplicación estricta de un control de calidad en todas sus etapas constructivas, así como la ejecución controlada y precisa de la implantación de vía, tanto en el trazo como en el perfil.

c) El espesor mínimo de la losa de fijación de vía será de 20 cm, sin armado estructural, que permita las barrenaciones para la fijación de la vía sin interferencia con las instalaciones electromecánicas, las cuales deberán quedar ahogadas debajo de la losa de fijación.

El drenaje de las aguas originadas por filtraciones deberá solucionarse mediante canaletas longitudinales y transversales, construidas a cada 60 m y conectadas a los registros hidráulicos de la estructura principal.

Las características del concreto por utilizar están contenidas en el capítulo 4.02.01.001 "Materiales y productos para estructuras de vías". Los otros elementos que constituyen la vía sobre concreto corresponden a 002.A, de este capítulo.

La vía sobre concreto está constituida por la losa de fijación de vía, riel, pista y barra guía, como se muestra en la fig 002-7.

002.C TRABAJOS PREVIOS A LA EJECUCION DEL PROYECTO DE VIA

La elaboración del proyecto de vía requiere de actividades previas, las cuales fundamentalmente son trabajos topográficos que permitan la verificación del proyecto original del trazo, nivel y gálibos, dentro de la estructura que alojará al sistema. Estas actividades se realizarán tanto en vía sobre balasto como en vía sobre concreto.

002.C.01 VERIFICACION DEL TRAZO

Una vez que se tenga terminada la estructura contenedora, se deberá implantar el eje de trazo del proyecto original, de tal manera que permita determinar las longitudes de las tangentes y las deflexiones angulares (△) reales en el campo, las que con los ajustes necesarios deberán constituir el eje de trazo definitivo.

002.C.02 VERIFICACION DEL PERFIL

Definido el eje de trazo, se perfilará sobre el mismo el nivel de la subrasante e intradós, a cada 20 m en tramo tangente y a cada 10 m en tramo de curva de cualquier radio, información que es básica para el proyecto de implantación de vía-perfil.

002.C.03 VERIFICACION DE GALIBOS

Teniendo como base el eje de trazo definitivo se deberán levantar secciones transversales, a cada 20 m en tramos tangentes y a cada 10 m en zona de curvas de cualquier radio. Esta información permitirá el análisis de las dimensiones necesarias para el paso de trenes y los espacios requeridos para los andadores en tramos interestación, andenes en zonas de estación e instalaciones fijas.

002.D PROYECTO DE IMPLANTACION DE VIA-TRAZO

Una vez construida la estructura que sustentará la vía para cualquiera de los casos —túnel, cajón subterráneo, superficial o elevado— y contando con la información topográfica obtenida durante los trabajos previos citados en la cláusula anterior, se deberá hacer la evaluación de la información que permita la ratificación o modificación en su caso del proyecto original, definiendo un nuevo eje al centro de la sección construida, todo lo cual debe estar contenido en los planos que se denominarán Proyecto de Implantación de Vía-Trazo.

Si el levantamiento de tangentes, deflexiones y secciones transversales está de acuerdo al proyecto de trazo original, con tolerancias de 0.02 m en cada 100 m, para las distancias longitudinales y 20" para los valores angulares, se procederá al cálculo de las curvas exteriores o interiores de las vías, asignándoles cadenamientos a partir del eje de trazo; de lo contrario, se hará el cálculo de las curvas con los nuevos valores obtenidos.

Habiendo revisado los gálibos horizontales y comprobado que están dentro de la tolerancia (fig 002-8), el eje de trazo ya no se modifica y se procede a asignar cadenamientos definitivos, los cuales se deberán ubicar en la estructura de sustentación de la vía a cada 20 m, así como también los puntos principales de las curvas.

Así mismo, se revisará que la posición de cada nicho de seguridad, de aparatos de vía, de puesto de rectificación, de subestaciones, etc., contenidos en el proyecto original, tengan la ubicación y dimensiones especificadas.

Teniendo ya efectuados todos los cálculos de las curvas, eje de trazo, ejes de vía y la separación entre ejes de vía, se dibujará el eje de trazo a escala longitudinal 1:500 y a escala transversal 1:10, con todos los cadenamientos de los puntos principales de las curvas, las dos estaciones, la localización de aparatos de cambio de vía, etc., y los puntos que corresponden a los gálibos del levantamiento topográfico, indicando los casos en donde se presentan gálibos críticos por ser reducidos, a fin de obligar a tener un mayor cuidado al hacer la implantación de vía. Se dibujarán también los ejes de ambas vías, anotando su separación con respecto al eje de trazo, a fin de verificar la entrevía correspondiente al proyecto geométrico y los cadenamientos de los puntos principales de las curvas de sus ejes.

Se deberán incluir también en el plano los puntos de control para el trazo de las vías, referidos al eje de trazo y muros estructurales.

Con los datos del plano de implantación de vía-trazo, se trazarán sobre la estructura los puntos de referencia de cada una de las vías, a cada 20 m en tangente y en zona de curva a cada 5 m, que servirán para el control del trazo en el momento del tendido de la vía.

El planteamiento para el proyecto de implantación de vía-trazo aquí descrito, es válido para la implantación de vía sobre concreto o sobre balasto.

002.E PROYECTO DE SOBREELEVACIONES

La sobreelevación se define como la pendiente transversal que se proporciona al riel exterior de la vía en zona de curva horizontal, para contrarrestar parcialmente el efecto de la fuerza centrífuga sobre el tren.

Cuando un tren recorre una curva horizontal a cierta velocidad, se produce una fuerza centrífuga inversamente proporcional al

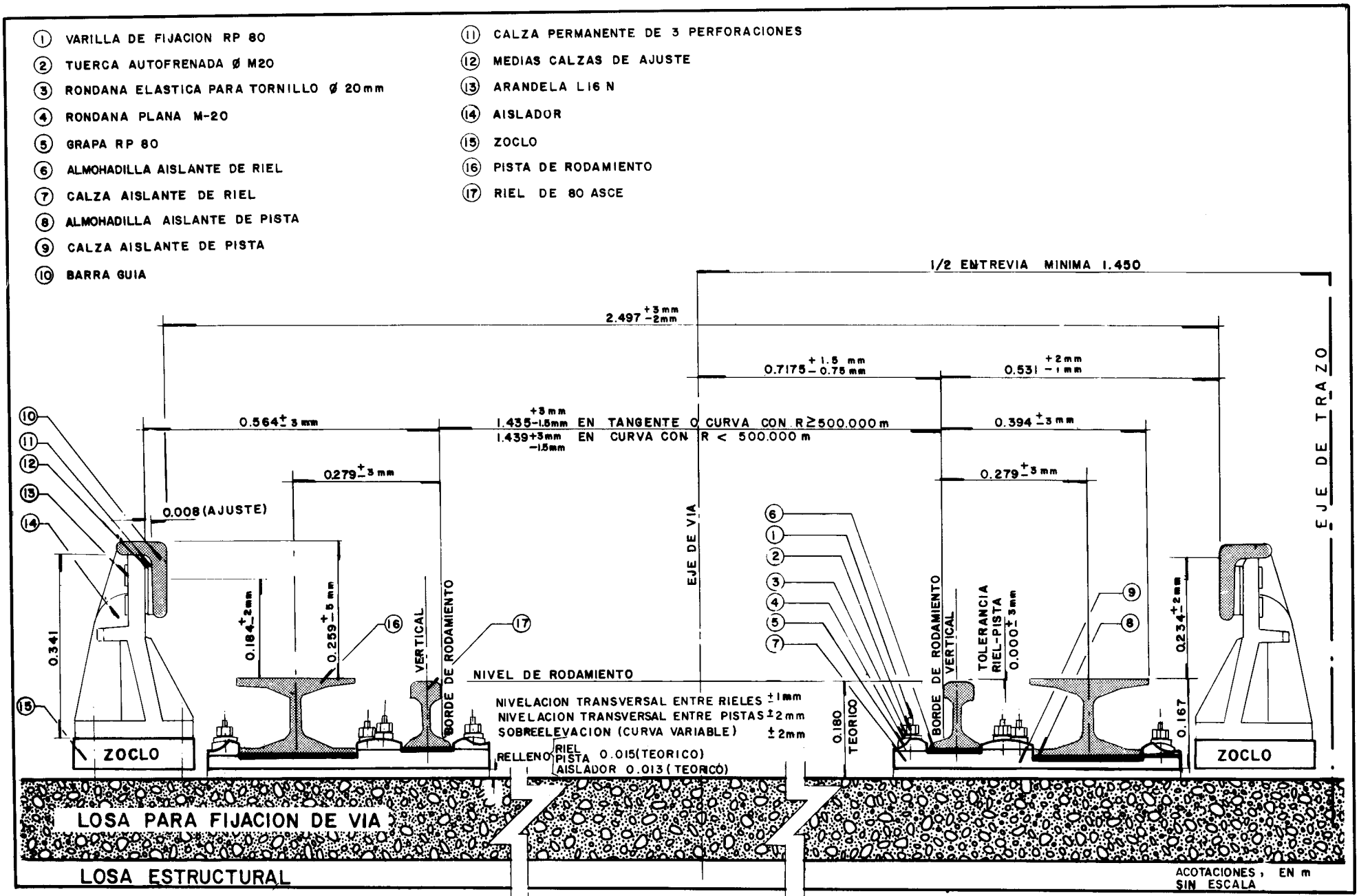


Fig 002 – 7 Vía principal sobre losa de concreto

R	H	C ≐ q	V ≐ n	f	l	1200 sen α	g	m dist. entre ejes de vía	d	Túnel doble g + m + d gálibo hor. total	Túnel simple g + a gálibo hor. total
150	0.160	0.135	0.129	1.243	0.212	0.127	2.33	3.06	2.01	7.40	4.34
200	0.160	0.108	0.101	1.243	0.212	0.127	2.31	3.00	2.00	7.31	4.31
300	0.160	0.080	0.073	1.243	0.212	0.127	2.28	2.95	2.00	7.23	4.28
500	0.100	0.052	0.047	1.248	0.133	0.080	2.18	2.91	2.00	7.09	4.18
600	0.080	0.048	0.042	1.249	0.106	0.064	2.15	2.90	2.00	7.05	4.15

Constantes :

$s = 0.750$ m $\quad g = s + l + f + n \quad m \geqslant 2.90$ m

$r = 0.310$ m $\quad b = r + 2f + n + q \quad d \geqslant 2.00$ m

$+ = 0.760$ m $\quad d = + + f + q - 1200 \cdot \text{sen}\,\alpha$

R RADIO DE LA CURVA HORIZONTAL, EN m

H PERALTE, EN m

C GALIBO DINAMICO INTERIOR, EN m

q PROYECCION HORIZONTAL DEL GALIBO DINAMICO EXTERIOR, EN m

V GALIBO DINAMICO EXTERIOR, EN m

l DESVIACION DEBIDA AL PERALTE PARA UN ANDADOR S A UNA ALTURA DE 2 m, EN m

f PROYECCION HORIZONTAL DE 1/2 DEL CARRO, EN m

n PROYECCION HORIZONTAL DEL GALIBO DINAMICO INTERIOR, EN m

r DISTANCIA DEL GALIBO DINAMICO EXTERIOR AL GALIBO CONSTRUIDO, EN m

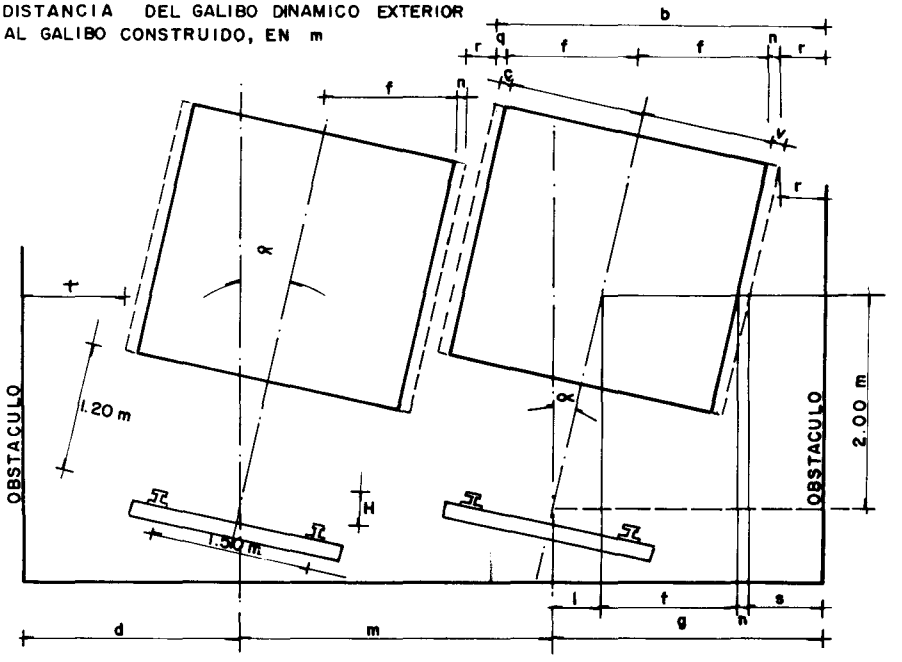


Fig 002-8 Gálibo horizontal en zona de curva

radio de la curva y directamente proporcional al cuadrado de la velocidad tangencial, dada por la ecuación:

$$F_c = \frac{MV^2}{R} = \frac{WV^2}{gR} \qquad (1)$$

donde:

F_c Fuerza centrífuga, en kg

W Peso del tren, en kg

M Masa del tren, en kg masa

V Velocidad del tren, en m/s

g Aceleración de la gravedad, en m/s^2

R Radio de la curva horizontal, en m

Esa fuerza transversal provoca mayor presión sobre el riel exterior, debiendo sobreelevarlo para crear otra fuerza que equilibre a la centrífuga y produzca reacciones iguales en ambos rieles.

Para obtener la fórmula teórica del cálculo de sobreelevaciones, se considera que un tren al pasar por una curva horizontal a una cierta velocidad deberá estar en equilibrio, para lo cual es necesario que la componente de la fuerza centrífuga paralela al plano de la vía, sea igual a la componente del peso del tren, también paralela al plano de la vía, igualdad que sólo ocurre para una velocidad llamada de "equilibrio", lo cual sucede ocasionalmente en la práctica.

Los valores teóricos de la sobreelevación aplicada a cada curva, dependen fundamentalmente del proyecto del trazo, de la velocidad estimada y de las condiciones de confort que pretendan proporcionarse a un sistema de transporte como el Metro.

Los valores reales de la sobreelevación, se calculan en función de la marcha tipo, y éstos tendrán un valor máximo práctico de 160 milímetros.

El proyecto de sobreelevaciones tiene como plano de referencia los niveles de rasante del proyecto de implantación de vía-perfil (Ver 2.02.02.002.C.02 de este capítulo).

De la fig 002-9, igualando las fuerzas paralelas al plano de la vía (componente de la fuerza centrífuga y componente del peso del tren):

$$F_c \cos \alpha = W \operatorname{sen} \alpha$$

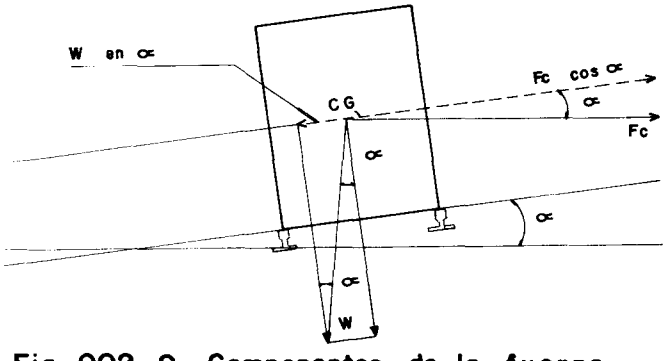


Fig 002-9 Componentes de la fuerza centrífuga y peso del tren

Sustituyendo el valor de la fuerza centrífuga teórica (ec 1), se tiene:

$$\frac{WV^2}{gR} \cos \alpha = W \operatorname{sen} \alpha$$

$$\frac{V^2}{gR} \cos \alpha = \operatorname{sen} \alpha \qquad (2)$$

Suponiendo que:

Trocha de la vía = 1.435 m

Ancho del hongo del riel = 0.0635 m

∴ trocha de la vía + hongo de riel = d = 1.4985 ≅ 1.5 m

Por lo tanto, de la fig 002-10:

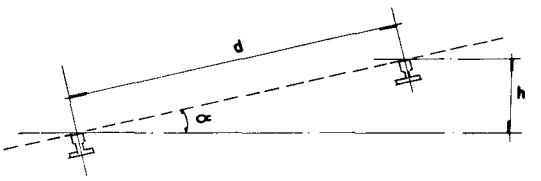


Fig 002-10 Valor teórico del peralte h

$$\operatorname{sen} \alpha = \frac{h}{1.50} \qquad (3)$$

Sustituyendo (3) en (2):

$$\frac{V^2}{gR} \cos \alpha = \frac{h}{1.5}$$

$$h = \frac{1.50\, V^2}{gR} \cos \alpha$$

$$h = 0.1529 \frac{V^2}{R} \cos \alpha$$

donde:

h Peralte, en m

V Velocidad del tren, en m/s

R Radio de la curva horizontal, en m

Siendo α muy pequeño, el coseno de α se acerca a la unidad; por lo tanto, para obtener h, en mm:

$$h = 11.8 \frac{V^2}{R}$$

donde:

h Peralte, en mm

V Velocidad del tren, en km/h

R Radio de la curva horizontal, en m

La sobreelevación se dará gradualmente a lo largo de las clotoides de entrada, empezando con una sobreelevación igual a cero en un punto I de la fig 002-11, que se localiza antes del Tc de la curva, y terminando con el valor de la sobreelevación máxima en el punto M, que se ubica después del CC de la curva, conservándose la sobreelevación máxima a lo largo de toda la curva circular hasta el siguiente punto M. De manera inversa se aplica la sobreelevación en las clotoides de salida.

Por confort, la transición entre el punto I y el punto M de la fig 002-11, con clotoides de entrada y de salida, se hará por medio de dos curvas verticales parabólicas con radio de curvatura de 2500 m, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$Y = \frac{X^2}{2R} = \frac{X^2}{5000}$$

Con el fin de mantener la separación transversal entre carros lo más amplia posible al pasar por una curva horizontal, la sobreelevación de las vías se distribuirá de la siguiente manera (figs 002-12 y 002-13).

Empíricamente se ha determinado que para dar un mayor confort a los pasajeros, debe tenerse un peralte práctico máximo permisible no mayor de 160 mm, de manera que la pendiente para alcanzar esa sobreelevación no deberá ser mayor de 3 mm/metro.

Debido a esta restricción, es necesario utilizar todos los recursos del sistema de vía que puedan absorber parte del empuje ocasionado por la fuerza centrífuga. Se ha calculado que el sistema de sujeción de las vías, rieles y barra guía, soportan una parte de la fuerza centrífuga, equivalente a 1/10 del peso del vehículo o sea $F_i = 0.1\ W$.

Por lo tanto, para la máxima sobreelevación se tendría de la ec 3 y de la fig 002-9, que la fuerza centrípeta F_i es igual a:

$$F_i = W \operatorname{sen} \alpha \quad \therefore \operatorname{sen} \alpha = \frac{F_i}{W} \qquad (4)$$

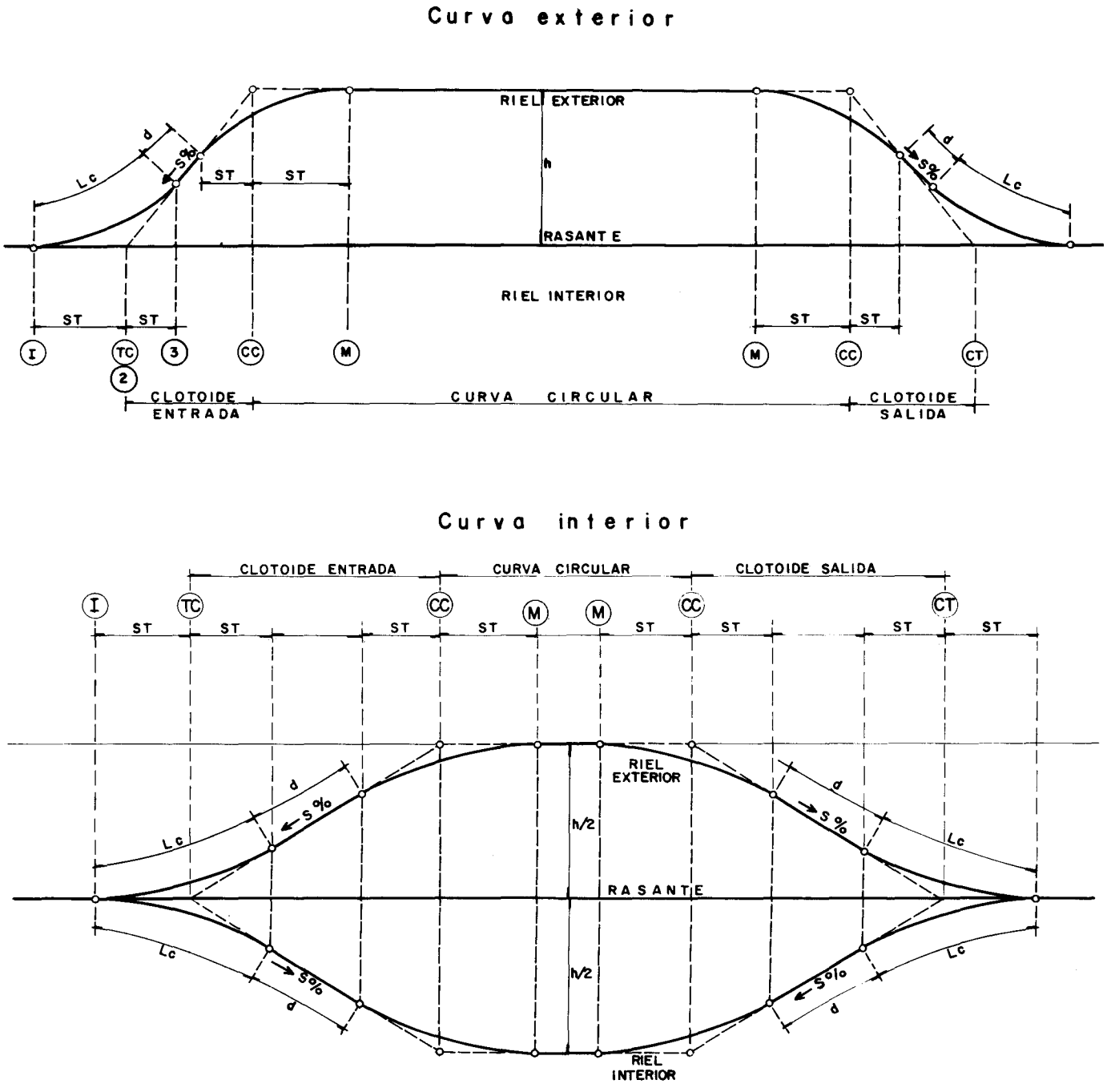


Fig 002-11 Proyecto de sobreelevaciones para vía subterránea sobre balasto

LA VIA INTERIOR SE APOYARA PARA SU GIRO EN UN PUNTO SITUADO AL CENTRO DE LA VIA, A NIVEL DE LA RASANTE SIN SOBREELEVAR.
LA VIA EXTERIOR GIRARA EN EL RIEL INTERIOR, LEVANTANDO EL RIEL EXTERIOR HASTA OBTENER LA SOBREELEVACION CALCULADA.

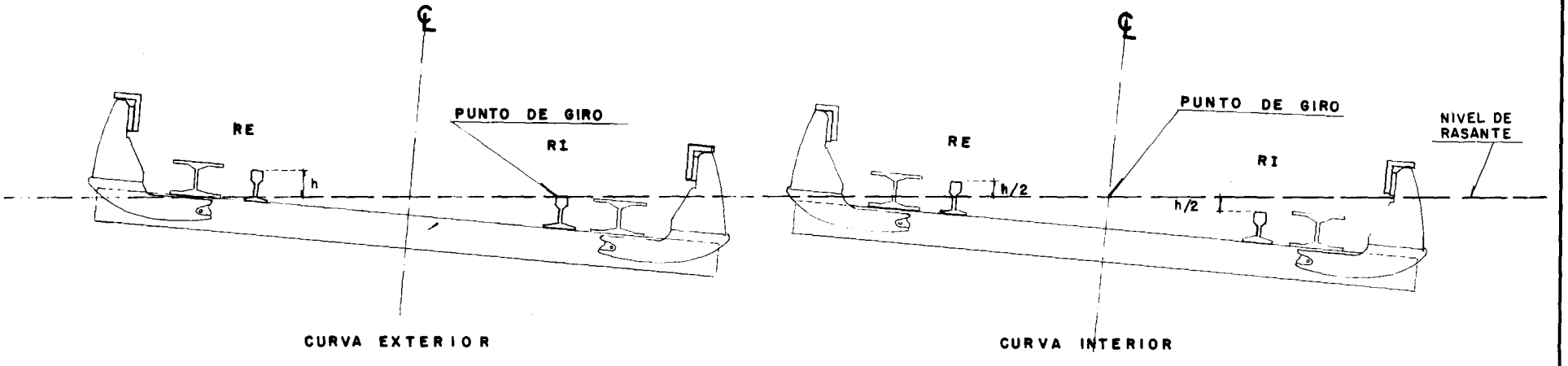


Fig 002-12 Criterio para proyecto de sobreelevación en vías subterráneas sobre balasto

TANTO LA VIA INTERIOR COMO LA EXTERIOR GIRARAN EN EL RIEL INTERIOR, LEVANTANDO EL RIEL EXTERIOR HASTA OBTENER LA SOBREELEVACION CALCULADA.

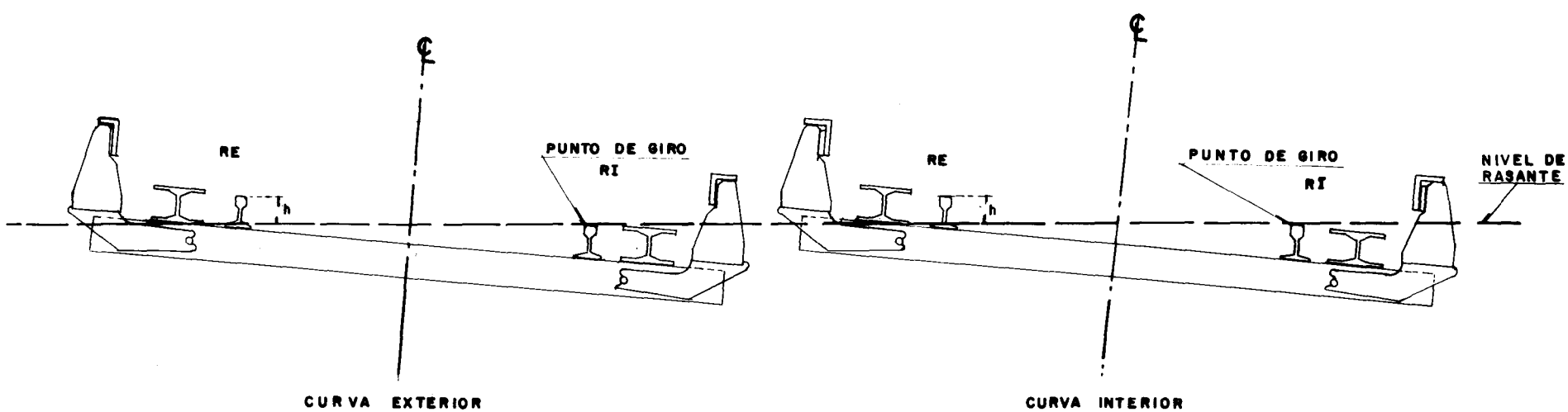


Fig 002-13 Criterio para proyecto de sobreelevación en vías de superficie y elevadas sobre balasto y vías en túnel para fijación en losa de concreto

Igualando esta ecuación con la (3):

$$\frac{F_i}{W} = \frac{h}{1.50}$$

$$\frac{0.1\,W}{W} = \frac{h}{1.50}$$

$$\frac{h}{1.50} = 0.1$$

$$\therefore\ h = 0.15\ m = 150\ mm$$

En consecuencia, para la máxima sobreelevación se admitirá una insuficiencia en la misma de 150 mm, es decir, si el peralte real es de 160 mm, el peralte teórico máximo podrá ser de 160 + 150 = 310 mm, o sea que la velocidad máxima de operación estará en función de este último valor.

Para el cálculo de las sobreelevaciones se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$S = \frac{h}{L_{c\ell}} \qquad (5)$$

donde:

S Pendiente, adimensional

h Peralte, en m

$L_{c\ell}$ Longitud de la clotoide, en m

Con el fin de ligar la tangente con la transición vertical en el punto (2) de la fig 002-11, se procederá a introducir una curva de transición vertical, cuyas características podrán calcularse con las fórmulas siguientes:

$$L_c = R \cdot S \qquad (6)$$

donde:

L_c Longitud de curva, en m

R Radio de curvatura, en m

$$ST = \frac{L_c}{2} \qquad (7)$$

donde:

ST Longitud de subtangente, en m

$$y_2 = \frac{\overline{ST}^2}{2R} \qquad (8)$$

$$y_3 = \frac{\overline{L_c}^2}{2R} \qquad (9)$$

donde:

y_2, y_3 Sobreelevación en los puntos (2) y (3), respectivamente, en m

Para calcular la sobreelevación a lo largo de la clotoide, se usará la siguiente expresión:

$$y_n = y_3 + S \sum_{i=1}^{n} c \qquad (10)$$

donde:

c Longitud de cuerda, en m

El número y longitud de cuerdas se calcularán con las expresiones:

$$n = \frac{L_{c\ell} - L_c}{S} \qquad (11)$$

donde:

n Número de cuerdas, tomando como número entero

$$c = \frac{L_{c\ell} - L_c}{n} \qquad (12)$$

002.E.01 PROYECTO GENERAL DE SOBREELEVACIONES

Este proyecto deberá contener:

— Los ejes de vía de toda la línea, como trazo esquemático.

— Localización de las estaciones.

— Localización de curvas, con cadenamientos de puntos principales, radios, etcétera.

— Localización de aparatos de vía.

— Pendientes y longitudes entre puntos de inflexión de curvas verticales.

— Sobreelevaciones máximas en cada curva.

— Valores de los ajustes de barra guía en zona de curva.

002.E.02 PROYECTO INDIVIDUAL DE SOBREELEVACIONES

En este proyecto se deberá presentar:

— El dibujo de la curva con su eje de trazo, ejes de vías de limitación de los rieles interiores (RI) y rieles exteriores (RE).

— Cadenamientos de los puntos principales de la curva, y radios de los ejes de trazo y vías.

— Croquis de perfil de sobreelevaciones de los rieles interior y exterior con los valores de sus pendientes.

— Tabla de cálculo de la sobreelevación total en zona de clotoide a cada 2.5 metros.

— Corte transversal con la geometría de la vía, posición del riel, directriz y ubicación del nivel de rasante (fig 002-14).

Los requerimientos para el proyecto de sobreelevación aquí descritos son válidos para la implantación de vía sobre balasto o sobre concreto (figs 002-11, 002-14, 002-15 y 002-16).

002.F PROYECTO DE IMPLANTACION DE VIA-PERFIL

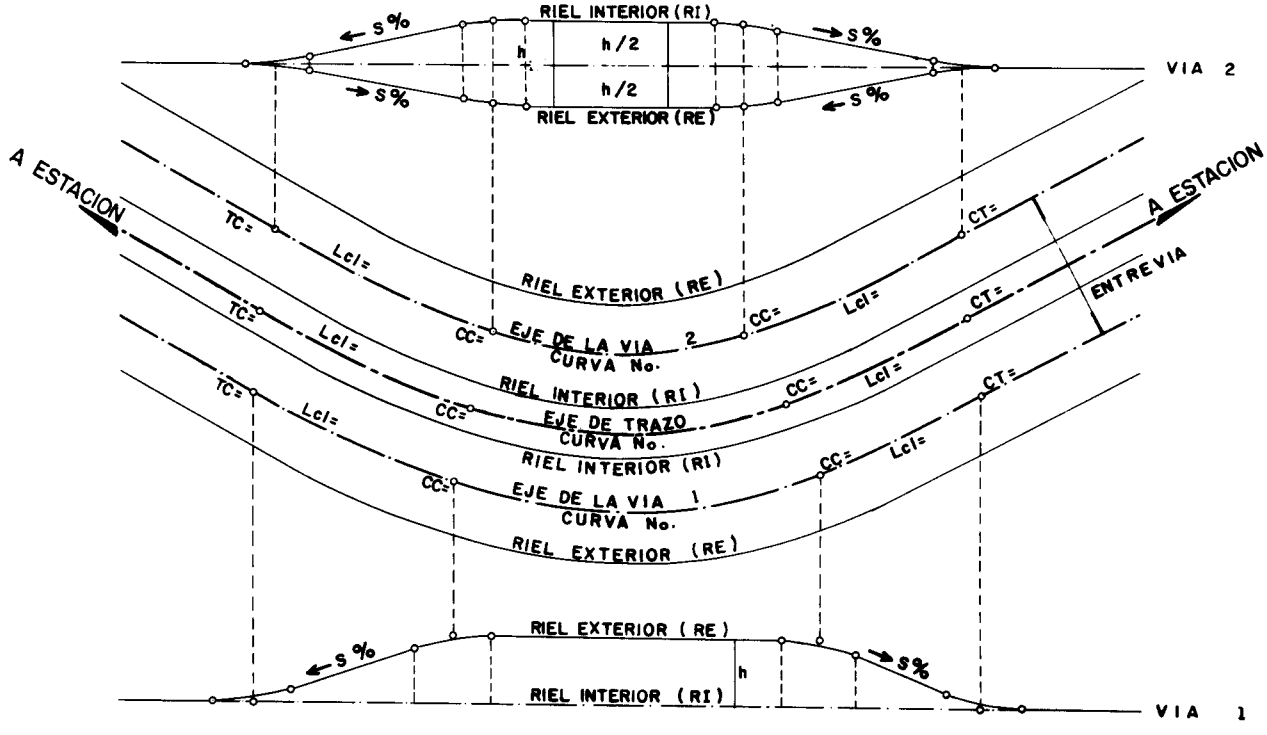
Al término de toda construcción se observarán imperfecciones en las losas de piso y techo, debido a lo cual es necesario realizar un nuevo proyecto de implantación de vía-perfil, que deberá ajustarse a las condiciones reales que presenta la obra ya construida, teniendo en cuenta el proyecto original de perfil.

Este nuevo proyecto de implantación de vía-perfil es el que fijará la posición definitiva de la parte superior del hongo de riel en cuanto a niveles. Para proyectar los niveles definitivos deberán considerarse las restricciones siguientes:

El espesor más conveniente de balasto es de 0.4 m (referencia 2.02.02.002.A.01); sin embargo, ya que difícilmente se podrá tener siempre este valor, puede aceptarse como espesor mínimo de balasto en la parte más baja del durmiente un valor de 0.2 m en zonas puntuales y como máximo el que permitan los siguientes gálibos verticales entre rasantes y el intradós:

CURVA No.	NUM. DE SECCION	DISTANCIA	SOBRE-ELEVACION TOTAL	RE VIA 2	RI VIA 2	CADENAMIENTOS RE	CADENAMIENTOS RI	ENTRE-VIA

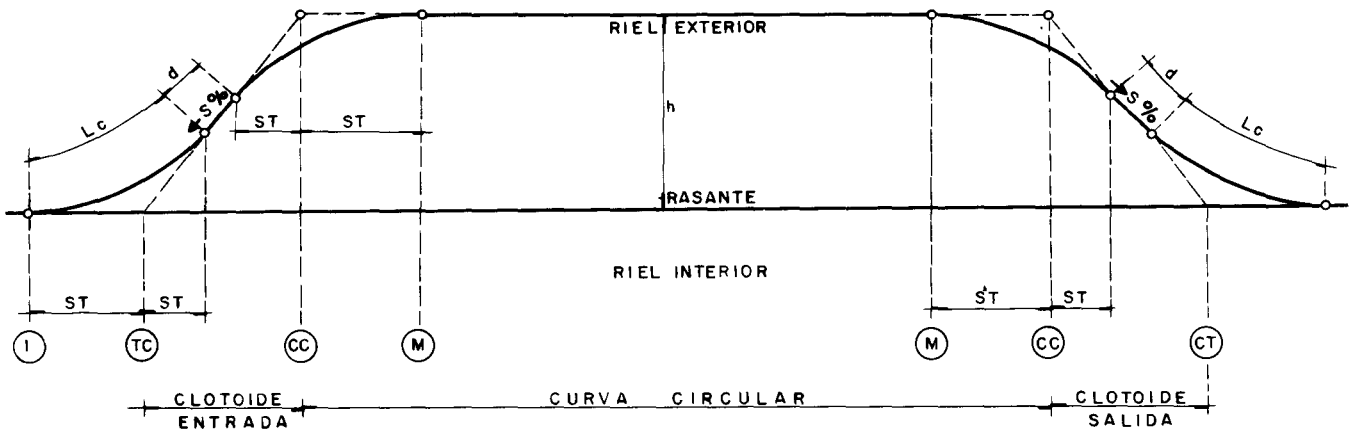
CURVA No.	NUM. DE SECCION	DISTANCIA	SOBRE-ELEVACION TOTAL	RE VIA 1	RI VIA 1	CADENAMIENTOS RE	CADENAMIENTOS RI	ENTRE-VIA



RADIO NOMINAL DE LA CURVA CIRCULAR (EJE DE TRAZO)

Fig 002-14 Plano individual de sobreelevaciones para vía subterránea sobre balasto

Curva exterior



Curva interior

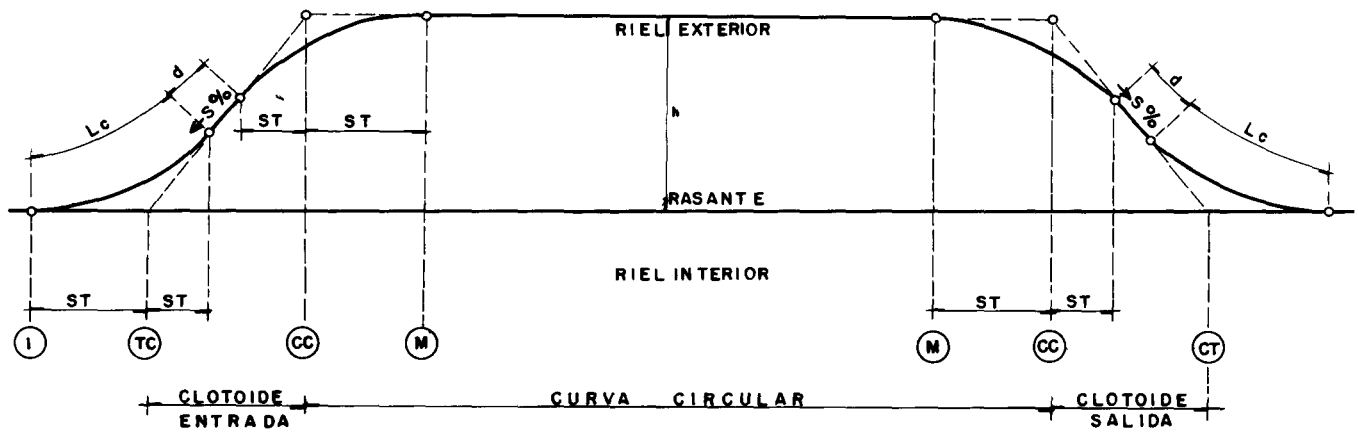


Fig 002-15 Proyecto de sobreelevaciones para vía en túnel sobre concreto

CURVA No.	NUM. DE SECCION	DISTAN-CIA	SOBRE ELEVA-CION TOTAL	R E VIA 2	R I VIA 2	CADENAMIENTOS RE	CADENAMIENTOS RI	ENTRE-VIA

CURVA No.	NUM. DE SECCION	DISTAN-CIA	SOBRE-ELEVA-CION TOTAL	R E VIA 1	R I VIA 1	CADENAMIENTOS RE	CADENAMIENTOS RI	ENTRE-VIA

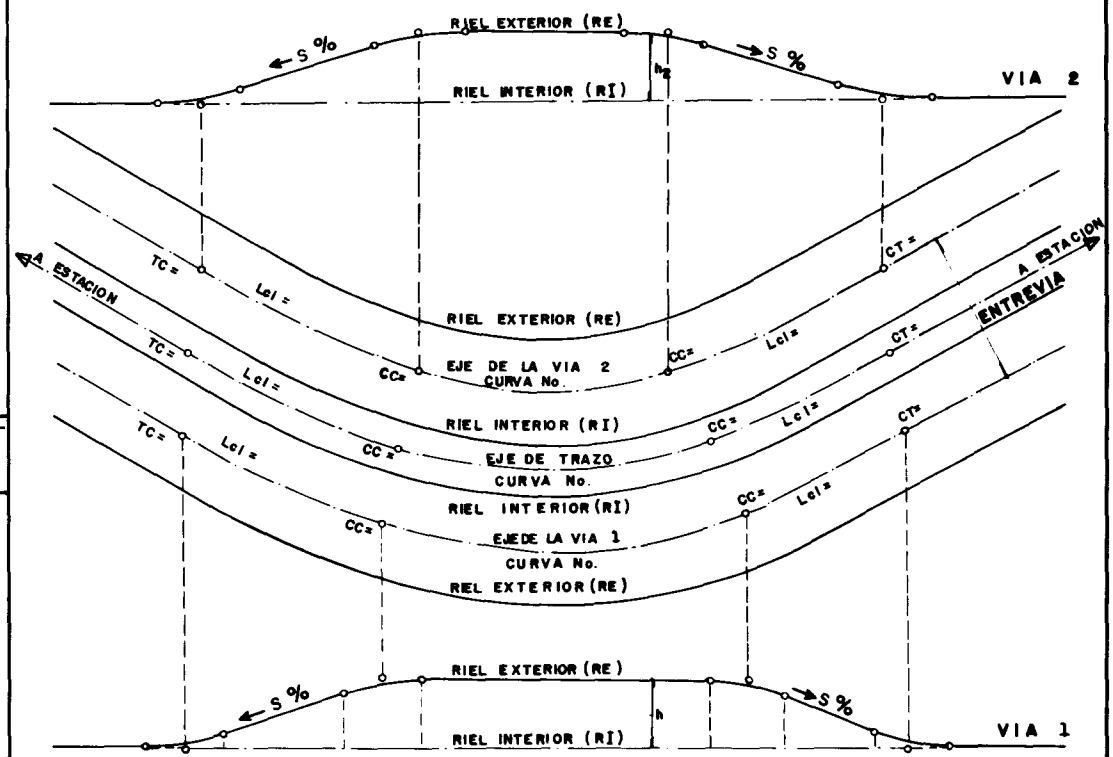


Fig 002-16 Plano individual de sobreelevaciones para vía en túnel sobre concreto

— El gálibo vertical en zona tangente o de curva horizontal con radio mayor de 500 m, no deberá ser menor de 4.9 m. En zona de curva horizontal con radio menor de 500 m no deberá ser menor de 5.15 m, de subrasante a intradós (ver 2.01.01.004.B "Pendientes mínimas y máximas").

— La pendiente máxima permisible debida a la capacidad ascendente del material rodante es de 7 por ciento. La pendiente mínima por drenaje deberá ser de 0.1 por ciento y se tratará de hacer el mínimo de cambios de signo de las pendientes para evitar la construcción de cárcamos de bombeo.

— Las curvas verticales de transición se calcularán por medio de la siguiente ecuación:

$$y = \frac{X^2}{2R}$$

en donde el radio R, para velocidades de 80 km/h es conveniente que sea igual o mayor de 2 500 m, para mayor confort del pasajero.

— Deberá tomarse en cuenta la posición donde se colocarán aparatos de vía, ya que éstos deberán quedar en zona tangente, tanto horizontal como vertical, con pendiente nula y tolerancia de 0.2 por ciento.

— Las estaciones deberán proyectarse en tangente y sin pendiente, para evitar que se tengan que aplicar los frenos cuando está un convoy estacionado para ascenso y descenso de pasaje.

— Al proyectar el nivel de la rasante en la zona de andenes deberá darse una altura de 1.1 m con tolerancia de +0.0 y —0.03 m, del nivel de la pista de rodamiento al nivel del piso terminado del andén, con objeto de evitar grandes desniveles entre el piso del carro y el andén, logrando así mayor confort y seguridad para el pasajero.

Por otra parte, el plano de implantación de vía-perfil deberá contener:

— Localización del trazo esquemático, ubicación de estaciones, de aparatos de vía, etcétera.

— Gráfica de la rasante de proyecto, donde se acotarán las pendientes.

— Localización de curvas verticales, radios de curvatura, cadenamientos y elevaciones.

— Gráfica del intradós del proyecto.

— Gráfica del intrados real.

— Gráfica de la subrasante del proyecto.

— Gráfica de la subrasante real.

— Origen de cadenamientos y elevaciones.

— Fecha de nivelación.

— Tabla con el cálculo de las elevaciones.

Los requisitos establecidos para el proyecto de implantación de vía-perfil aquí descrito, son válidos para la implantación de vía ya sea sobre balasto o sobre concreto.

002.F.01 PROYECTO DE NIVELES DE LA LOSA DE CONCRETO PARA FIJACION DE LA VIA EN CURVA

Para los casos en que la implantación de vía se haga sobre losas de concreto, será necesario que para todas las curvas horizontales que tengan sobreelevación, se realice el proyecto de niveles de la losa para la fijación de vía. La geometría quedará definida por los proyectos de implantación de vía-perfil, implantación de vía-trazo e individual de sobreelevaciones.

Este proyecto deberá ser una representación en planta de niveles de cada curva. Los datos que deberá contener son los siguientes:

— Geometría de las curvas, tanto del eje de trazo de las vías como trazo esquemático.

— Cadenamientos de los ejes de vías en cada 2.5 m. En cada uno de estos cadenamientos, se deberán anotar debidamente las elevaciones que definan en forma transversal la geometría de los andadores y la propia plataforma de fijación para la vía (fig 002-17).

— Los nombres de cada uno de los ejes, como son: eje de trazo, eje de vía exterior o interior, ejes de vía 1 o 2, según corresponda.

— Los andadores, canaletas pluviales, así como las entrevías de entrada y salida de cada curva; además se dibujarán secciones transversales en las cuales se indicará: la sobreelevación de la curva, pendientes transversales, tanto en las zonas de transición de la sobreelevación como en la curva circular y finalmente se deberá indicar la igualdad de cadenamientos de los ejes de vía referidos al eje de trazo.

002.G PROYECTO GEOMETRICO DE LOSA PARA FIJACION DE LA VIA

Para el desarrollo de este proyecto, será necesario contar con la siguiente información:

— Proyecto de gálibos.

— Proyecto de implantación de vía-trazo.

— Localización de juntas aislantes y cupones neutros.

— Proyecto de todas las instalaciones electromecánicas, electrónicas e hidráulico-sanitarias, cuya ubicación quede dentro del área de las vías.

— Levantamiento topográfico de registros para descarga de drenes longitudinales y transversales.

Esta información se deberá dibujar en planta, debiéndose indicar todas las preparaciones que irán en la losa de fijación de la vía, tales como: cajas inductivas, registros para paso de ductos o cables, instalaciones para pilotaje automático, aparatos de vía, registros hidráulicos, canaletas transversales a cada 60 m que deberán comunicarse a los registros mediante los drenes longitudinales, etcétera.

En zona tangente o curvas de $R \geq 500$ m, se utilizarán canaletas y para curvas con $R < 500$ m, se proyectarán ductos entre el eje de entrevía y los registros localizados sobre la curva de menor radio (figs 002-17 y 002-25 a 30).

002.H PROYECTO DE DISTRIBUCION DE DURMIENTES Y LOCALIZACION DE JUNTAS AISLANTES, CUPONES NEUTROS, SOLDADURAS, APARATOS DE DILATACION Y ANCLAJES

El tipo de estructura que sustentará la vía para hacer la fijación de la misma sobre balasto, define los requerimientos del proyecto que se pueden dividir en dos sistemas de fijación, que son en cajón normal o túnel, y en superficial o viaducto elevado. Tanto en

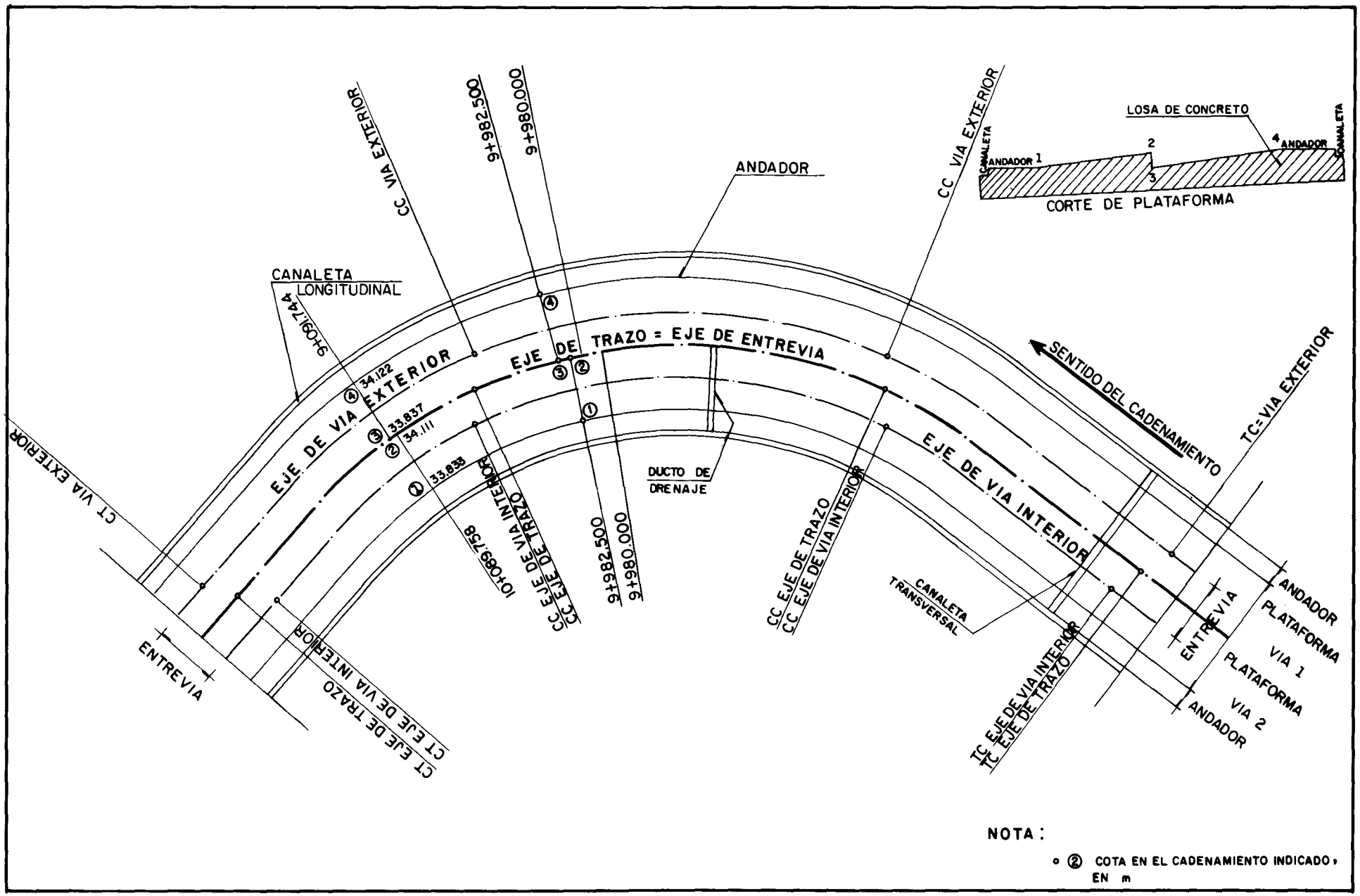


Fig 002-17 Ejemplo de la información esquemática para el cálculo de niveles de losa en zona de curva

uno como en otro sistema se pueden utilizar durmientes de madera o de concreto, radicando la diferencia entre uno y otro, en que cuando la solución es superficial o en viaducto elevado, se utilizarán juntas mecánicas o aparatos de dilatación para controlar los movimientos por diferencia de temperatura en los perfiles metálicos; en las soluciones en cajón normal o túnel, la vía será continua.

Para hacer un proyecto de distribución de durmientes es necesario considerar la presencia de: juntas aislantes, juntas de dilatación, juntas mecánicas, juntas de cambio de polaridad, aparatos de vía, cupones neutros, localización de curvas horizontales, y demás instalaciones particulares que integren la vía.

Cada uno de los conceptos anteriores tiene su distribución de durmientes tipo, por lo que es necesario conocer su localización en el tramo para poder hacer los ajustes necesarios al llegar a esta zona (figs 002-18 a 21).

— En tramo tangente o curva de R ≥ 500 m, la distancia entre ejes de durmientes debe ser de 0.75 m; en zona de curva con R < de 500 m, será de 0.6 metros.

— La distancia entre ejes de aislador en tramo tangente o curva de R ≥ 500 m, debe ser de 3 m y en zona de curva con R < 500 m será de 1.8 metros.

— La posición relativa de los aisladores entre las dos vías no debe ser colineal, es decir, sus ejes no deben coincidir para facilitar las maniobras de mantenimiento cuando hay entrevía de 2.9 metros.

El proyecto de distribución de durmientes deberá contener los cadenamientos de los siguientes elementos:

— Estaciones.

— Puntos principales de cada curva.

— Localización de extremos de vía.

— Ubicación de aparatos de vía.

— Localización de juntas de dilatación.

— Ejes de juntas aislantes.

— Localización de crucetas.

— Ejes de cupones neutros y en general de todas las instalaciones importantes de la vía.

Deberá tenerse además como base, la información de los planos de implantación de vía-trazo que estarán referidos al eje de trazo, así como tambien deberán indicarse los diferentes tipos de durmientes por utilizar (de madera o de concreto) según sea el caso.

002.H.01 TROCHAS

Llámase trocha a la separación que debe haber entre las caras interiores de los rieles de una vía. Para el caso del Metro de la Ciudad de México, la trocha debe tener los siguientes valores:

— En tramo tangente o curva con R≥ 500 m será de 1.435 m, con una tolerancia de + 3 mm, — 1.5 mm. En zona de curva con R< 500 m será de 1.439 m, con una tolerancia de + 3 mm, — 1.5 mm.

— La separación entre ejes de pistas de rodamiento en zona de curva con R < 500 m, será de 1.997 m, y para tangente o curva con R ≥ 500 m será de 1.993 metros.

— La separación entre el borde de rodamiento del riel y el eje de la pista de rodamiento, será de 0.279 m con una tolerancia de ± 3 mm (figs 002-1, 002-2 y 002-7).

002.H.02 AJUSTE DE LA BARRA GUIA

Es la distancia entre el borde de rodamiento del riel y el paño interior de la barra guía. En tramos en tangente esta distancia es de 0.531 m, con una tolerancia de + 2 mm, — 1 mm (figs 002-1, 002-2 y 002-7).

En casos de tramos en curva el ajuste de la barra guía deberá calcularse de acuerdo con el procedimiento indicado en la tabla 002-2, y sus valores dependerán del esfuerzo a la deriva de los neumáticos, de la fuerza centrífuga y del peralte correspondiente a la curva. Esta modificación al ajuste deberá realizarse para evitar golpeteo y fisuras en el riel.

002.H.03 SOLDADURAS

El criterio para la ubicación de soldaduras de riel, pista y barra guía, así como la localización de juntas mecánicas está definido por el plano tipo No. 78-VI.17-0.03-III-12-1018-P modificación No. 1, proporcionado por COVITUR.

002.I PROYECTO DE LOCALIZACION DE ANCLAJES, JUNTAS AISLANTES, CUPONES NEUTROS, SOLDADURAS Y APARATOS DE DILATACION

El proyecto de localización de anclajes corresponde al tipo de fijación de vía sobre losa de concreto; la condición necesaria para utilizar este sistema es la construcción de una estructura contenedora que no esté sujeta a variaciones diferenciales en su perfil topográfico (fig 002-7).

La característica fundamental de este sistema de fijación es la sustitución de la capa de balasto y los durmientes, por una losa de concreto simple a la que se sujetan todos los elementos de la vía por medio de varillas o anclas.

Para ejecutar el proyecto de localización de anclajes es necesario considerar lo siguiente:

— Localización de juntas aislantes.

— Cupones neutros.

— Aparatos de cambio de vía.

— Localización de curvas horizontales.

— Localización de drenes transversales, y todos los elementos importantes de la vía.

Cada uno de los conceptos anteriores cuenta con una distribución tipo de anclajes, por lo que será necesario conocer su localización en el tramo para poder hacer los ajustes necesarios al llegar a esta zona (figs 002-22 a 30).

— En tramo tangente o curva con R ≥ 500 m, la distancia entre ejes de anclas de riel y pista es de 0.75 m y en zona de curva con R < 500 m será de 0.6 metros.

— La localización de juntas aislantes, cupones neutros, etc., corresponderá a los proyectos de señalización y tracción, y sus cadenamientos corresponderán al proyecto de implantación de vía-trazo.

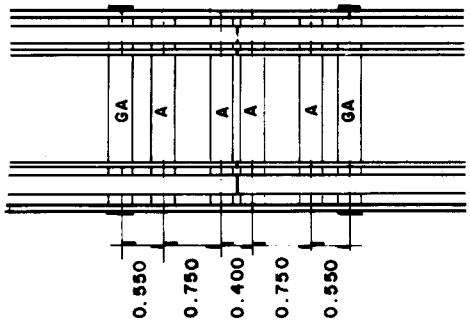
El proyecto de localización de anclajes, juntas aislantes, cupones neutros, etc., deberá contener la siguiente información:

— Trazo esquemático.

— Cadenamientos de estaciones.

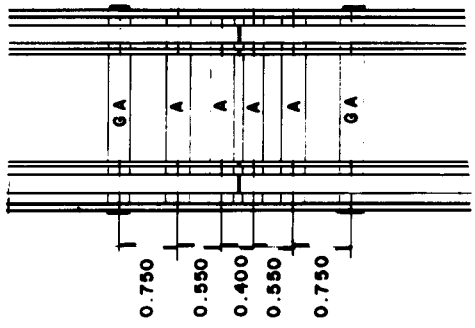
JUNTA AISLANTE

EN TANGENTE O CURVA DE R ≥ 500 m



JUNTA AISLANTE EN PR

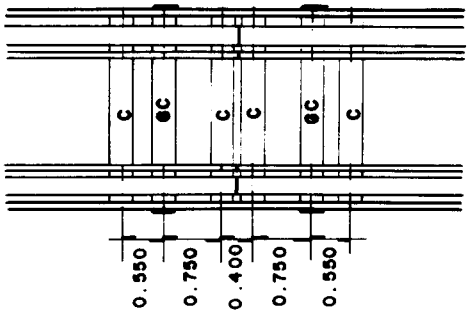
EN TANGENTE O CURVA DE R ≥ 500 m



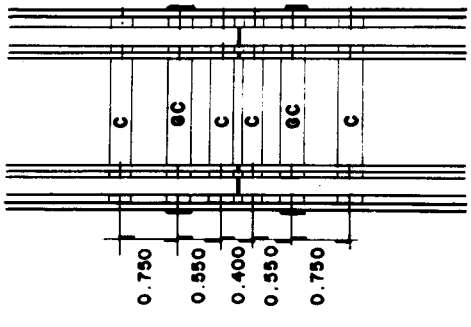
SIMBOLOGIA

A	DURMIENTE ORDINARIO PARA TANGENTE O CURVA CON R ≥ 500 m
C	DURMIENTE ORDINARIO PARA CURVAS CON R< 500 m
GA	DURMIENTE SOPORTE DE AISLADOR PARA TANGENTE O CURVA CON R≥500 m
GC	DURMIENTE SOPORTE DE AISLADOR PARA CURVAS CON R< 500 m
———	AISLADOR

EN CURVA DE R < 500 m



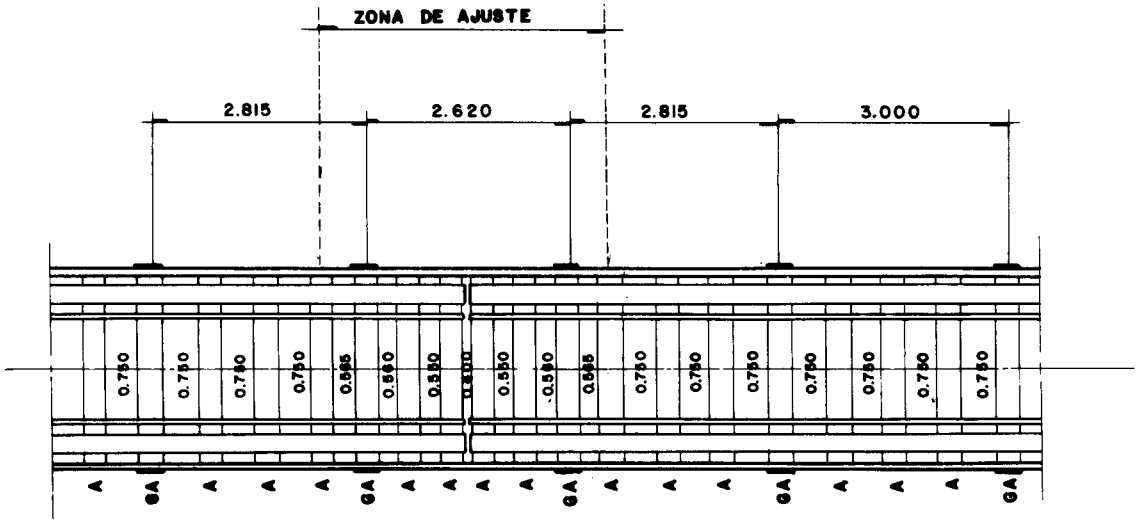
EN CURVA DE R < 500 m



ACOTACIONES, EN m
ESCALA 1:100

Fig 002-18 Distribución de durmientes de madera en zona de juntas aislantes (JA) y (JAPR)

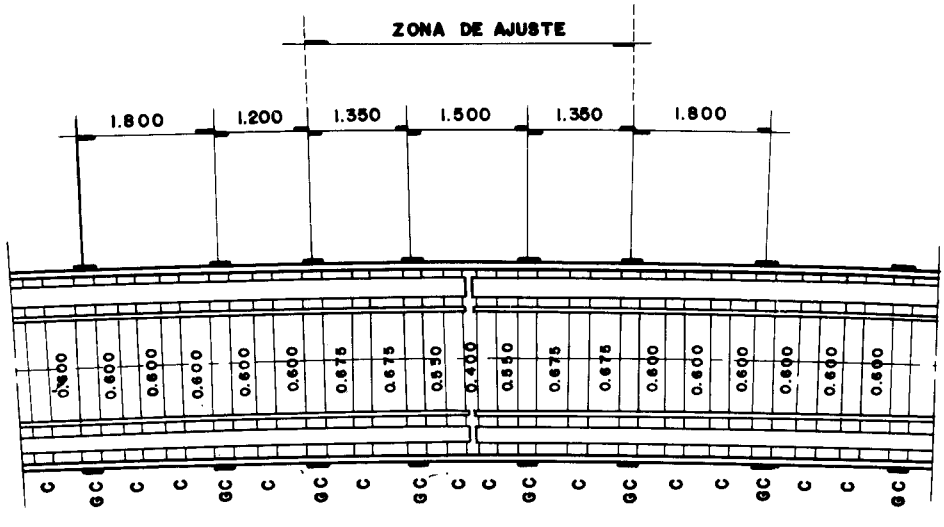
EN TANGENTE O CURVA CON R ≥ 500 m



SIMBOLOGIA

A	DURMIENTE ORDINARIO PARA TANGENTE O CURVA CON R ≥ 500 m
C	DURMIENTE ORDINARIO PARA CURVAS CON R< 500 m
GA	DURMIENTE SOPORTE DE AISLADOR PARA TANGENTE O CURVA CON R≥500 m
GC	DURMIENTE SOPORTE DE AISLADOR PARA CURVAS CON R<500 m
——▬——	AISLADOR

EN CURVA CON R < 500 m



ACOTACIONES, EN m
ESCALA 1 : 100

Fig 002-19 Distribución de durmientes de madera en zona de juntas mecánicas (JM)

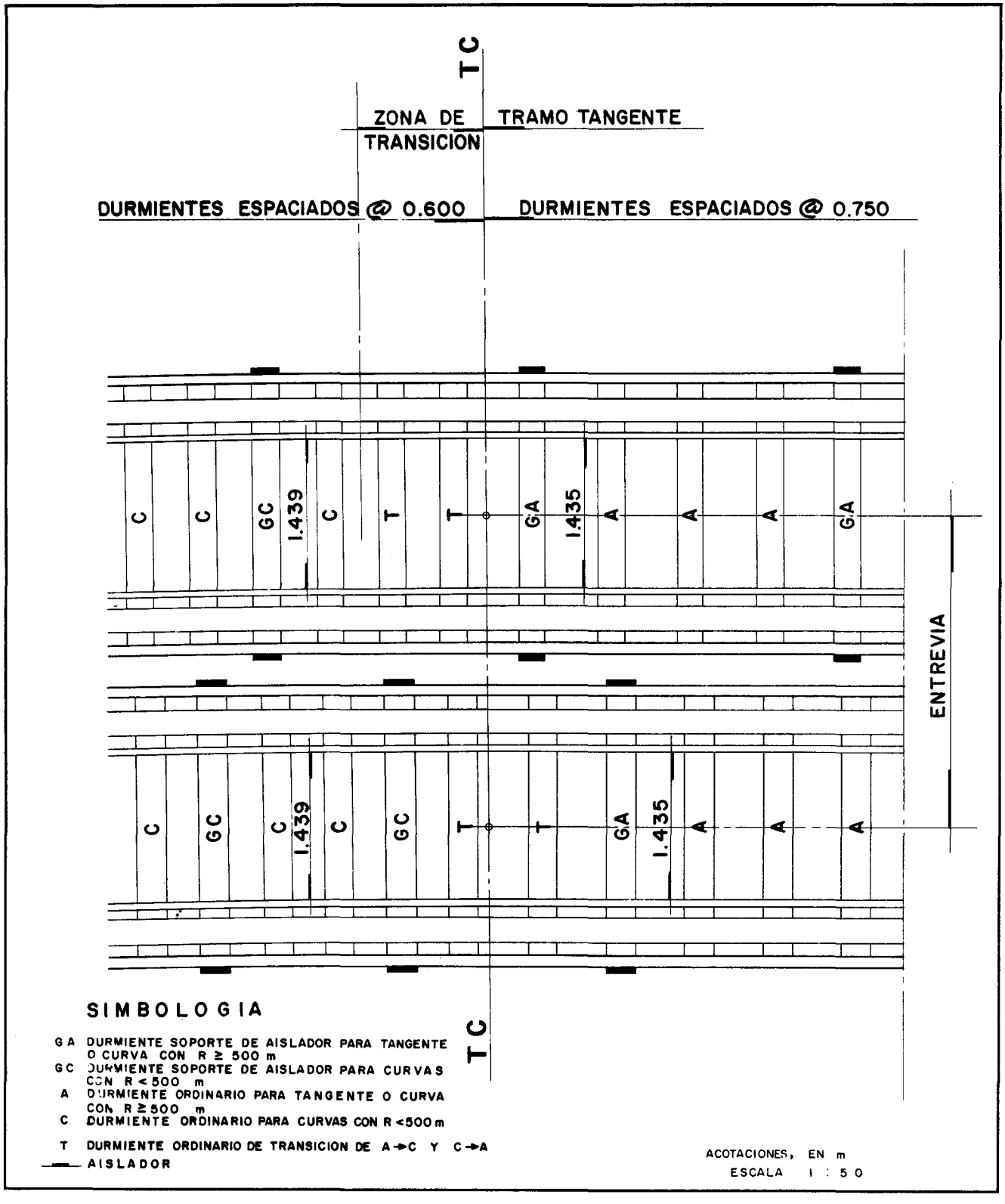


Fig 002-20 Distribución de durmientes de madera en zona de transición de tangente a curva o viceversa

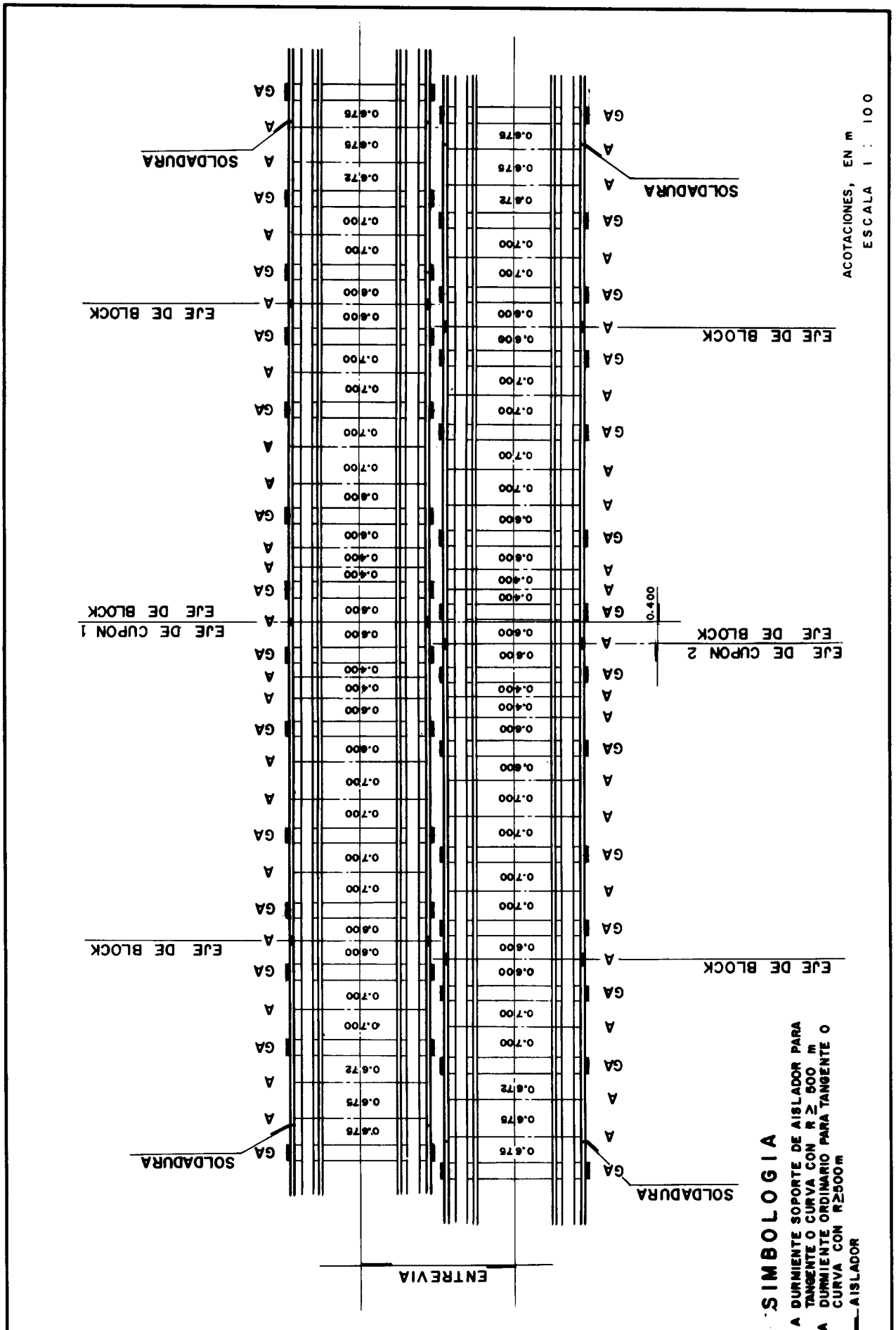
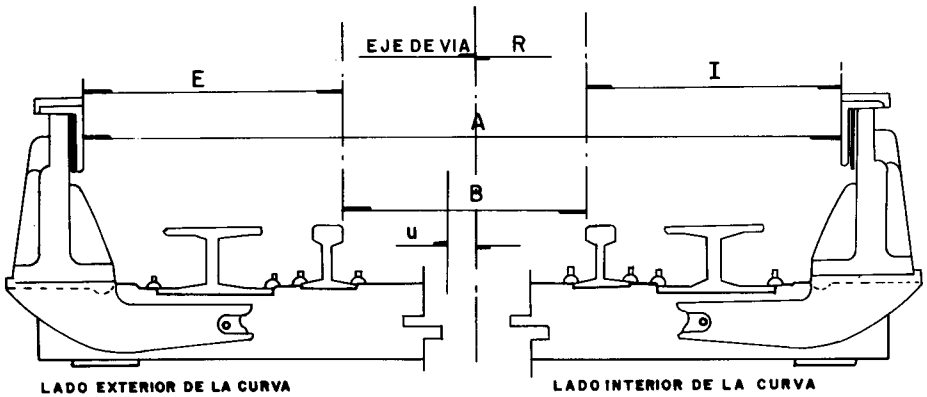


Fig 002-21 Distribución de durmientes de madera en un cupón neutro de tres blocks aislantes



$K_{máx} = \frac{Hr\,máx}{1.5}$

$K_{mín} = \frac{Hr\,mín}{1.5}$

R Radio de curvatura, en m
A, B, E, I, u, en mm
K en kg/t
Hr Peralte, en mm

R = _____

K máx = _____			
X = 14 K	_____	$d_1 = \begin{matrix} X/100 \\ o \\ 4X/300 \end{matrix}$	_____
Y = 10 K	_____	$d_2 = \begin{matrix} Y/100 \\ o \\ 4Y/300 \end{matrix}$	_____
$D_{1m} = \frac{3d_1 + d_2}{4}$	_____	$\Delta_{1M} = D_{1m} - \frac{944}{R}$	_____

K mín = _____			
X = 14 K	_____	$d_1 = \begin{matrix} X/100 \\ o \\ 4X/300 \end{matrix}$	_____
Y = 10 K	_____	$d_2 = \begin{matrix} Y/100 \\ o \\ 4Y/300 \end{matrix}$	_____
$D_{2m} = \frac{d_1 + 3d_2}{4}$	_____	$\Delta_{2m} = D_{2m} - \frac{944}{R}$	_____

$\frac{A-B}{2}$ = _____

NOTA:
Si $-750 < X$ o $Y < 750$ se tomará d_1 o $d_2 = \frac{X \text{ o } Y}{100}$

Si X o Y > 750 se tomará d_1 o $d_2 = \frac{4X \text{ o } 4Y}{300}$

Si X o Y = 750 no hay ajuste

750 es la reacción en kg de la barra guía por efecto del empuje del neumático de guiado en tramo recto visto en planta.

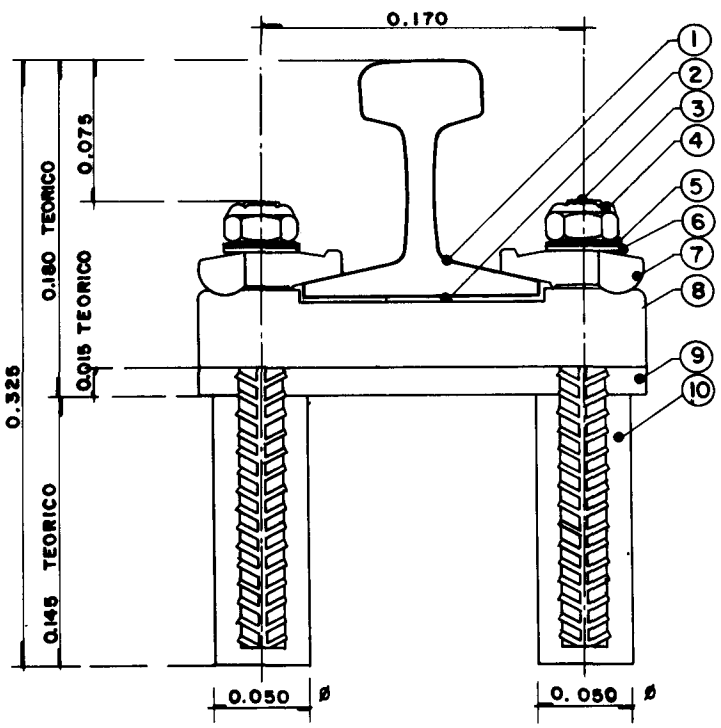
$u = -\frac{\Delta_{1M} + \Delta_{2m}}{2}$ _____

LINEA _____
TRAMO _____

$E = \frac{A-B}{2} + u$ _____

$I = \frac{A-B}{2} - u$ _____

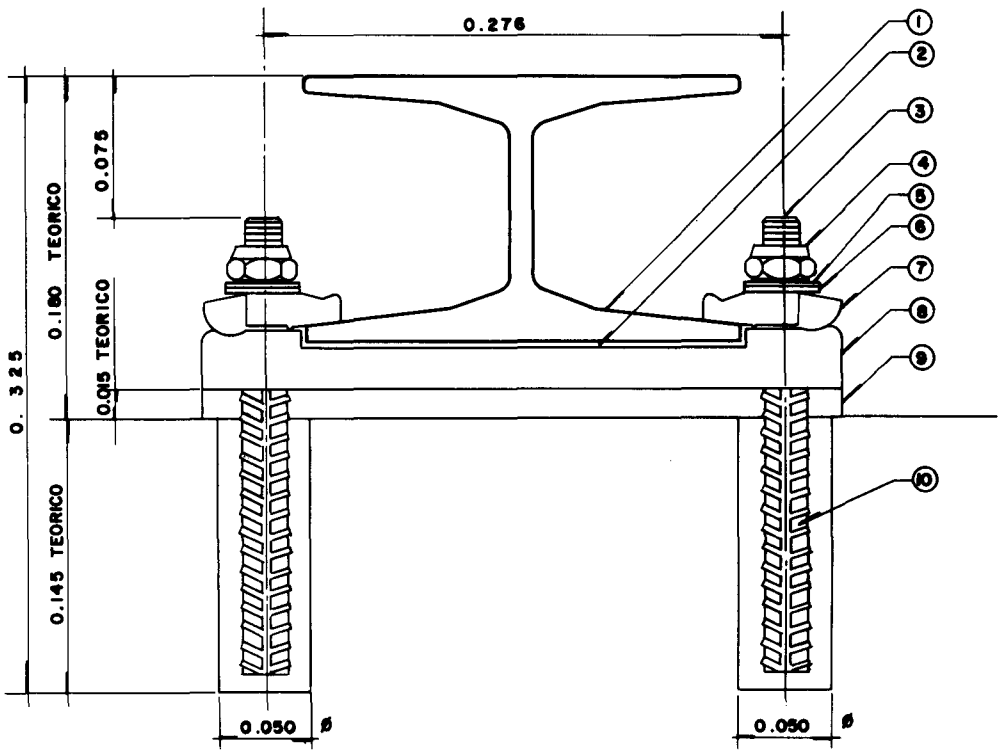
Tabla 002-2 Cálculo del ajuste de las barras guía



	DESCRIPCION
1	RIEL DE 80 ASCE
2	ALMOHADILLA AISLANTE DE RIEL 80 ASCE
3	VARILLA DE FIJACION RP 80
4	TUERCA AUTOFRENADA ø M20 ACERO MEDIO DURO,CLASE 10, ALTURA 18 mm, PASO 25 mm, CON PROTECCION ELECTROLITICA
5	RONDANA ELASTICA PARA TORNILLO ø 20 mm
6	RONDANA PLANA M20 ø INT. 21 mm, ø EXT. 40 mm ESPESOR 3 mm
7	GRAPA RP 80
8	CALZA AISLANTE DE RIEL 80 ASCE
9	MATERIAL PARA RELLENO
10	MATERIAL PARA SELLAMIENTO

ACOTACIONES, EN m
SIN ESCALA

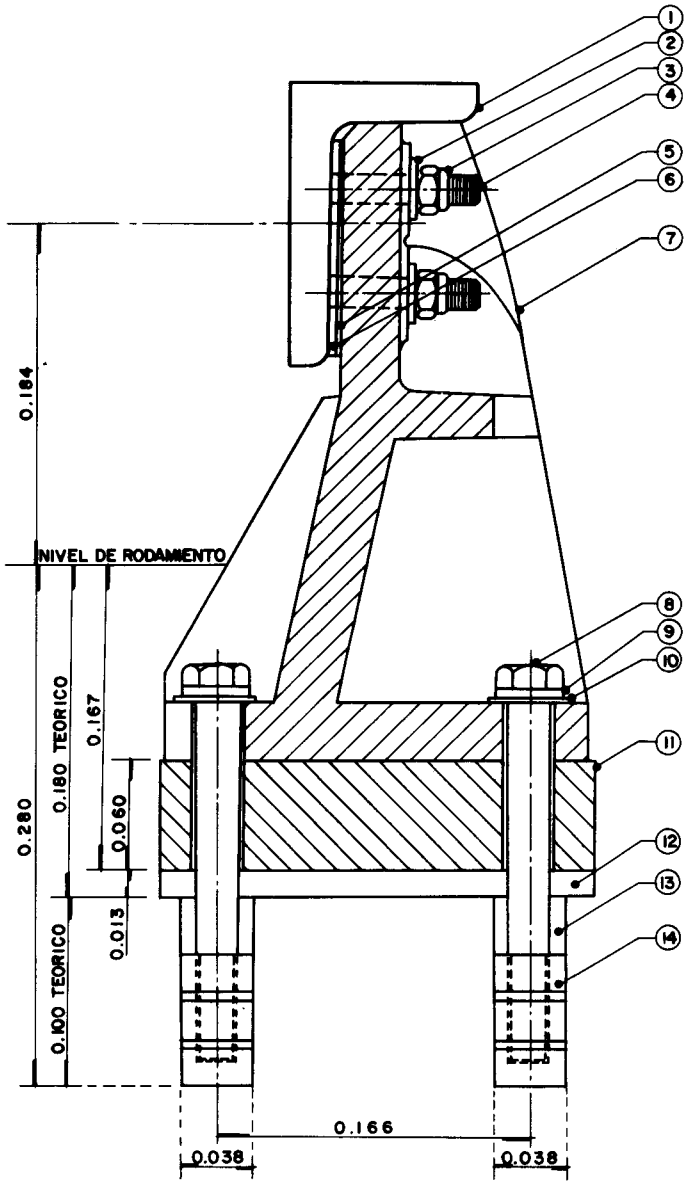
Fig 002-22 Fijación de riel tipo canadiense para vía aislada



	DESCRIPCION
1	PISTA METALICA
2	ALMOHADILLA AISLANTE DE PISTA METALICA
3	VARILLA DE FIJACION RP 60
4	TUERCA AUTOFRENADA ø M 20 ALTURA 18 mm, PASO 25 mm, CON PROTECCION ELECTROLITICA, ACERO MEDIO DURO CLASE 10
5	RONDANA ELASTICA PARA TORNILLO ø 20 mm
6	RONDANA PLANA M-20 ø INT. 21 mm, ø EXT. 40 mm Y ESPESOR 3 mm
7	GRAPA RP 60
8	CALZA AISLANTE, DE PISTA METALICA
9	MATERIAL PARA RELLENO
10	MATERIAL PARA SELLAMIENTO

ACOTACIONES, EN m
SIN ESCALA

Fig 002-23 Fijación de pista tipo canadiense para vía aislada



	D E S C R I P C I O N
1	BARRA GUIA Y DE TOMA DE CORRIENTE
2	RONDANA L 16 N
3	TUERCA AUTOFRENADA M-16
4	PERNO NELSON
5	CALZA DE AJUSTE FINO (3 y 4 mm)
6	CALZA PERMANENTE DE 3 PERFORACIONES (5mm)
7	AISLADOR
8	TORNILLO ØM22(CABEZA HEXAGONAL DE LONG. 0.200 m)
9	RONDANA GROWER WL-22
10	RONDANA PLANA ALARGADA Ø 22
11	CALZA DE AISLADOR
12	MATERIAL PARA RELLENO
13	MATERIAL PARA SELLAMIENTO
14	ANCLAJE CON CONO DE PLOMO

ACOTACIONES, EN m
SIN ESCALA

Fig 002-24 Fijación de aislador tipo canadiense para vía aislada

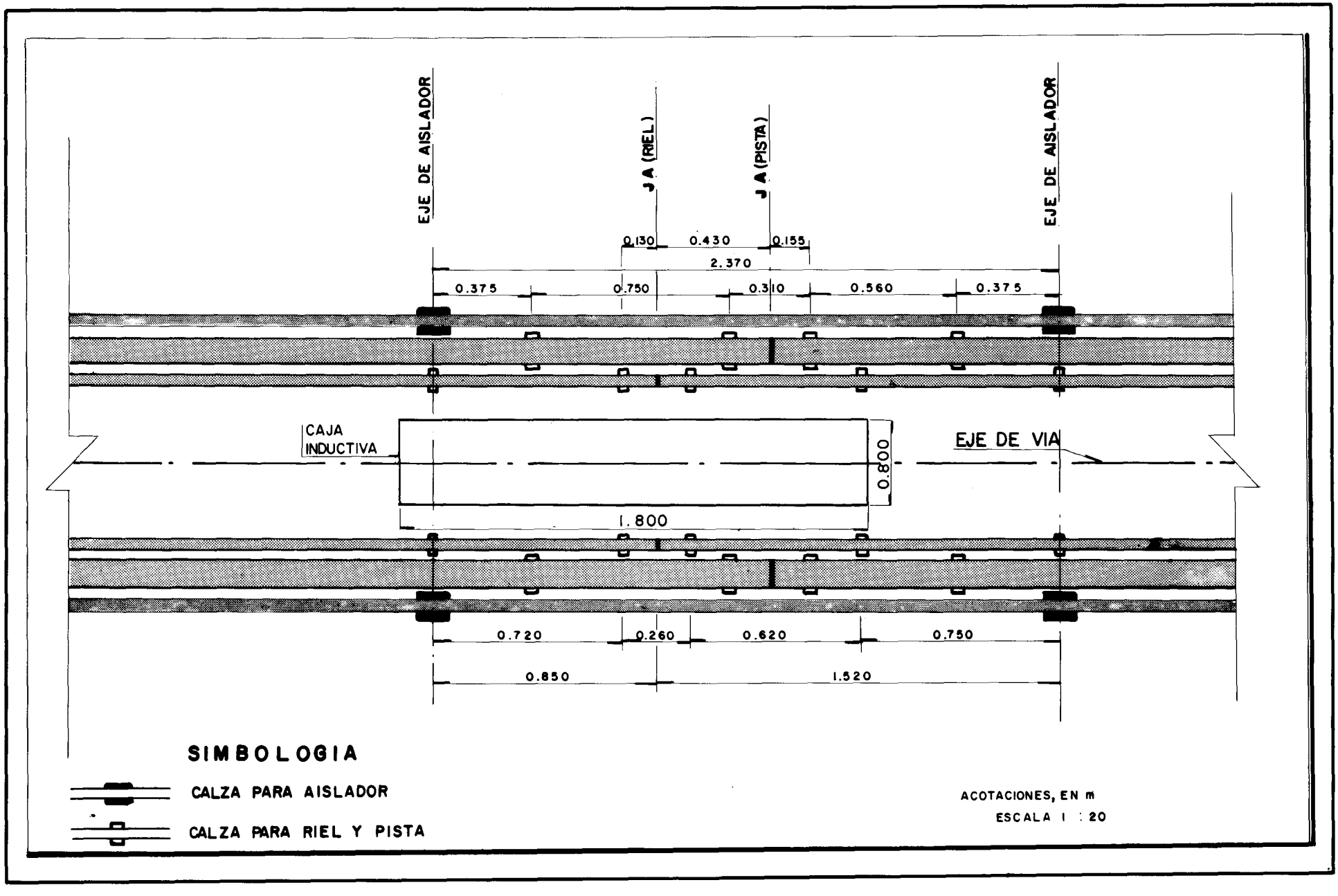


Fig 002-25 Detalle de juntas aislantes en tangente o curva de R > 500 m para una via

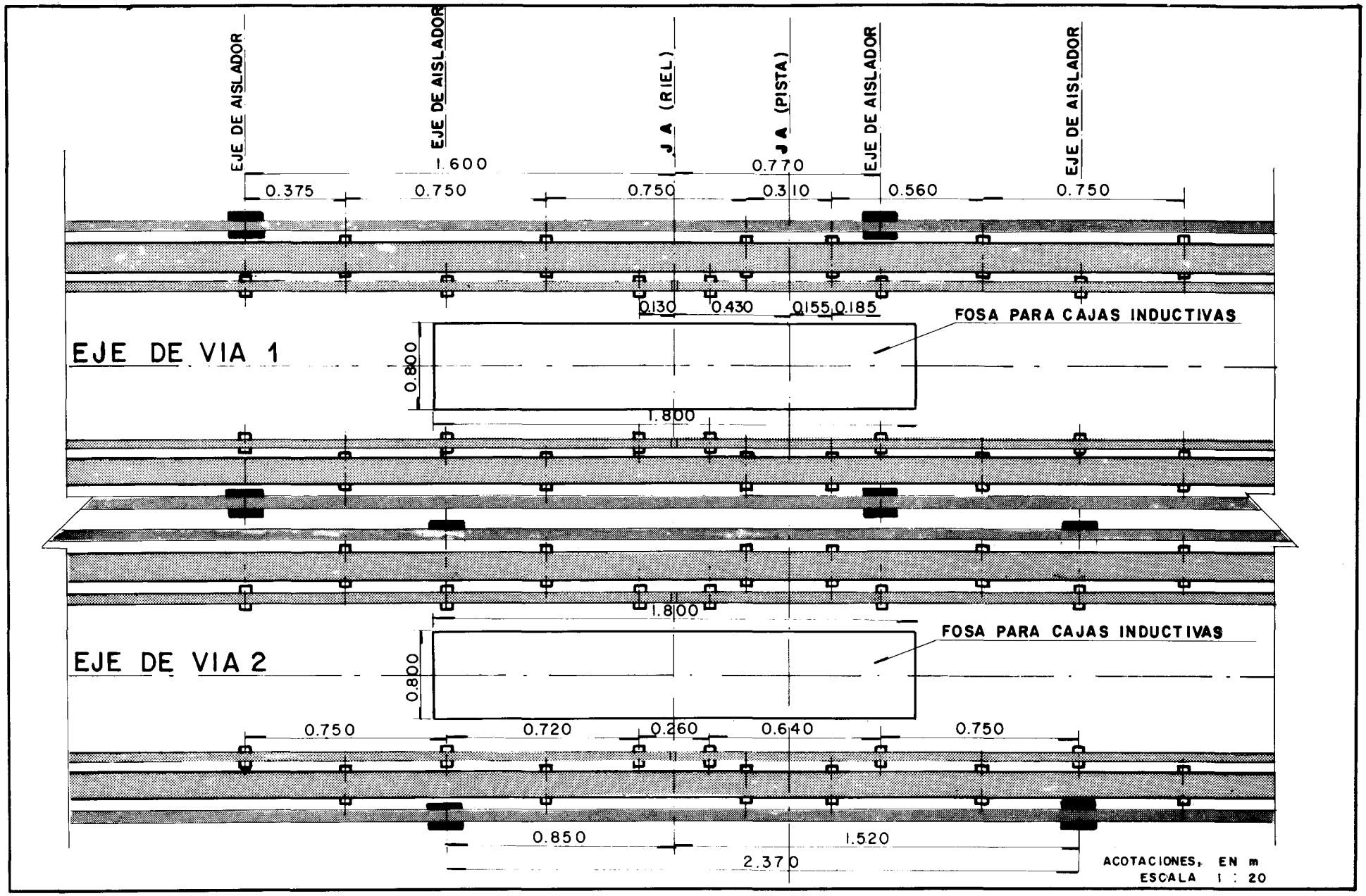


Fig 002-26 Detalle de juntas aislantes en tramo tangente o curva con R≤500 m para dos vias

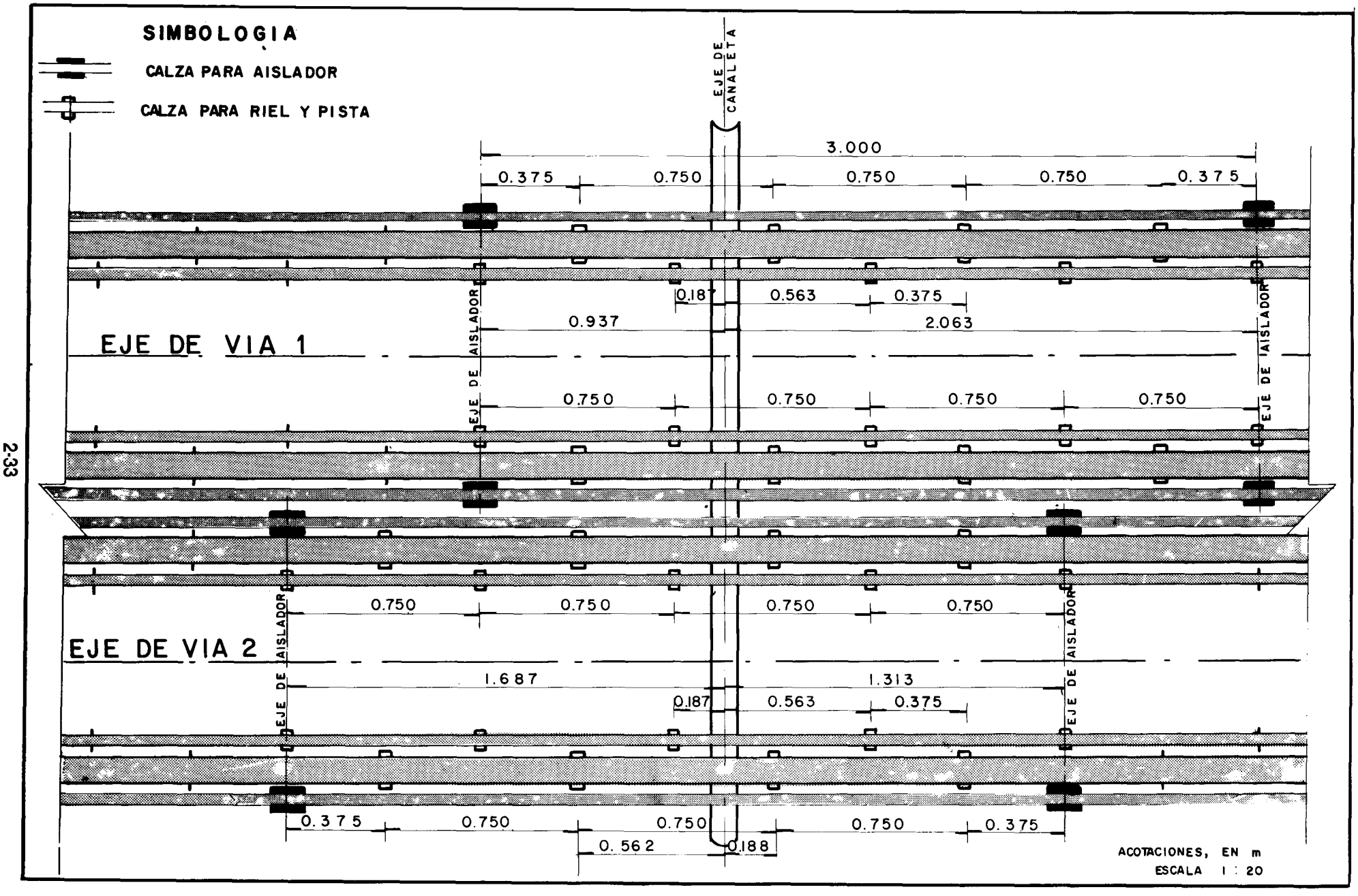


Fig 002-27 Detalle de canaleta en tangente para dos vías

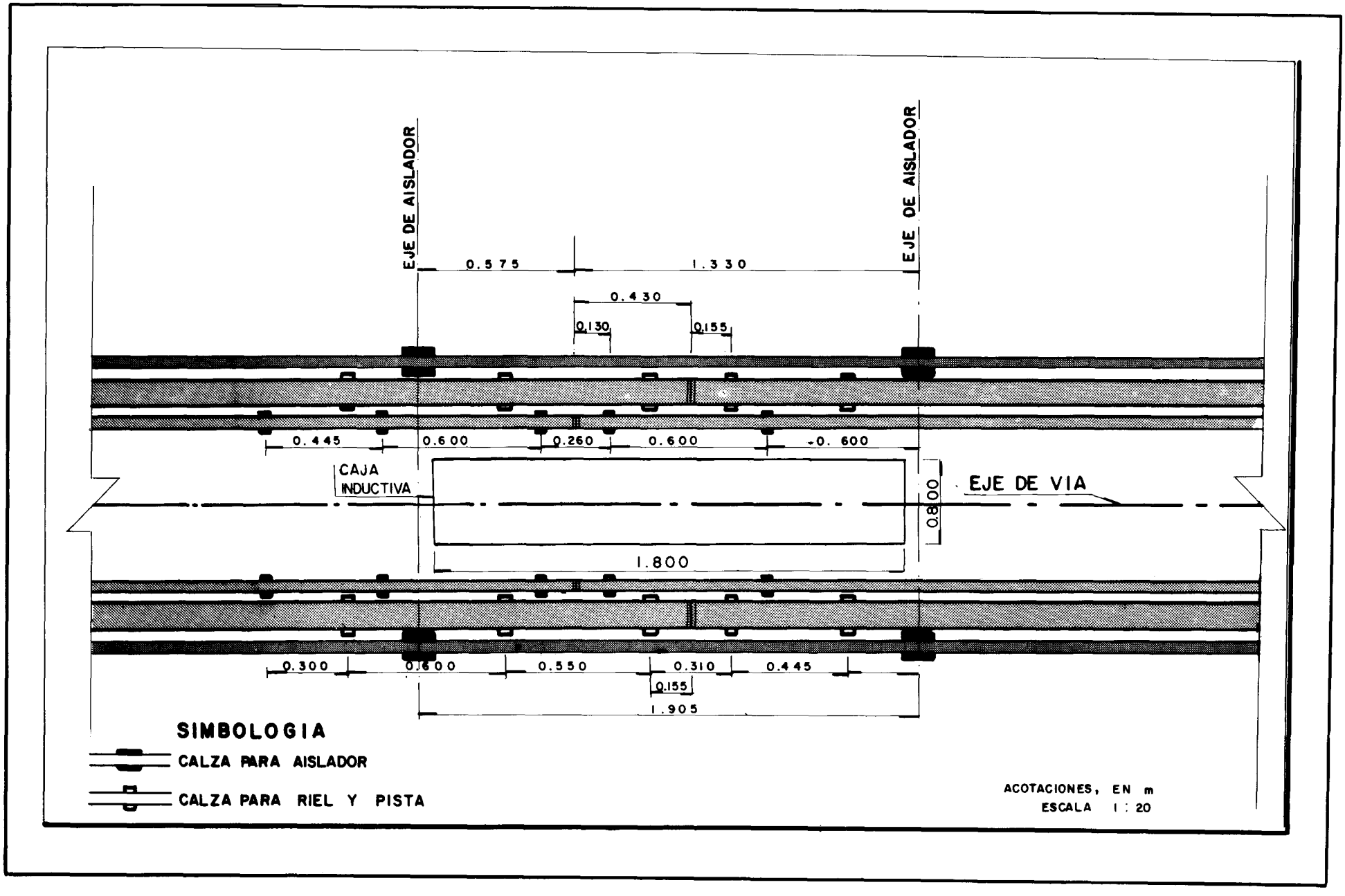


Fig 002 – 28 Detalle de juntas aislantes en curva de R<500 m para una vía

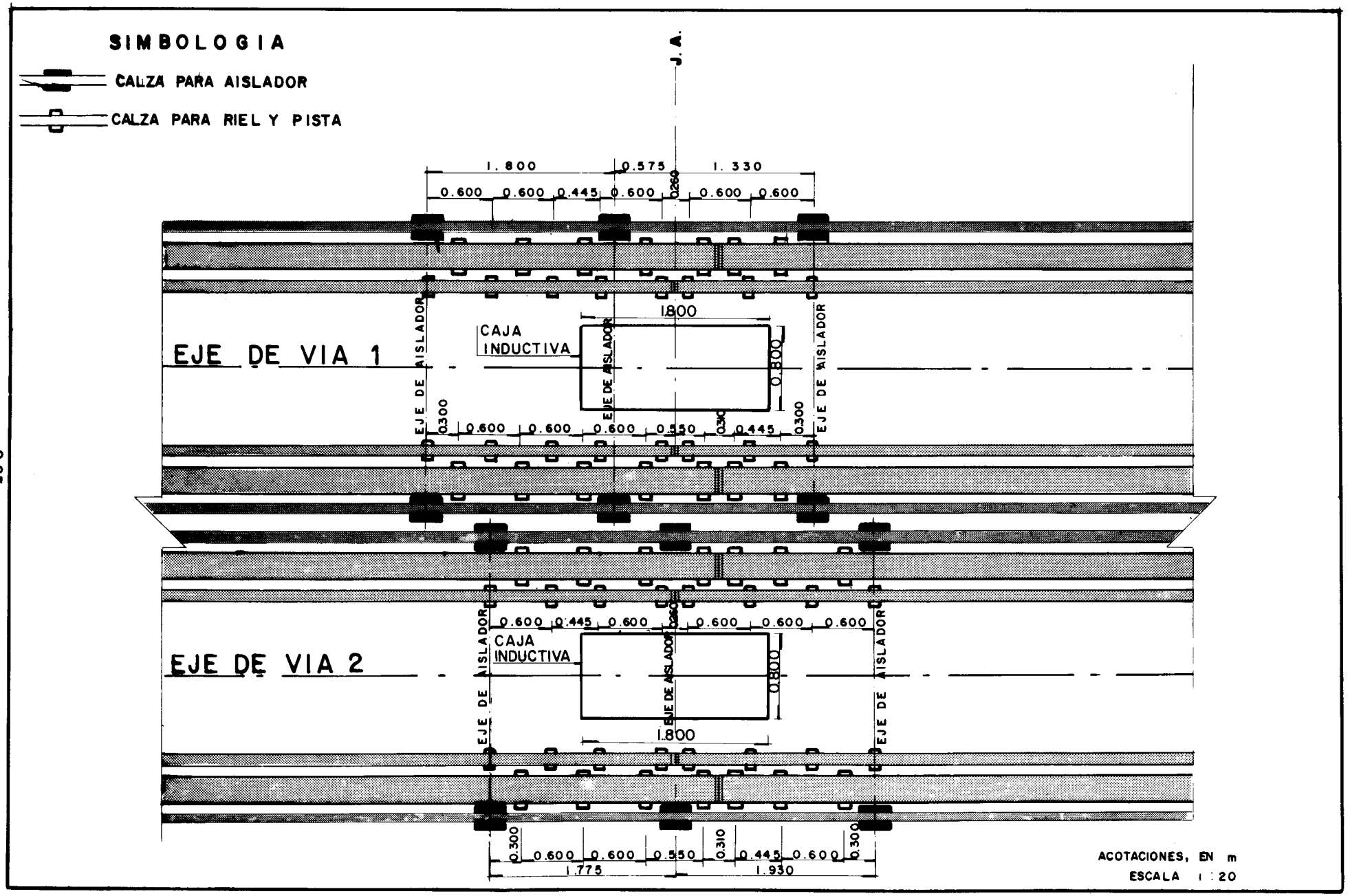


Fig 002-29 Detalle de juntas aislantes en curva de R<500 m para dos vias

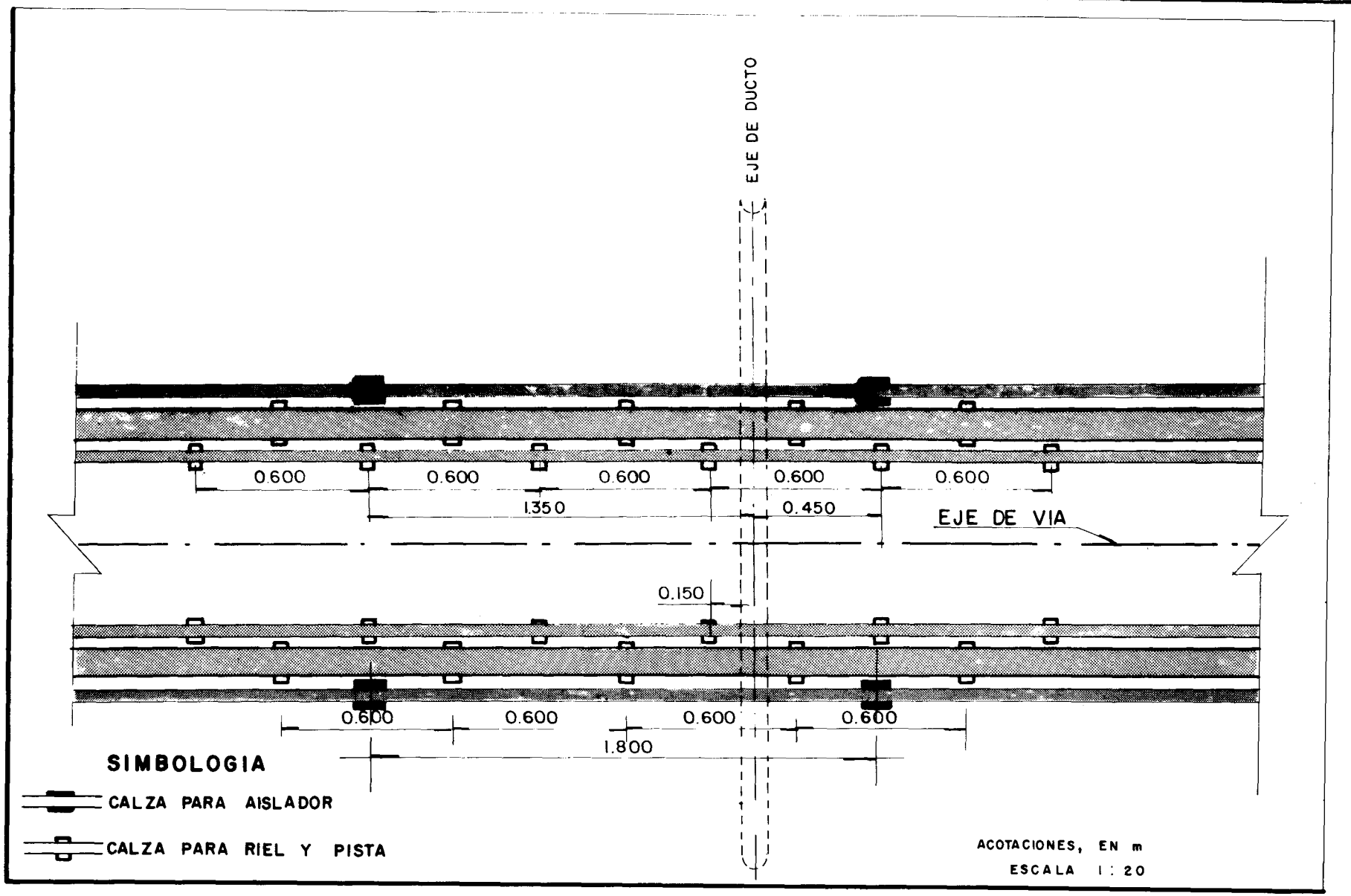


Fig 002-30 Fijación en curva de R<500 m vía sobre losa de concreto

— Cadenamientos de los puntos principales de cada curva.

— Cadenamiento de aparatos de vía.

— Cadenamientos de los ejes de juntas aislantes.

— Cadenamientos de los ejes de cupones neutros.

— Cadenamientos de los ejes de drenes transversales.

002.J PROYECTO DE COLOCACION Y MONTAJE DE APARATOS DE CAMBIO DE VIA

Para ejecutar el proyecto de colocación y montaje de aparatos de cambio de vía es necesario considerar los siguientes puntos:

— El plano tipo del aparato (ver 2.02.02.001.A.07).

— Proyecto de señalización.

— Proyecto de tracción.

— Los cadenamientos correspondientes al proyecto de implantación de vía-trazo.

El proyecto de colocación y montaje de los aparatos de cambio de vía deberá contener la información siguiente:

— Cadenamientos de las puntas de aparato.

— Localización de juntas aislantes por señalización y por aislamiento del aparato.

— Cortes de la barra guía y tipo de cruceta.

— Colocación del motor del aparato de cambio de vía.

— Tabla de cuantificación de los materiales de fijación del aparato de cambio de vía.

— Tabla de cotas de ajuste de la barra guía.

— Detalles de rieles y contrarrieles, en caso necesario.

— Detalle de las cabezas de los durmientes, incluyendo los aisladores sobre platillo y sobre zoclo.

— Simbología.

— Tipo de montaje a utilizarse a lo largo de las piezas.

— Cotas de ajuste a la barra de toma de corriente

— Tipo de cerrojo a utilizarse, bien sea individual o axial.

— Localización de cambio de riel de 100 lb/yd a 80 lb/yd.

— Nomenclatura de los aparatos (figs 002-31 y 002-32).

002.J.01 APARATOS TANGENTE 0.13

Enlaces. Esquemáticamente se componen de un tramo tangente y de un tramo desviado, el primero con una longitud de 25.912 m de la PdeA, al TdeA, localizándose el PI a 7.246 m de la PdeA; la longitud del segundo es de 20.236 m, del PI al TdeA. Se toman estas abreviaturas del esquema (a) de la fig 002-31, donde puede verse que sus extremos son puntos característicos que corresponden a los denominados punta de aparato, PdeA, talones de aparato, TdeA y punto de inflexión, PI, partes que físicamente corresponden al inicio y final de las piezas que componen el conjunto del aparato.

El material con el que se fabrican estas piezas es de acero al manganeso, que es sumamente rígido y requiere de un trabajo de implantación cuidadoso con una localización bien definida.

El aparato cuenta con tramos de riel de 100 lb/yd de una longitud de 8.625 m, medida a partir de la PdeA y TdeA, vía desviada, y de 10.125 m, medida a partir del TdeA, vía directa; estos rieles son emplanchuelados en uno de sus extremos a las piezas que componen el aparato y soldados por el otro extremo a un riel de 80 lb/yd, correspondiendo esta soldadura al inicio de la vía ordinaria y término de la zona del aparato; la pista y la barra guía permanecen inalterables.

Dada la naturaleza del conjunto, su implantación deberá realizarse en tangente, con una pendiente nula y tolerancia de 0.2 por ciento.

Además, se instalarán contrarrieles igualmente del tipo 100 lb/yd, que responden a la necesidad de asegurar el guiado de los trenes, dado que éste se anula a nivel de la barra de alimentación al ser interrumpido en su parte central; esta discontinuidad se logra por medio de las denominadas "crucetas", que son elementos estandarizados en longitudes de 7.5 y 11.5 m, y que permiten el paso gradual de los frotadores positivos del sistema eléctrico. Cabe mencionar que esta discontinuidad no afecta a la instalación del sistema de pilotaje automático ni a la telefonía de alta frecuencia.

El cambio en dirección es realizado por medio de agujas de 9.3 m, del tipo flexible, ubicadas a nivel de la PdeA. La parte central se asegura con piezas monoblock fijas.

El radio mínimo en la zona de aparatos es de 90 y 150 m al abordar el cambio y salir del desvío, respectivamente.

La sección de los durmientes utilizados en la zona del aparato es de 150 × 260 mm, variando la longitud de 2.6 a 5 m como máximo, pudiéndose recurrir también al traslapo de durmientes para tramos mayores de 3.5 metros.

La posición de cada uno de los durmientes debe quedar determinada de manera exacta, ya que su maquinado debe corresponder a la forma de la pieza que soportará en dicho punto. Los durmientes que tienen una mayor facilidad para ser intercambiados, son los ubicados fuera de la PdeA y del TdeA.

La fijación de los elementos del aparato a los durmientes, se realizará por medio de tirafondos de tipo A y C, de 115 y 135 mm de longitud, respectivamente, y 23 mm de diámetro.

La operación de la maniobra del aparato se efectúa por medio de un motor tipo T-80, montado sobre dos de los durmientes.

El enclavamiento de las agujas se asegurará por medio de cerrojos axiales al eje de vía o individuales, uno en cada aguja, dependiendo de la manera en que se lleve a cabo la operación, la cual queda asegurada por la señalización que opera bajo el sistema de derivación, esto es, que los circuitos de vía mantienen una sección aislada continuamente.

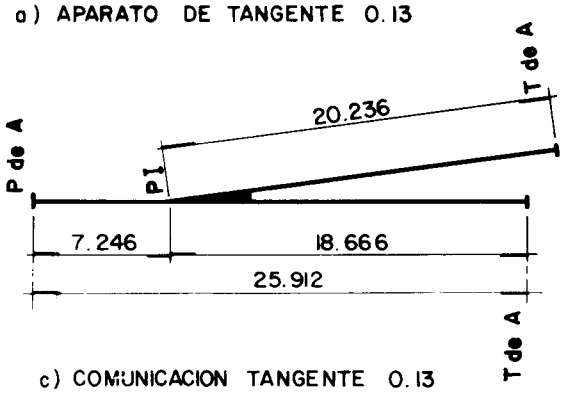
Comunicaciones. Las longitudes de cada uno de los aparatos de vía varían conforme a la entrevía que se adopte, alcanzando valores de 36.800, 38.723, 40.261 y 46.800 m, para las entrevías de 2.9, 3.15, 3.25 y 4.2 m, respectivamente (figs 002-31 y 002-32).

Básicamente el diseño de las piezas moldeadas corresponde al de los enlaces, presentándose la diferencia más notable a nivel de las piezas centrales, que son más cortas para permitir lo que será un acoplamiento entre dos aparatos de enlace.

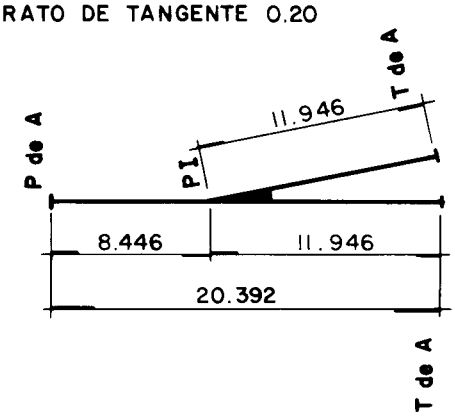
El tipo de fijación a utilizar es similar, mediante tirafondos tipos A y C.

La operación de los aparatos y los sistemas de señalización son por derivación, similares a los de los enlaces.

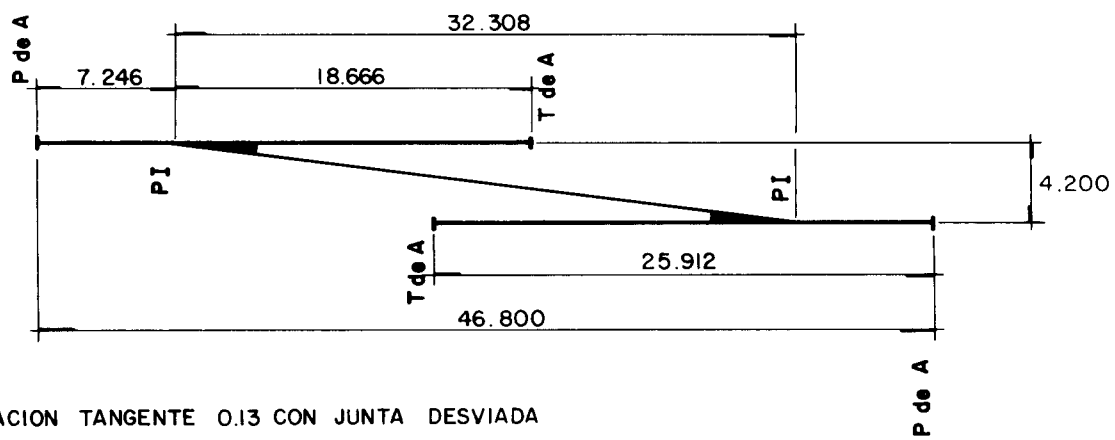
a) APARATO DE TANGENTE 0.13



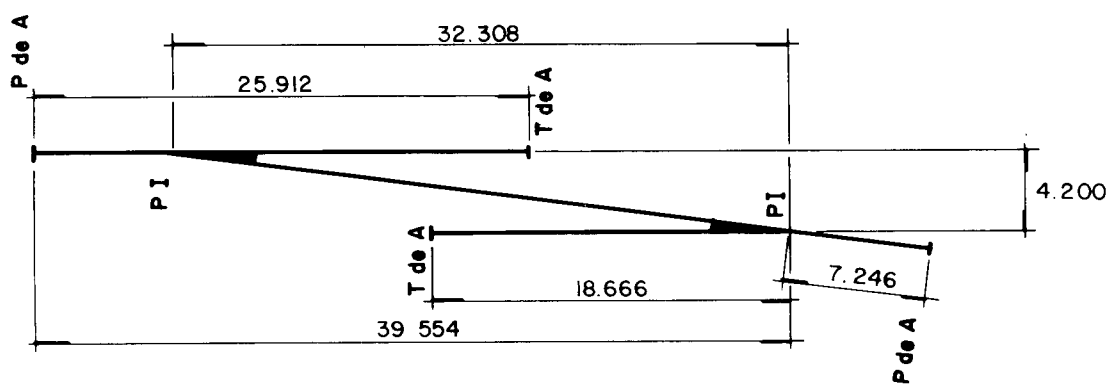
b) APARATO DE TANGENTE 0.20



c) COMUNICACION TANGENTE 0.13



d) COMUNICACION TANGENTE 0.13 CON JUNTA DESVIADA



ACOTACIONES, EN m
SIN ESCALA

Fig 002-31 Aparatos de cambio de vía de enlace y comunicación

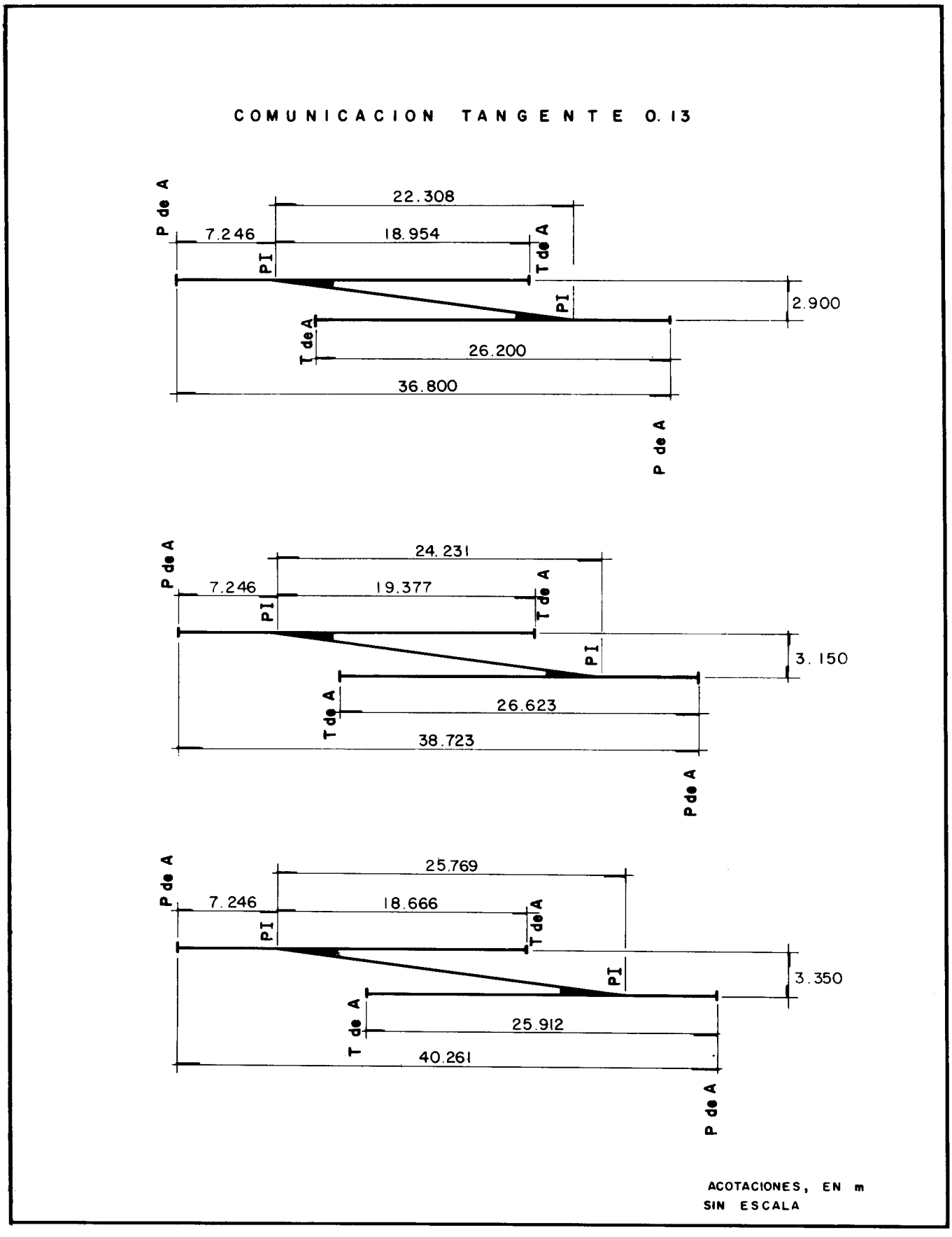


Fig 002-32 Aparatos de cambio de vía de comunicación

CAPITULO 2.02.03.001

INTRODUCCION

Las vías secundarias en el Metro de la Ciudad de México son aquéllas en las cuales el material rodante circula sin usuarios y a baja velocidad; se localizan en espuelas de comunicación, peines de acceso a naves de depósito, colas definitivas de maniobras en general y en vías de talleres.

Esta Especificación establece las condiciones que deben satisfacerse en el proyecto de implantación de vías secundarias.

CAPITULO 2.02.03.002

IMPLANTACION DE VIA

La estructura que sustentará la fijación de la vía podrá ser de tipo subterráneo, superficial o en viaducto elevado, para espuela de comunicación; y de tipo superficial, en peines de acceso a naves de depósito y en talleres, deduciéndose según la solución y tramo del Metro los diversos tipos de planos que se elaborarán para configurar el proyecto de implantación de vía.

002.A VIA SOBRE BALASTO

La vía sobre balasto está constituida por los elementos siguientes: balasto, durmientes, rieles, pista de rodamiento, barra guía y materiales de fijación, elementos cuyas características y especificaciones técnicas han sido descritas en las cláusulas 2.02.02.002.A.01 al 08 correspondientes a vías principales.

002.B VIA SOBRE CONCRETO

La vía sobre concreto está constituida por la losa de fijación de vía, riel, pista de rodamiento, barra guía o toma de corriente y materiales de fijación, elementos cuyas características y especificaciones técnicas han sido descritas en 2.02.02.002.B. Existen vías aisladas y no aisladas, como se indica en las figs 002-22 a 002-24 del capítulo 2.02.02.002 y figs 002-1 a 002-4 de este capítulo, dependiendo del mantenimiento que se dé a los carros del Metro.

002.C TRABAJOS PREVIOS A LA EJECUCION DEL PROYECTO DE VIA

La ejecución del proyecto de implantación de vía requiere de actividades e información previas que consisten fundamentalmente en trabajos topográficos, que permitan la verificación del proyecto original del trazo, perfil y gálibos dentro de la estructura que alojará la vía, tanto en balasto como en concreto.

002.C.01 VERIFICACION DEL TRAZO

Deberá cumplirse con los requerimientos para la verificación del trazo, descritos en 2.02.02.002.C.01.

002.C.02 VERIFICACION DEL PERFIL

Deberá cumplirse con los requerimientos para la verificación del perfil, descritos en 2.02.02.002.C.02.

002.C.03 VERIFICACION DE GALIBOS

Deberá cumplirse con los requerimientos para la verificación de gálibos, descritos en 2.02.02.002.C.03, aunque por condiciones estructurales o de mantenimiento, los gálibos deberán deducirse para cada proyecto en particular.

002.D PROYECTO DE IMPLANTACION DE VIA-TRAZO

Los requerimientos para la ejecución del proyecto de implantación de vía-trazo, descritos en 2.02.02.002.D, deberán cumplirse.

002.E PROYECTO DE IMPLANTACION DE VIA-PERFIL

Los requerimientos para la ejecución del proyecto de implantación de vía-perfil, descritos en 2.02.02.002.F, deberán cumplirse.

002.F PROYECTO DE DISTRIBUCION DE DURMIENTES, LOCALIZACION DE JUNTAS AISLANTES, SOLDADURAS Y JUNTAS MECANICAS, PARA VIA SOBRE BALASTO

Los requerimientos para la ejecución del proyecto de distribución de durmientes, localización de juntas aislantes, cortes de barra guía, soldaduras, etc., descritos en la cláusula 2.02.02.002.H, son válidos para esta cláusula, aunque agregando que para el caso de vías secundarias y en zona de curva, la barra guía se colocará únicamente sobre la fila de radio mayor.

002.G PROYECTO DE LOCALIZACION DE ANCLAJES, JUNTAS AISLANTES, SOLDADURAS Y JUNTAS MECANICAS, PARA LA FIJACION DE LA VIA SOBRE LOSA DE CONCRETO

El proyecto de localización de anclajes corresponde al tipo de fijación de vía sobre losa de concreto. En vías secundarias se presenta en espuelas de comunicación, vialidades transversales y fosas de visita en zona de talleres, pudiendo ser de tipo francés o canadiense (figs 002-1 a 002-4).

Para ejecutar el proyecto de localización de anclajes será necesario considerar la localización de:

— Juntas aislantes.

— Juntas mecánicas.

— Aparatos de cambio de vía.

— Drenes transversales.

— Curvas horizontales.

Cada uno de los conceptos anteriores cuenta con una distribución de anclajes tipo, por lo que será necesario conocer su localización para poder hacer los ajustes suficientes al llegar a estas zonas (figs 2-25 a 2-30 del capítulo 2.02.02.002), como se indica a continuación:

— En tramo tangente o curva con $R \geq 500$m, la distancia entre ejes de anclas de riel y pista es de 0.75 m y en zona de curva con $R < 500$ m será de 0.6 metros..

— La distancia entre ejes de aislador en tramo tangente o curva con $R \geq 500$ m, será de 3 m, y en zona de curva con $R < 500$ m será de 1.8 metros.

— En talleres las vías secundarias se operan a baja velocidad, por lo que no contarán con curvas peraltadas y por lo tanto el ajuste de la barra guía de 0.553 m en zona de curva, será igual para tramos tangentes con una sola barra guía; en colas de maniobras con dos barras guía su ajuste será de 0.533 metros.

— La localización de juntas aislantes dependerá del proyecto de señalización.

— Los cadenamientos corresponderán al proyecto de implantación de vía-trazo.

El proyecto de localización de anclajes, juntas aislantes, etc., deberá contener la información siguiente:

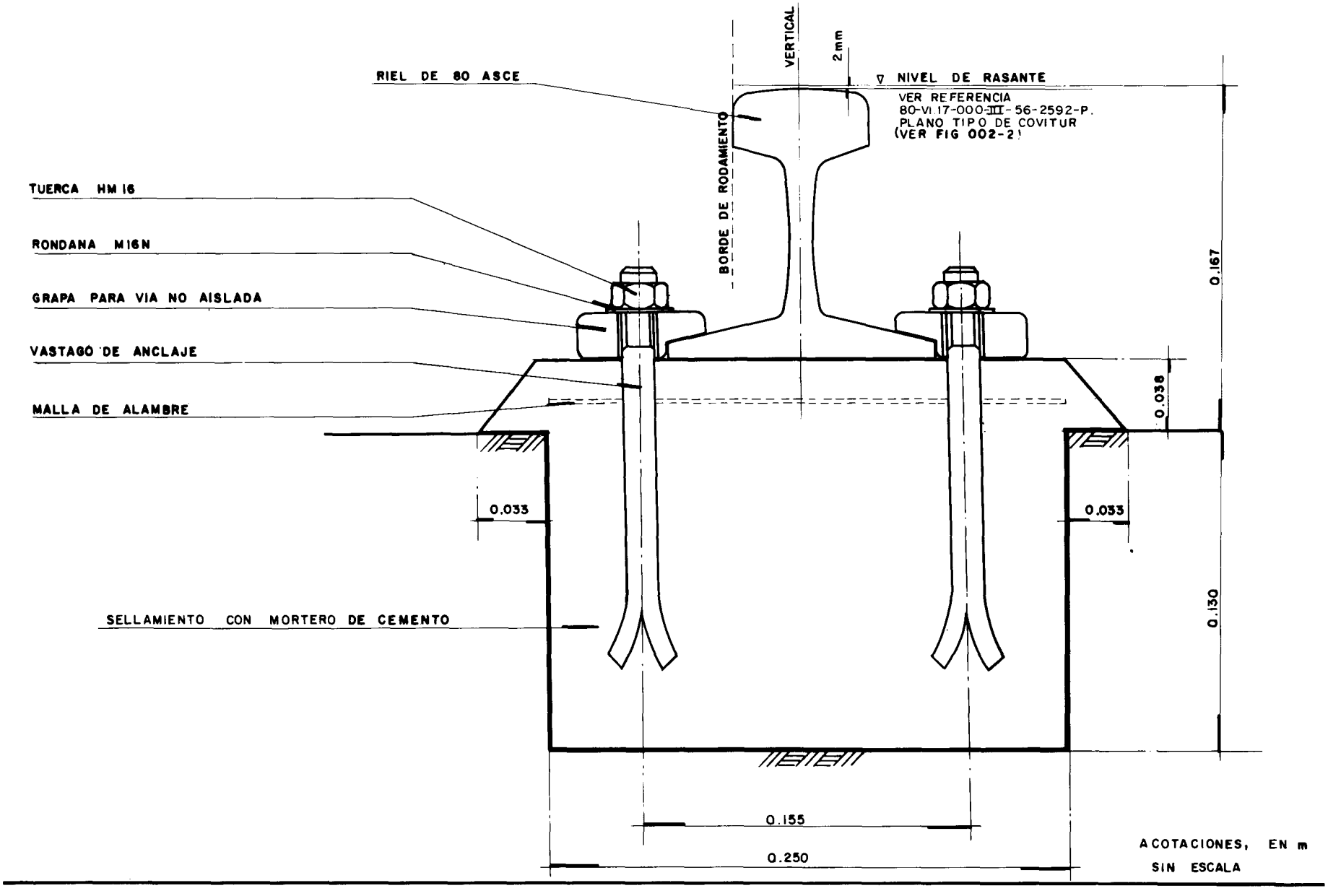


Fig 002 – 1 Fijación de riel tipo francés para vía no aislada sobre losa de concreto

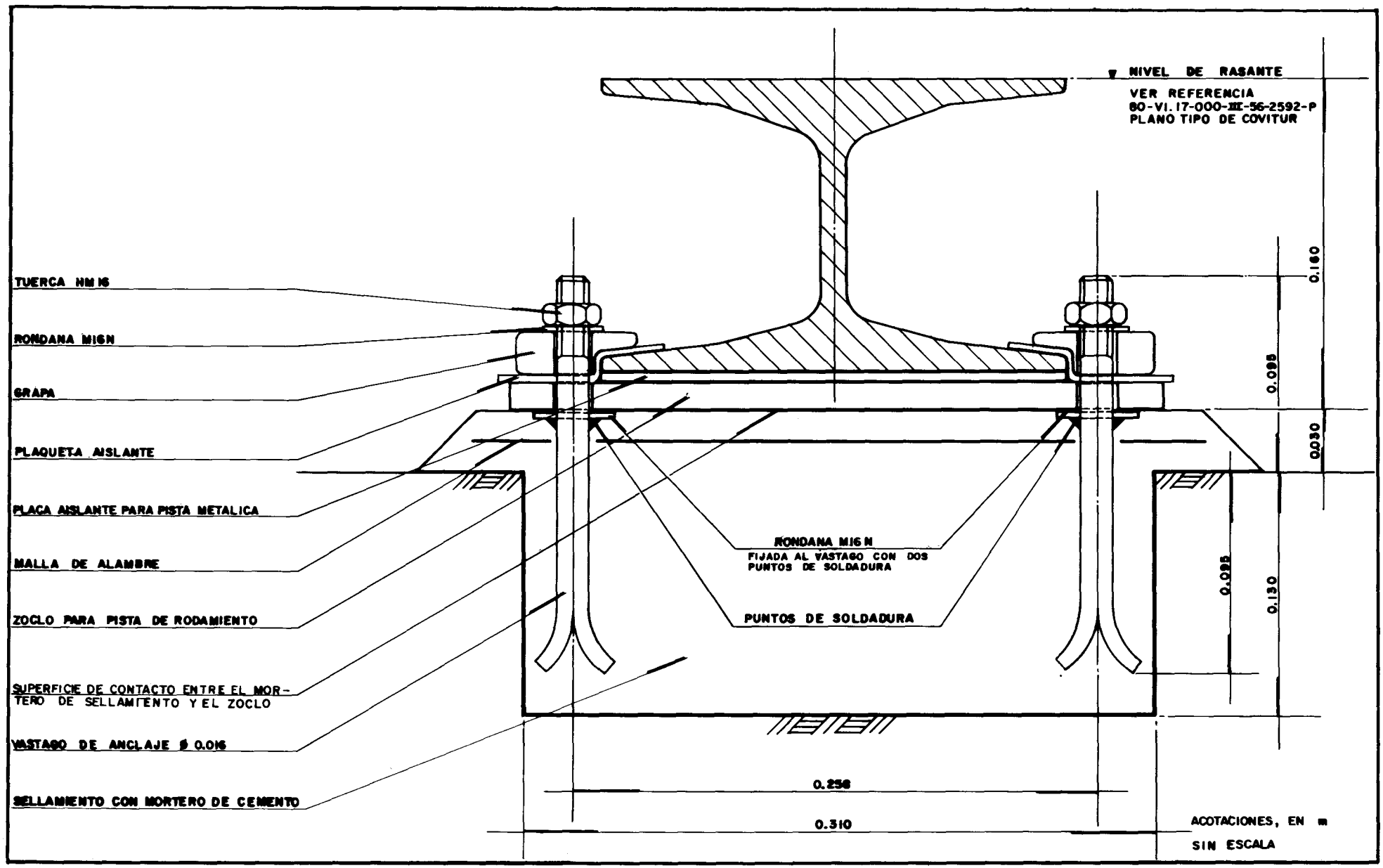


Fig 002-2 Fijación de pista tipo francés para vía aislada sobre losa de concreto

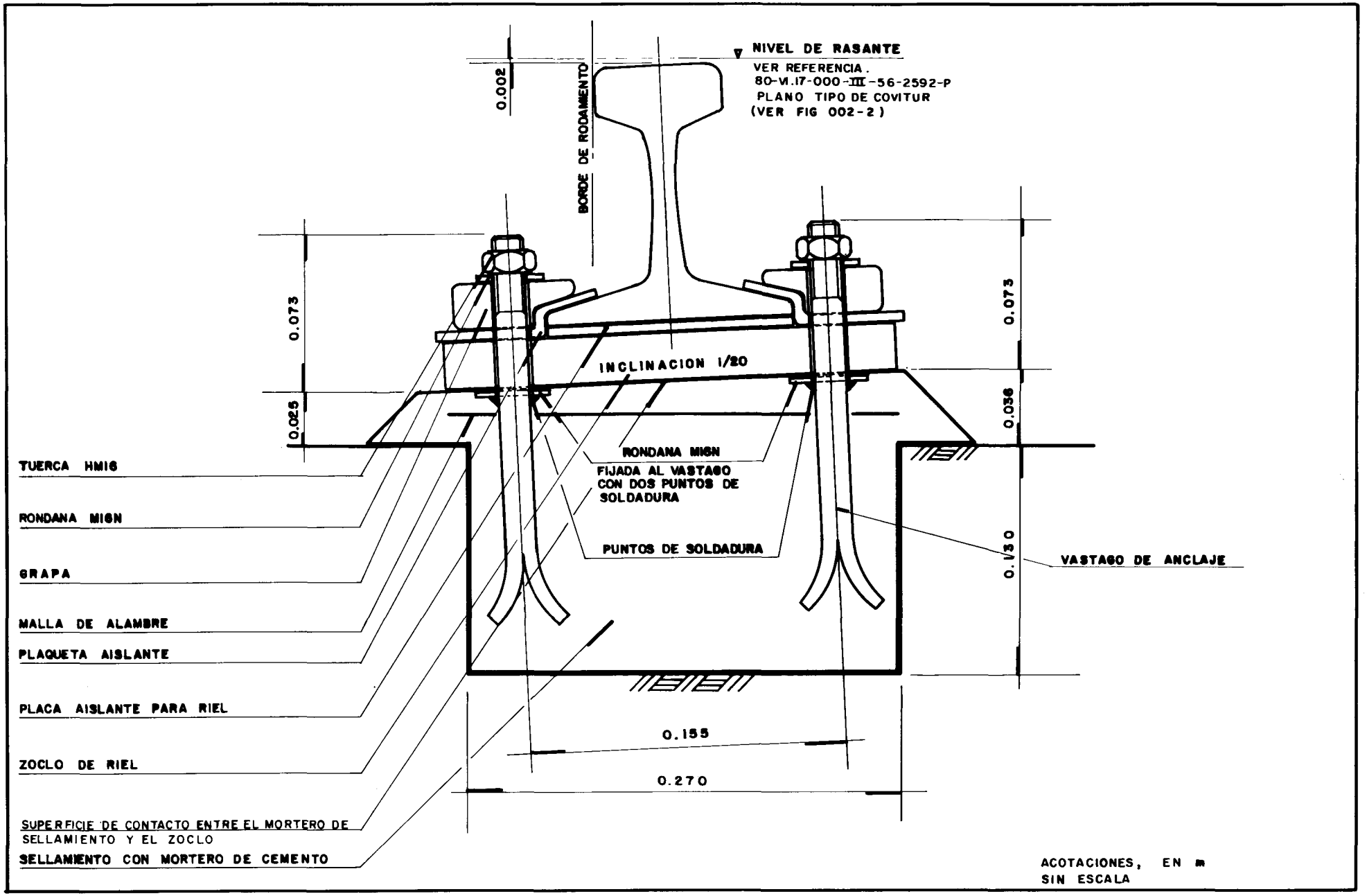


Fig 002-3 Fijación de riel tipo francés para vía aislada sobre losa de concreto

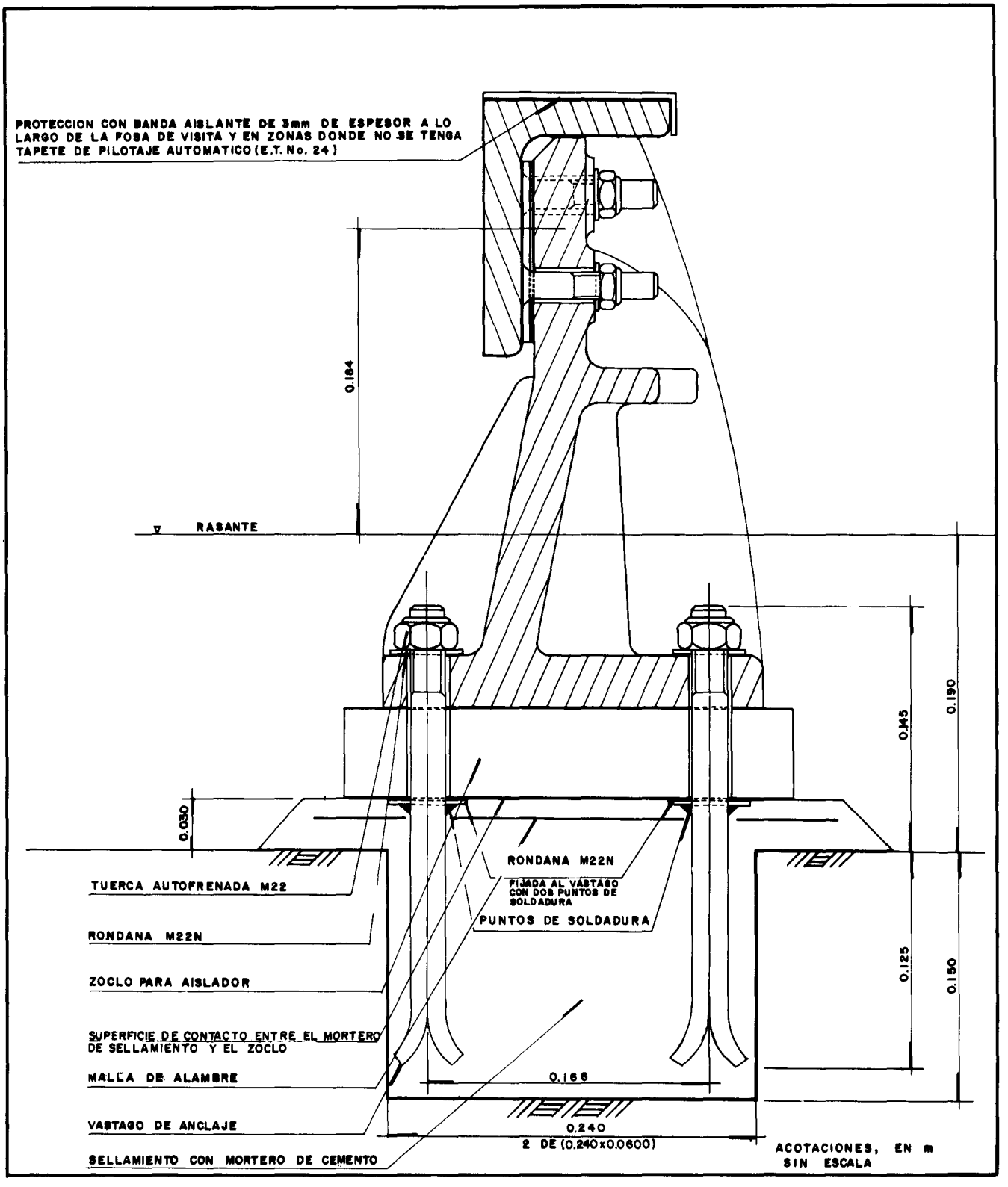


Fig 002-4 Fijación de aislador tipo francés para vía aislada sobre losa de concreto

— Croquis de localización.

— Cadenamientos de la localización de los ejes de juntas aislantes.

— Planta de distribución de anclajes de riel y pista, localización de barra guía y tabla de protección contra escobilla positiva.

— Corte transversal de la fosa.

— Detalles de fijación de riel, pista, aislador y tabla de protección contra escobilla positiva.

— Detalles de tabla de protección contra escobilla positiva.

— Distribución de durmientes de acceso a la fosa de visita.

002.H PROYECTO DE COLOCACION Y MONTAJE DE APARATOS DE CAMBIO DE VIA

Deberá cumplirse con los requerimientos para el proyecto de colocación y montaje de aparatos de cambio de vía, descritos en 2.02.02.002.J.

002.H.01 APARATOS TANGENTE 0.20

En vías secundarias los aparatos de cambio de vía que se utilizarán serán de Tangente 0.20 y se localizarán en los descarriladores y en las áreas de maniobras de talleres.

Existirá una transición entre la vía ordinaria y las piezas de los aparatos Tangente 0.20, que se solucionará por medio de un riel de 100 lb/yd, denominado de enlace, cuya longitud no superará los 4.5 metros.

El sistema de agujas de desvíos será del tipo articulado y su longitud será de 3.5 metros.

El guiado estará asegurado únicamente por los rieles y será reforzado por contrarrieles a nivel del talón de aparato.

La posición de la barra de alimentación-tracción estará definida para cada aparato y su caso dependerá del sistema adoptado para cada taller y área; en caso de que presente un corte, la tracción se realizará con crucetas de 7.5 m o de 12 m, conforme a la posición en que se ubiquen. El tipo de barra que se utilizará será de 150 × 100 × 25 mm (fig 002-4 del capítulo 2.02.02.002).

Con objeto de facilitar la colocación de la barra guía y crucetas en zona de aparatos Tangente 0.20, por los radios tan reducidos que tienen, se utilizará un soporte diferente al zoclo con bridas, que es un mecanismo de tornillos que se desplaza entre una ranura circular llamada platillo.

La fijación de los elementos que integran el aparato Tangente 0.20, será mediante el mismo tipo de tornillería que se utiliza en la vía ordinaria.

Las dimensiones de los durmientes que se usarán para fijar un aparato Tangente 0.20, varían entre 2.6 y 5.7 m, y deberá definirse la posición de cada uno de ellos desde su proyecto.

El radio que se utilizará en los aparatos Tangente 0.20 es el mínimo admisible para el material rodante del Metro de la Ciudad de México, que es de 55 m, llamado radio de desvío.

El enclavamiento correcto de las agujas quedará conformado por palancas de mando reversibles y talonables, o por mecanismo de telemando.

La excepción la constituyen los aparatos que llevan a la vía de prueba, ya que están dotados de cerrojo axial y son operados manualmente. Estas particularidades responden a la necesidad de poder franquear el aparato desde su talón aunque no tenga sus agujas debidamente dispuestas, para causarle el menor daño posible.

La posición de los motores de mando será a distancia, para mayor seguridad del personal que las manipula.

CAPITULO 2.03.01.001

INTRODUCCION

En este capítulo se describe el material rodante utllizado en el Metro de la Ciudad de México, desde el punto de vista técnico y funcional.

Se indicarán también de una manera general los objetivos que deberán considerarse para un sistema de transporte tipo Metro, a fin de otorgar al usuario del mismo un servicio seguro, regular, confortable, rápido y lo más económico posible.

CAPITULO 2.03.01.002

GENERALIDADES

Como resultado de los estudios de planeación y factibilidad realizados, se determinó la utilización del material rodante sobre neumáticos por presentar éste algunas ventajas tales como:

— Disminución en la generación y distribución de vibraciones inducidas por el propio material rodante.

— Facilidad para alcanzar mayores aceleraciones, tanto en el arranque como en el frenado.

— Capacidad para operar con alta velocidad comercial.

— Ofrecer mayor seguridad y confort al usuario.

El desarrollo del material rodante sobre neumáticos ha sido enfocado hacia la búsqueda de las características que permitan optimizar su operación, así como ofrecer al usuario las mejores condiciones de comodidad y seguridad, para lo cual se definieron tres tipos de carros: motriz con cabina (M), motriz sin cabina (N) y el remolque (R).

La carrocería de los trenes deberá respetar tanto las exigencias técnicas (forma, dimensiones y estructura) como las de operación, es decir, capacidad, accesibilidad y comodidad.

El acceso a los carros se efectuará en cada costado por medio de puertas con dimensiones adecuadas que permitan fácilmente el ascenso y descenso de los usuarios.

El sistema de ventilación de los carros deberá proveerse por medio de equipos electromecánicos (ventiladores), los cuales podrán ser distribuidos en el techo de los mismos. Estos equipos de ventilación serán alimentados por medio del convertidor estático en corriente alterna de 220 V y 60 hertz.

El alumbrado interior de los carros se deberá asegurar por medio de luminarias de tipo fluorescente, las cuales serán alimentadas también en corriente alterna de 220 V y 60 Hz; en caso de faltar esta alimentación por la pérdida de la corriente de tracción, una parte del total de las lámparas funcionará con la tensión de la batería de 70 V, CD.

Los asientos deberán ser distribuidos de tal manera que se optimice la capacidad y la comodidad; su fabricación se deberá prever con materiales de calidad, durabilidad y autoextinguibles.

Los acoplamientos entre carros se realizarán por simple acercamiento de los enganches automáticos, que para este fin estarán instalados en los extremos de cada carro.

La continuidad de los circuitos eléctricos entre los carros se realizará por medio de cables eléctricos removibles y la continuidad del conducto neumático se deberá efectuar por medio de acopladores semiautomáticos.

Los carros motrices con cabina, además del enganche semiautomático, deberán contar con tomas que permitan mantener la continuidad de las líneas eléctricas de seguridad, en el caso excepcionalo de unir dos trenes.

Cada carro motriz tendrá cuatro motores del tipo autoventilado, los cuales estarán instalados sobre el chasis de cada bogie; estos motores podrán ser utilizados tanto para el frenado eléctrico por recuperación como para la tracción.

El frenado mecánico del tren será obtenido por la acción de zapatas sobre la rueda metálica de seguridad.

El frenado eléctrico por recuperación (chopper) se realizará por medio de un dispositivo especial que tenga por efecto complementarse con el frenado mecánico.

Dentro de la cabina de conducción se agruparán sobre un mismo tablero los dispositivos de conducción y de control de marcha de los trenes (fig. 002-1), siendo los principales.

— El manipulador de tracción-freno.

— El cronotaquímetro-registrador.

— El bloque de control y de pruebas.

— Un sistema de comunicación que permita por un lado el enlace telefónico entre las dos cabinas y por otro la comunicación con los pasajeros situados dentro de los carros.

— Un sistema de comunicación entre el tren y un puesto fijo de control (PCC - TCO).

— Además de los dispositivos ya mencionados, se deberán tener a la vista del conductor, microinterruptores térmicos de las principales líneas eléctricas del tren.

Este tipo de material rodante cuenta con tres tipos de ruedas: las ruedas de carga, las ruedas laterales o de guiado y las ruedas de seguridad; estas últimas son de tipo metálico, similares a las de ferrocarril. Las ruedas metálicas o de seguridad tendrán diferentes funciones, tales como el guiado del material rodante al paso sobre los aparatos de vía, así como el frenado mecánico por medio de las zapatas.

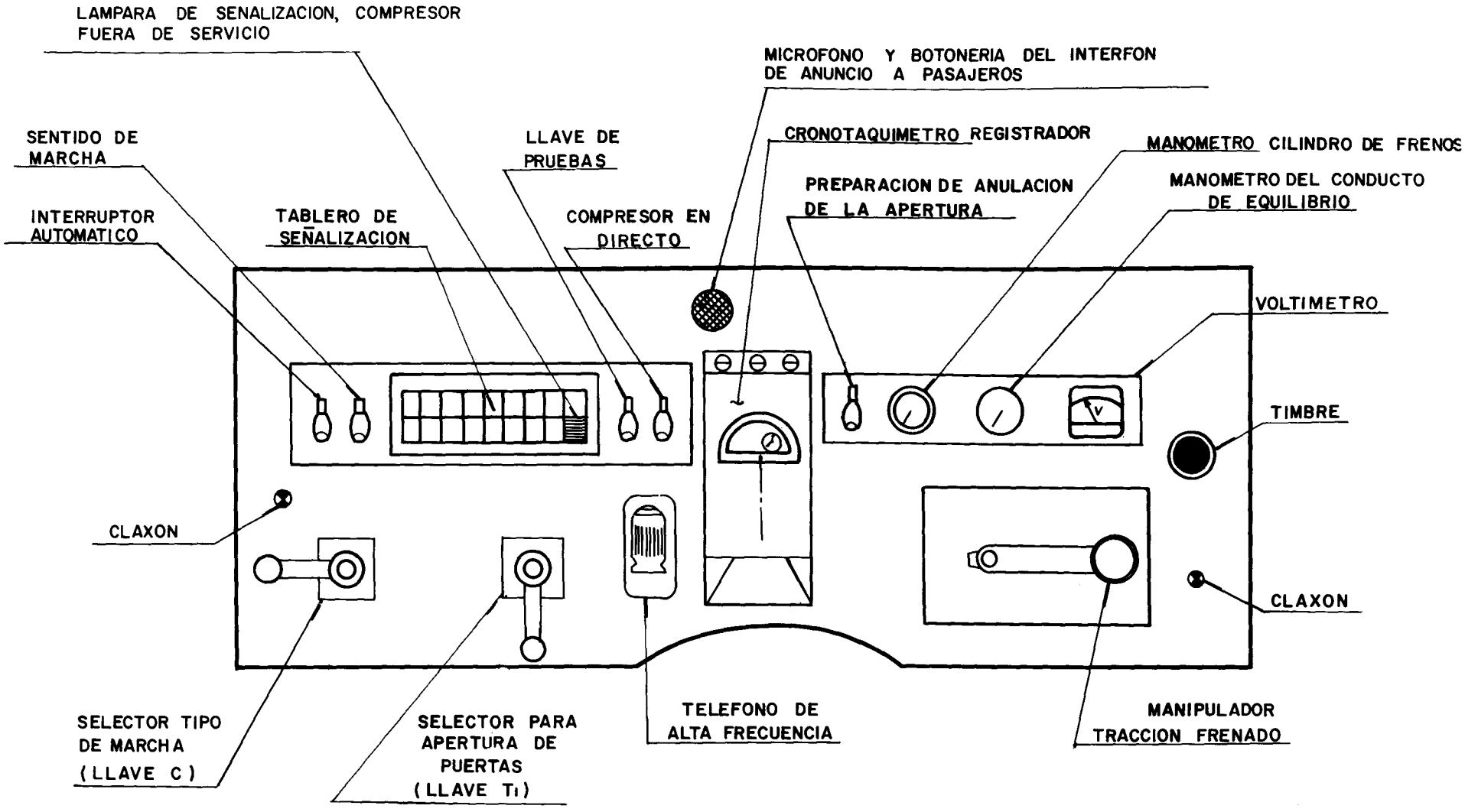


Fig 002-1 Tablero de la cabina de conducción

CAPITULO 2.03.01.003

CONDICIONES DE SERVICIO

Son las condiciones bajo las cuales se deberá definir la utilización del material rodante a efecto de prever en su diseño todas las consideraciones necesarias que garanticen la seguridad y el confort del usuario del sistema de transporte.

Si se considera que el objetivo de un sistema de transporte público tipo Metro es ofrecer al usuario una capacidad de transporte suficiente, modulada de acuerdo a la demanda existente en un momento dado y considerando entre otros factores una alta confiabilidad y seguridad en el material rodante, es necesario tomar en cuenta las consideraciones siguientes, a efecto de satisfacer el objetivo señalado:

— La operación propia del sistema, relacionada directamente con la capacidad de transporte, en función desde luego del intervalo entre trenes y de las características técnicas de los mismos.

— El mantenimiento del material rodante deberá tender a ser lo más simplificado y económico posible, sin que esto afecte la calidad que se requiere en este renglón.

003.A EFECTO DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES EN LA OPERACION DEL MATERIAL RODANTE

Las condiciones de operación del material rodante son aspectos importantes que permitirán determinar todos los conceptos que se deberán tomar en cuenta para el diseño de todos sus componentes, particularmente de los relacionados con la seguridad del usuario.

Dadas las características de la red del Metro de la Ciudad de México, en la cual se tiene todo tipo de líneas, esto es, subterráneas, superficiales y elevadas, el material rodante deberá contemplar en su diseño, entre otras, las siguientes características:

— El medio ambiente al que deberá estar expuesto durante su servicio, no deberá ocasionar ninguna perturbación en su funcionamiento ni provocar fatigas anormales o daños a ninguna pieza o componente.

— La estanqueidad de la carrocería se obtendrá por procedimientos seguros que garanticen su eficiencia a través del tiempo, tanto para el ruido como para lluvia, permitiendo con esto optimizar el confort del usuario en el interior de los carros.

— Para efecto del confort del usuario con respecto a la temperatura en el interior del carro, se deberán considerar las condiciones climatológicas extremas habitualmente constatadas en el transcurso de un año en la región del Valle de México. El clima de la Ciudad de México se caracteriza por una temperatura variable entre 0 y 30°C (273 y 303 K) en el transcurso de un año, pero con lluvias abundantes durante tres meses al año.

003.B CARACTERISTICAS DE LA VIA

La vía estará acondicionada especialmente para permitir el rodamiento y el guiado de los coches por medio de neumáticos (fig 003-1); esta vía estará formada por los siguientes componentes:

— La vía clásica con dos rieles del tipo ligero.

— Dos pistas situadas exteriormente a los rieles y sobre las cuales corren los neumáticos.

— Dos barras guía, situadas exteriormente a las pistas de rodamiento y a un nivel tal que permitan apoyar sobre éstas los neumáticos guía del tren.

— Las características de la vía son condiciones que se deberán cuidar en la definición del material rodante, ya que son parámetros importantes en la operación del sistema, básicamente en lo referente a la velocidad del tren. Por lo tanto, se deberán considerar entre otros aspectos, que el material rodante estará previsto para poder circular bajo condiciones normales en cualquier línea que presente rampas y pendientes, con un máximo de 7 por ciento y peraltes en las curvas con un máximo de 160 milímetros.

003.C SUMINISTRO DE ENERGIA

Los equipos del material rodante serán alimentados por dos tipos de energía: la eléctrica y la neumática.

La energía eléctrica se suministrará directamente de los puestos de rectificación hacia el tren por medio de las barras guía, para posteriormente a bordo del tren transformarla y a su vez producir la energía neumática que se requiere. La distribución de la energía a lo largo del tren se realizará de acuerdo a las necesidades propias de cada carro.

003.C.01 LA ENERGIA DE TRACCION

Para la alimentación tracción, se deberá considerar una tensión de 750 V en corriente continua. Los principales parámetros a considerar para definir el tipo de toma de corriente del tren serán los siguientes: la velocidad máxima de circulación del tren, la disponibilidad y confiabilidad del equipo de captación, la seguridad tanto del personal operativo como de mantenimiento y los aspectos relativos a la obra civil. De acuerdo con lo anterior se deberá considerar para este caso que la alimentación tracción deberá ser por medio del tercer riel o barra guía.

La tracción del material rodante será utilizada para alimentar los circuitos de potencia del tren por medio de un circuito llamado de alta tensión (HT); estos circuitos deberán estar completamente aislados y el retorno de la corriente se realizará por medio de escobillas, que deberán hacer contacto con el riel para asegurar el retorno de la corriente HT a las subestaciones distribuidoras de tracción.

Cada bogie motor deberá llevar dos escobillas o toma de corriente positivas, que captarán la corriente de tracción de las barras guía; estas escobillas estarán aisladas y deberán tener buenas características para el rozamiento.

Para los talleres y vías en zonas de maniobras en las cuales no se tiene barra guía, la alimentación se realizará por medio de un dispositivo previsto en el tren y una alimentación aérea de tipo trole; por lo tanto, se deberán prever en cada carro las medidas necesarias al respecto, tales como un conmutador que permita al conductor seleccionar la acometida de alta tensión y que en cierta posición impida el encendido del tren.

La alimentación de alta tensión no solamente será utilizada para el sistema de tracción, sino que también deberá alimentar equi-

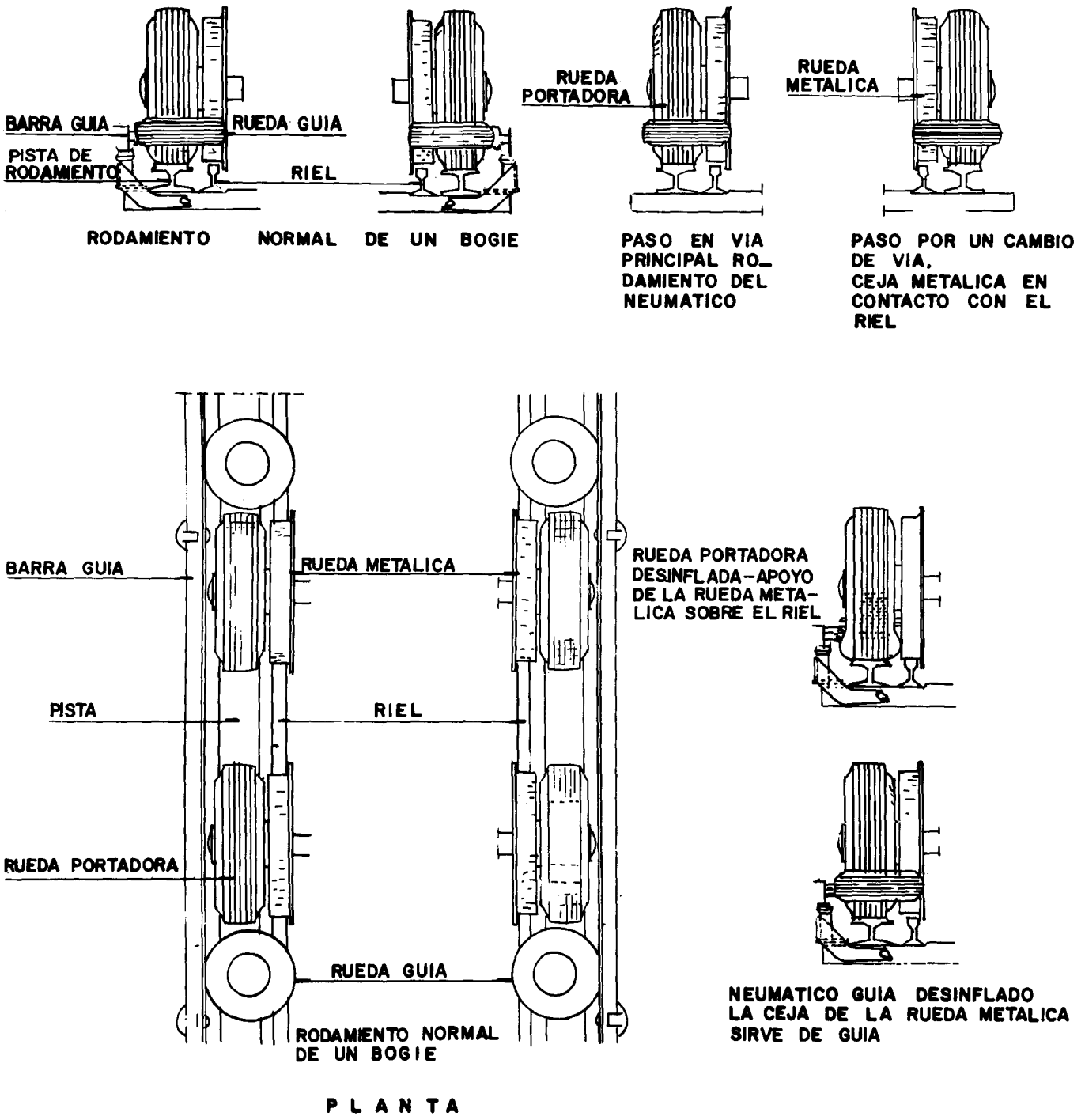


Fig 003-1 Principio de rodamiento del material rodante sobre neumáticos

pos de servicio tales como el compresor para el sistema de aire comprimido y el convertidor estático. El aire comprimido se deberá distribuir a lo largo de todo el tren por medio de una tubería de cobre, llamada tubería de equilibrio. Asimismo, la corriente alterna deberá ser distribuida por medio de un acoplador eléctrico y únicamente a los carros de un elemento.

003.C.02 ENERGIA ELECTRICA EN BAJA TENSION

En el material rodante esta energía será producida a partir de la alimentación tracción y será utilizada por un lado, para la generación de la energía neumática y por otro, para alimentar servicios propios del tren.

Se dèberán considerar dos fuentes de energía en baja tensión; una llamada de Baja Tensión (BT) (70-72 V) en corriente continua, constituida por una batería de acumuladores que deberá mantenerse en carga permanente y con un regulador para su distribución. Otra fuente de energía a considerarse es la de corriente alterna monofásica (CA), con una tensión de 220 V y una frecuencia de 60 Hz. Estará constituida por un convertidor estático que alimentará la línea de distribución con dos hilos.

La corriente de BT asegurará la alimentación de los circuitos locales de un elemento, así como también los mandos generales del tren, cuando se trate de un elemento con cabina de conducción.

La generación de la CA será asegurada por un convertidor estático, el cual deberá estar montado bajo los carros remolque. Esta corriente se emplea en la alimentación de servicios, tales como el alumbrado normal del tren, los equipos de ventilación, los equipos de control de tracción y frenado, así como los equipos electrónicos de control del tren.

Las conexiones eléctricas a lo largo del tren serán previstas por medio de tomas motrices para permitir la rapidez de intercambio.

CAPITULO 2.03.01.004

CONDICIONES DE OPERACION

004.A VELOCIDAD

En un sistema de transporte tipo Metro, la velocidad máxima del material rodante estará comprendida entre 50 y 90 km/h, dependiendo de la red en particular en la que se utilizará.

Para el caso del Metro de la Ciudad de México, el material rodante deberá considerar una velocidad máxima de 80 km/h en línea recta. Para el caso de las curvas, la velocidad límite se determinará tomando en cuenta el peralte particular de que se trate, considerando que el material rodante que circule por éstas estará sometido a una fuerza centrífuga residual, que no excederá en ningún caso de un décimo de la aceleración de la gravedad.

004.B ARRANQUE

La cualidad cinemática fundamental para el material rodante de un sistema de transporte tipo Metro es permitir que la optimación de la aceleración en el arranque y la desaceleración en el frenado sean compatibles con la comodidad o confort del usuario. Es decir, el mando de la tracción y el frenado deberá evitar variaciones bruscas en la velocidad del vehículo a fin de lograr una suavidad de marcha en el mismo.

Para el caso del Metro de la Ciudad de México, el tren deberá observar las características siguientes:

— Un tren con 3/4 de carga en un plano horizontal deberá alcanzar 48 km/h en 12.5 s como máximo y 72 km/h en 30 s como máximo, considerando que el tiempo se mide a partir de que se ordena la tracción.

— La aceleración máxima será de 1.4 m/s^2 y deberán preverse ajustes para permitir una aceleración media de 0.9 m/s^2, así como los valores intermedios entre ellos.

004.C FRENADO

El mando y control del frenado del tren deberá ser continuo, con el fin de evitar variaciones bruscas en la desaceleración y con esto poder brindarle al usuario la seguridad y comodidad que un sistema de transporte de este tipo debe proporcionar.

Con el fin de cumplir con el criterio anterior se deberá prever un sistema combinado de frenado eléctrico y neumático.

El frenado eléctrico podrá ser regenerativo o reostático, siendo prioritario el primero.

El frenado eléctrico tendrá como principio la utilización de los motores de tracción para producir en los trenes una aceleración negativa de 0.9 m/s^2, que será igual a la mitad de la aceleración negativa máxima de servicio, siendo ésta de 1.8 m/s^2.

Para el caso en que se requiera de una desaceleración inferior a 0.9 m/s^2 y que por cualquier causa el frenado eléctrico no sea capaz de realizarlo, será sustituido o complementado por el frenado mecánico. A una velocidad del tren de 6 km/h, el frenado eléctrico deberá desaparecer y será sustituido por el frenado mecánico; dicha sustitución se deberá realizar de tal manera que la desaceleración mandada no sufra variaciones tales que ocasione jalones o incomodidades a los usuarios.

En cada una de las posiciones de frenado del tren se deberán obtener las desaceleraciones siguientes:

Grado de frenado FU; 2.0 m/s^2, en plano horizontal, para un tren cargado a 4/4.

Para un tren cargado a 3/4 se tendrán los valores siguientes:

Posiciones de frenado	Desaceleración en m/s^2
F6	1.8
F5	1.5
F4	1.2
F3	0.9
F2	0.5
F1	0.3

El freno de inmovilización se deberá considerar de manera independiente en cada uno de los carros del tren. Cada uno tendrá dos frenos: el primero operará para las zapatas del bogie delantero y el otro funcionará para las zapatas del bogie trasero; este freno será colocado para los carros motrices con cabina en la misma cabina de conducción; para los otros carros, se colocarán en los costados de los mismos, con objeto de que puedan ser accionados desde la vía.

004.D SERVICIOS Y CONDUCCION DEL TREN

004.D.01 SERVICIOS DEL TREN

Se define como servicios del material rodante al conjunto de funciones que permitirán el adecuado empleo y conducción del mismo, ya sea por el usuario o por el propio personal del sistema en su caso.

El servicio hacia los usuarios se refiere básicamente a la operación y control de las puertas de acceso al tren, así como a los sistemas que le permitan identificar la línea, dirección, etcétera.

El servicio de las puertas deberá estar previsto para funcionar tanto en conducción manual como en pilotaje automático.

Cuando el tren sea conducido manualmente, el conductor deberá disponer, en la cabina de conducción correspondiente, de los elementos necesarios para realizar el servicio con la seguridad que el caso requiere. Los elementos de mando y control que permitirán dicha operación, deberán estar dispuestos tanto en el tablero como en las zonas inmediatas a las puertas de la cabina.

La operación de las puertas se realizará por medios electromecánicos y será controlada por el conductor del tren, permitiendo con esto la apertura o cierre simultáneo de todas las puertas situadas de un mismo lado del tren.

Funcionando el material rodante en operación normal una vez que las puertas estén cerradas, éstas deberán quedar aseguradas y los usuarios no podrán abrirlas desde el interior del tren; en caso de emergencia se deberá prever que los usuarios pudieran abrirlas desde el interior por medio de algún dispositivo que deberá estar ubicado estratégicamente, es decir, en algún lugar cercano a las puertas de acceso. Al ser accionado este dispositivo las puertas quedarán libres, continuándose la conducción y frenado del tren, se accionará el timbre de la cabina de conducción

y se indicará por medio de una señal, el carro donde fue accionado dicho dispositivo.

En lo que se refiere al señalamiento que le permitirá al usuario identificar el servicio, dirección y otras particularidades de los trenes, se deberán prever anuncios como los indicados a continuación, en lugares adecuados y visibles:

— Ultimo tren.

— Tren especial.

— Tren de pruebas.

— Destino del tren.

Con respecto a la información que el material rodante deberá presentar al personal de operación del sistema, ésta deberá ser clara, legible y fácilmente visible, para lo cual se deberá colocar en lugares adecuados y bien iluminados en todos los casos. Esta información permitirá al personal de operación conocer por un lado, cuestiones particulares de cada tren, como por ejemplo: tren en conducción manual, puertas bloqueadas, puertas abiertas, etc., y por otro lado, dicha información podrá integrarlo al sistema de regulación en cada línea.

004.D.02 CONDUCCION DEL TREN

Se define como conducción del tren al conjunto de procesos a considerar, por parte de los conductores, para realizar la operación del material rodante.

La preparación del material rodante tiene como función únicamente la puesta bajo tensión de todos los circuitos y sistemas del tren, sin que se pongan en servicio los conmutadores que hacen posible la operación del mismo, tales como el alumbrado interior del tren, el sistema de aire comprimido y los servicios del tren al usuario.

Para la preparación y conducción del material rodante se deberá considerar en todos los casos que esto se realizará con un solo conductor; por lo tanto, se deberá prever que el material rodante considere todos los elementos necesarios para que le permitan respetar todas las consignas de seguridad establecidas por la operación.

004.D.02.a Diferentes tipos de conducción

Con el fin de satisfacer todos los requerimientos de seguridad que establece la operación, se deberán considerar dos principales modos de conducción, el manual y en pilotaje automático.

004.D.02.a.01 Conducción manual. Los modos de conducción manual será todos aquéllos en los cuales el conductor controle las órdenes de tracción y frenado. Estos modos de conducción deberán ser seguritarios con respecto a la velocidad del tren, así como el franqueamiento de las señales o de emergencia, circulando el tren a bajas velocidades.

La conducción manual controlada (CMC) es un modo de conducción para el cual existe una vigilancia sistemática y automática, tanto de la velocidad del tren como del franqueamiento de las señales, es decir, se establecerá que cualquier franqueamiento de una señal o cualquier sobrevelocidad provocará el paro automático del material rodante.

La conducción manual restringida (CMR) es un modo de conducción que permite la circulación de trenes a 35 km/h bajo total responsabilidad del conductor, es decir, que mientras no se rebase este límite de velocidad se podrán franquear las señales de espaciamiento y maniobra que se encuentren en rojo.

004.D.02.a.02 Conducción con pilotaje automático (PA). En este modo de conducción las órdenes de tracción y frenado serán mandadas automáticamente por un equipo electrónico a bordo del tren, el cual deberá responder a las informaciones lógicas instaladas a lo largo de toda la vía. Este sistema deberá cumplir las siguientes condiciones de operación:

— Salida del tren de la estación, siempre y cuando las condiciones de seguridad así lo permitan.

— Circulación del tren en interestación, respetando los límites de velocidad.

— Detención del tren ante una señal de alto.

— Detención del tren en la estación siguiente.

En el modo de PA, el conductor únicamente realizará las siguientes funciones:

— Apertura y cierre de las puertas.

— Efectuar el procedimiento de partida, al levantar el arillo de hombre muerto.

Este tipo de conducción permitirá al conductor asumir únicamente funciones de vigilancia y permitirá al material rodante obtener una mejor regulación en su marcha y una óptima seguridad en su operación.

Con el fin de satisfacer las necesidades operativas del responsable del sistema de transporte, se deberán considerar en la conducción en PA otros modos degradados de conducción, tales como los que se describen a continuación:

004.D.02.a.03 Conducción manual controlada (CMC). El operador del tren tendrá el control de las órdenes de tracción y frenado, siempre y cuando las condiciones de seguridad así lo permitan. Este sistema deberá cumplir con las mismas condiciones de operación del PA, además de poder desarrollar las mismas velocidades.

004.D.02.a.04 Conducción manual limitada (CML). Permite velocidades de seguridad en las diferentes zonas de operación, es decir, el conductor también tiene en este caso el control de las órdenes de tracción y frenado aunque bajo las siguientes consideraciones: 50 km/h en interestación, 25 km/h en zonas de maniobra y 15 km/h en talleres.

La CML al cran T2 (CLT2) será un tipo de conducción propio del tren. Las características de este modo de conducción serán las siguientes:

— Velocidad máxima de 35 km/h.

— Poder seleccionar el sentido de marcha del tren.

— Grado máximo de tracción T2.

— Poder traccionar con puertas abiertas.

— Poder franquear una señal al alto.

Por las características de funcionamiento, este modo de conducción no es seguritario; sin embargo, es necesario que el tren cuente con estas posibilidades para casos excepcionales.

004.D.03 CONTROL DE LA MARCHA DEL TREN

Debido a que en el tren se tendrá un solo conductor, se deberá equipar la cabina de conducción con un conjunto de dispositivos tales que, bajo cualquier condición de peligro o inseguridad, permitan detener automáticamente el tren; cada cabina deberá disponer también de un sistema de registro de los principales parámetros de la marcha del tren.

Los dispositivos de mando y control del tren estarán dispuestos y agrupados sobre un tablero dentro de cada cabina de conducción, así como en la proximidad de las puertas de acceso, siendo los principales dispositivos los siguientes: el manipulador de tracción-frenado, el cronotaquímetro-registrador, el bloque luminoso de control de pruebas, el mando de apertura y cierre de las puertas, el dispositivo de arillo del hombre muerto y el teléfono de alta frecuencia (fig 002-1 del capítulo 2.03.01.002).

La función a realizar por cada uno de los dispositivos anteriormente indicados se puede resumir de la manera siguiente:

a) El manipulador de tracción-frenado será utilizado únicamente cuando se tenga el modo de conducción manual, en condiciones normales.

b) El cronotaquímetro-registrador, es un aparato que registra los parámetros fundamentales de la operación del material rodante en toda la red (velocidad del tren, tiempo de estacionamiento, paradas imprevistas, el modo de conducción utilizado, el sentido de dirección, etc.).

   El bloque luminoso de control de pruebas permitirá controlar los diferentes circuitos o dispositivos relacionados con la conducción del tren; en marcha normal todas las luces indicadoras deberán permanecer apagadas, el encendido de alguna señal indicará a su vez la existencia de alguna anomalía en el funcionamiento del material rodante. Las funciones que controla este tablero luminoso son entre otras:

— El bloqueo de uno o varios carros (no desbloqueo).

— El desbloqueo de todos los carros.

— Corte de corriente.

— Carro motor inactivo (indicador por cada carro motor).

— Carro motor fuera.

— Frenado eléctrico inactivo.

— Cable programa PA no alimentado.

— No carga batería.

— Pilotaje automático no disponible.

— No autorización de recuperación.

— Freno de mano aplicado.

c) La operación de las puertas deberá estar sujeta a ciertas condiciones de seguridad de acuerdo a lo siguiente:

   El cierre se efectuará normalmente cuando el tren se encuentre parado; también se deberá prever un circuito que para los modos de conducción seguritarios, condicione la tracción del tren hasta que todas las puertas hayan cerrado.

   Sin ser contradictorio se deberá contar con un circuito que a más de 28 km/h efectúe el bloqueo y cierre automático de las puertas.

   El bloqueo de las puertas deberá estar involucrado con el bucle de seguridad, de tal manera que cuando éste se interrumpa, el bloqueo de aquéllas no se efectúe, siempre que se esté a una velocidad menor de 24 km/h, ya que a más de 28 km/h el bloqueo deberá ser automático. Para la apertura de las puertas se deberá contar con circuitos que no permitan esta maniobra, cuando la posición del conmutador de servicio de puertas no corresponda con el lado del andén. La apertura no podrá ser preparada a una velocidad superior a los 24 km/h y la orden no será ejecutada si el tren va a una velocidad mayor de 6 km/h.

d) El dispositivo llamado "arillo de hombre muerto" es otro sistema de control y seguridad que deberá de considerarse y que tendrá como función principal provocar el paro automático del tren en caso de desfallecimiento del conductor.

e) Otro sistema de seguridad que asegurará el control de la marcha del tren es el teléfono de alta frecuencia, se trata de un sistema de telecomunicación en el cual la transmisión se efectúa por medio de la alimentación de tracción, es decir, por la barra guía. Este sistema deberá garantizar la comunicación del material rodante con el PCC.

CAPITULO 2.03.01.005

CARACTERISTICAS GENERALES DEL MATERIAL RODANTE

Las características del material rodante están ligadas con la definición del servicio que ofrece dicho material; por lo tanto es importante que se establezcan las características técnicas y funcionales más convenientes de acuerdo a las necesidades de transporte previstas.

005.A DESCRIPCION GENERAL

La alta capacidad de transporte en este sistema se presta por medio de un movimiento regular de trenes, el cual puede compararse con el movimiento cíclico de una cadena, en la que cada uno de sus eslabones sería un tren.

De acuerdo a lo anterior, se puede definir la capacidad horaria de transporte como el número de usuarios que se desplazan en el sistema durante una hora; por lo tanto, también se puede ver que existe una relación directa con la misma capacidad del material rodante.

La capacidad del material rodante depende por un lado, del número de carros que forma al tren y por otro, de la propia capacidad de éstos, la cual se determina a partir de sus dimensiones, es decir, largo y ancho.

Con respecto al largo y ancho de los carros se deberá tomar en cuenta que se requiere una apropiada relación de esbeltez, la cual dará como resultado una adecuada maniobrabilidad del vehículo y en consecuencia una mayor comodidad al usuario.

Los trenes destinados al Metro de la Ciudad de México, deberán estar integrados por un máximo de nueve carros, es decir, entre uno y tres elementos (fig 005-1) los cuales a su vez estarán formados por dos carros motrices y un remolque; cada uno de estos elementos deberá tener en común ciertos equipos auxiliares y por lo tanto, deberán funcionar única y exclusivamente por elementos y no carro por carro.

005.B DIMENSIONES DEL MATERIAL RODANTE

Largo total de un tren de nueve carros, medido entre líneas de acoplamiento: 147.6 m.

Altura de la pista de rodamiento a la parte superior de los carros (considerando un carro vacío con neumáticos nuevos): 3.60 m.

Altura del piso de los carros al techo del mismo: 2.40 m.

Altura del piso por encima de la superficie de rodamiento (considerando un carro vacío y con neumáticos nuevos): 1.20 m.

Longitud de un carro motriz con cabina medida entre líneas de acoplamiento: 17.18 m.

Longitud de un carro motriz sin cabina o de un remolque, medida entre líneas de acoplamiento: 16.18 m.

Distancia entre ejes de los pivotes: 11.0 m.

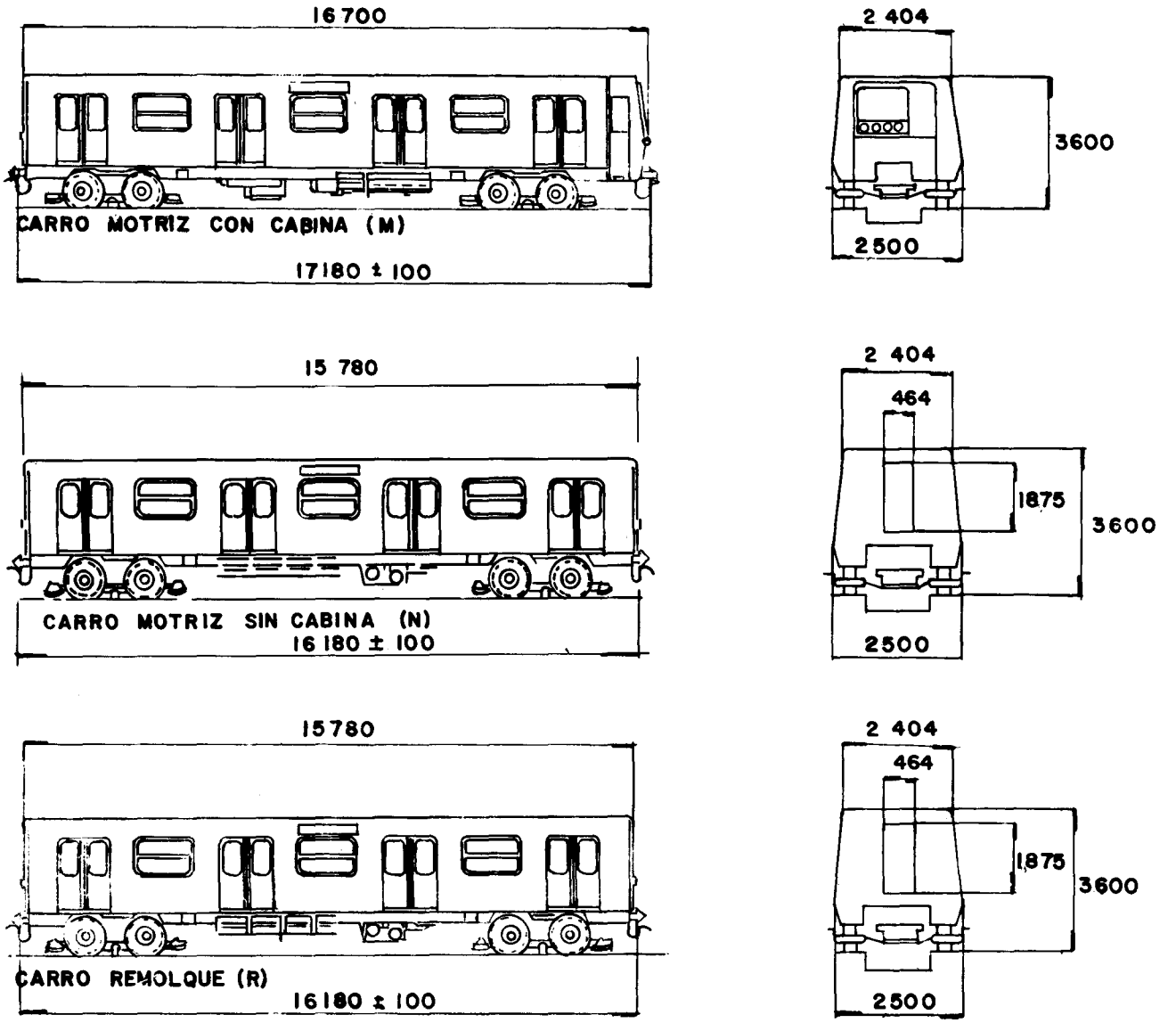
Las puertas deberán tener un claro mínimo de 1.90 m de altura por 1.30 m de ancho; cada carro deberá tener como mínimo cuatro puertas por cada lado, es decir un total de ocho puertas. Así mismo, en la parte frontal y trasera de cada carro deberá existir una puerta de 1.9 m de alto por 0.55 m de ancho que permita la comunicación entre los diferentes carros; esta puerta será utilizada únicamente para el paso de personal de mantenimiento o en caso de evacuar un tren.

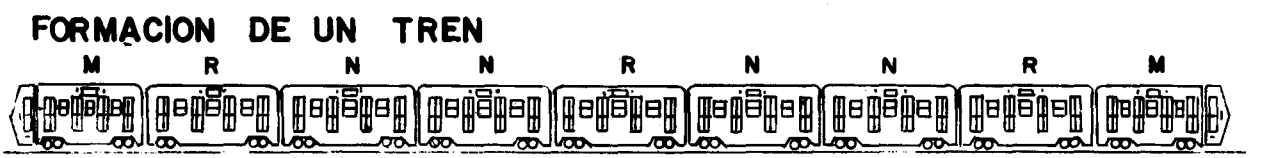
005.C PESO DEL MATERIAL RODANTE

El peso del tren completo (nueve carros) en vacío será de aproximadamente 207 t (2 030 kN); un carro motriz con cabina pesará unas 30 t (294.2 kN), el carro motriz sin cabina pesará aproximadamente 28 t (274.5 kN) y el carro remolque pesará del orden de 23 t (225.5 kN).

Los carros deberán tener capacidad para 170 pasajeros; por lo tanto, se tendrá una capacidad por tren de 1530 usuarios.

Para los cálculos de resistencia de todas las partes constitutivas del material rodante, se deberá considerar una sobrecarga adicional igual al 120 por ciento de la carga de pasajeros.





M- MOTRIZ CON CABINA N-MOTRIZ SIN CABINA R- REMOLQUE

LONGITUD 147.62m.

ACOTACIONES, EN mm

SIN ESCALA

Fig 005-1 Características del material rodante.

CAPITULO 2.03.01.006

CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS PRINCIPALES SISTEMAS DEL MATERIAL RODANTE

006.A LA CARROCERIA (CAJAS)

En este caso se deberán considerar dos tipos de modelos de carrocería, los cuales deberán partir de la misma concepción general, encontrándose diferencias únicamente en su longitud cuando exista cabina de conducción. La igualdad de las dimensiones en la mayoría de los elementos que lo constituyen permitirá una máxima tipificación con lo cual se optimizarán los procesos de fabricación

Los elementos y acabados de la carrocería deberán ser totalmente intercambiables, como en el caso de ventanas, asientos, equipos de alumbrado, ventilación, puertas, etcétera.

Para el diseño de la carrocería se deberán considerar ciertos parámetros tales como:

— Las fuerzas verticales que actuarán sobre ella con su correspondiente coeficiente de sobrecarga dinámica, el cual estará en función de la suspensión considerada.

— Los esfuerzos transversales, producto de la aceleración transversal a la que será sometida.

— Las fuerzas longitudinales que se presentan básicamente con el frenado de urgencia o con el impacto de frente.

— La velocidad máxima del material rodante (80 km/h).

— La carga máxima del tren (sobrecarga con pasajeros).

La seguridad, el fácil acceso y el confort del usuario en el material rodante estarán garantizados si a nivel de planeación y diseño del mismo, se prevé un correcto dimensionamiento de puertas y ventanas, que cuenten además con una adecuada ventilación y que esté satisfactoriamente alumbrado, sin olvidar una buena suspensión y un sistema adecuado para el aislamiento del ruido.

La estructura de la carrocería tiene algunos componentes que requieren de una especial atención en su diseño, por lo cual es importante indicarlos y considerarlos:

— Los travesaños del pivote serán elementos que deben evitar la concentración de esfuerzos en un momento dado.

— Los extremos del chasis en los cuales se instalarán los enganches o acoplamiento.

— Las partes del chasis en las cuales se instalan equipos pesados, tales como compresores, equipos de control de los motores de tracción, etcétera.

— En los huecos para alojar las puertas laterales, deberán preverse los medios adecuados para evacuar el agua que pueda penetrar.

En lo que se refiere al revestimiento de los interiores, será importante considerar que el aspecto interior de los carros deberá ser agradable, armonioso y moderado. Los materiales a utilizar deberán ser de buena calidad y autoextinguibles, de fácil limpieza y mantenimiento y que además resistan el desgaste.

Para lograr en el interior del carro el aislamiento acústico necesario, será conveniente prever que las paredes de los carros estén forradas con materiales aislantes ligeros, que no se deterioren con el tiempo, y que además sean los adecuados para cada zona en particular.

En lo que se refiere al piso, deberá estar previsto para soportar la sobrecarga preestablecida de 6/4 de carga para la plataforma y pasillos, considerando una carga uniformemente repartida de 700 kg/m^2, como base para su diseño.

Cada carro deberá tener tres ventanas en cada costado, que serán del tipo guillotina con una altura de apertura máxima de 300 mm; serán herméticas y estarán convenientemente alineadas. Los vidrios de las ventanas deberán ser de seguridad y estarán montados sobre marcos que garanticen una estanqueidad perfecta y permanente.

Las puertas de los carros deberán ser construidas con elementos metálicos y reforzadas interiormente con materiales autoextinguibles, con objeto de lograr la resistencia y rigidez que les permita soportar las cargas perpendiculares a que estarán sometidas.

Se tendrán puertas deslizantes en los costados de los carros y de la cabina, así como puertas de intercomunicación entre carros.

Las puertas deberán tener una ventana fija (a excepción de las de la cabina), con vidrios del tipo de seguridad. En las puertas de costado, los claros de las ventanas estarán alineados con los de las ventanas laterales.

En el caso de las cabinas, las puertas laterales deberán tener ventanas del tipo guillotina.

006.B BOGIES (CARRETILLAS)

Es el elemento del carro que permitirá que en el tren se logren las condiciones necesarias de seguridad y operación. De acuerdo con esta premisa, es de vital importancia estudiar el diseño de un bogie que integre de la mejor manera a sus componentes.

El bogie deberá asegurar dos funciones importantes en el material rodante, siendo éstas las siguientes:

— Realizar físicamente el soporte y suspensión de la carrocería.

— Integrar y soportar los equipos y sistemas que realizan la tracción y el frenado del tren.

Los bogies se pueden clasificar en dos tipos:

— Bogie portador. Es el que soporta la carrocería y asegura la liga entre ésta y los ejes de rodamiento, los enlaces entre ejes y bogie y el enlace entre carrocería y bogie.

— Bogie motorizado. Tiene como función suplementaria, transmitir el esfuerzo de tracción y frenado a los ejes, función realizada por medio de un sistema motor-transmisión.

Las dimensiones principales de los bogies deberán ser las mismas si se trata de bogies motores o portadores, con el fin de que el mantenimiento se simplifique, para lo cual ambos tipos de bogies deberán diseñarse con un máximo de estandarización.

Estructura del bogie. Este elemento es el que integrará a la totalidad de los componentes del bogie y deberá soportar todos los esfuerzos que se generen por la aceleración y frenado del tren, considerando la propia carga de los vehículos en movimiento.

Elementos de liga caja-bogie-pivote. Integran el mecanismo que permite la liga entre la carrocería y el propio bogie, con objeto de reducir al mínimo las sobrecargas de los ejes durante el arranque y el frenado.

Suspensión. Deberá permitir realizar movimientos laterales (balanceo) y verticales (cabeceo) relativamente sensibles, pero esta situación no deberá presentarse a velocidades menores de 80 km/h. Para garantizar estas características, la suspensión deberá proyectarse de la manera más adecuada, es decir, se requerirá por un lado una liga entre los ejes de las ruedas y la propia estructura del bogie, y por otro se deberá prever la manera de efectuar el amortiguamiento entre la estructura del bogie y la carrocería.

Ejes y ruedas. Son elementos importantes en el confort del usuario y en la operación eficiente; por lo tanto, se deberá tener especial cuidado en su selección. Para el caso del Metro de la Ciudad de México, se deberán tomar en cuenta las consideraciones siguientes:

Los ejes se clasificarán en eje motor y eje portador, los cuales tienen las siguientes características:

Eje motor. Está constituido por dos ruedas portadoras, dos ruedas metálicas de seguridad, un puente diferencial, el motor de tracción y cuatro soportes elásticos para fijar el puente al bastidor del bogie.

Eje portador. Está constituido por el mismo número de ruedas del eje motor, cuatro soportes elásticos fijos al bastidor del bogie en los que se fijará el eje o puente portador.

Con respecto a las ruedas, se debe considerar que existen actualmente tres tipos diferentes de ruedas: la rueda portadora neumática, que se desplaza sobre la pista metálica; la rueda guía neumática, que se desplaza en la cara vertical de la barra guía y finalmente la rueda de seguridad, que deberá ser metálica para poder cumplir con las siguientes funciones: el guiado del tren en las zonas de cambios de vía, servir como tambor para permitir el frenado mecánico del tren por medio de zapatas y permitir el movimiento del tren en caso de cualquier falla eventual sobre algún neumático.

Frenos. El frenado mecánico se deberá considerar como un sistema de seguridad, integrado al bogie. En este caso el frenado deberá ser operado por medio de cilindros de aire comprimido que actuarán sobre las zapatas de madera, que a su vez se apoyarán directamente sobre las ruedas metálicas de seguridad; se buscará que este sistema sea el más adecuado de acuerdo a los pesos y dimensiones del material rodante, debiéndose elegir el diseño más simple y efectivo posible para satisfacer las condiciones preestablecidas de operación y mantenimiento del material. Todos los elementos que integran el sistema deberán ser intercambiables en cualquier tipo de bogie, ya sea motriz o remolque. La operación del sistema de frenado se indicó en 2.03.01.004.C.

Motor y transmisión. Son elementos integrados al bogie, que requerirán de un estudio particular por parte del constructor del mismo, con el fin de adecuar al bogie el sistema de suspensión de cada uno de ellos.

El sistema de fijación del motor al bogie tendrá un diseño que permita el fácil cambio del motor para trabajos de mantenimiento.

La transmisión se efectuará por medio de un diferencial, que deberá tener como funciones principales las siguientes:

— Transportar sobre las ruedas el peso de la carga recibida por la unión del bogie.

— Transmitir el par motor o resistente a las ruedas.

— Transmitir a la estructura del bogie los esfuerzos de arranque y frenado.

Elementos de liga entre carros. En el extremo de cada carro serán instalados los enganches automáticos, que permitan realizar por simple acercamiento el acoplamiento mecánico entre los carros. El acoplamiento se deberá hacer automáticamente; pero el desacoplamiento se deberá hacer manualmente y con herramienta especial. Por medio de estos enganches se deberá obtener también el acoplamiento neumático de la tubería de equilibrio, así como el acoplamiento eléctrico del circuito de mando del freno de emergencia.

Los enganches deberán ser seleccionados o diseñados en función de las condiciones siguientes:

— Se considerarán los esfuerzos transmitidos por los enganches en servicio normal (de ruptura por tracción y compresión), así como el poder jalar o empujar un tren completo que se encuentre estacionado.

— La continuidad de los circuitos eléctricos a lo largo del tren se deberá efectuar por medio de acopladores eléctricos removibles, garantizando la estanqueidad de éstos.

— Se deberá prever de igual manera la continuidad en la tubería de aire comprimido, así como del sistema de frenado de emergencia; esto deberá efectuarse con los medios que aseguren la eficiencia del servicio.

006.C SISTEMA DE PUERTAS

El material rodante deberá contar con diferentes tipos de puertas, las cuales tendrán características comunes como las que se indican a continuación:

— Los vidrios empleados en las puertas deberán ser del tipo "Seguridad" (templados) y planos; serán montados por medio de un perfil plástico o de hule que garantice la estanqueidad total y además que presente una completa seguridad contra el desmontaje accidental del vidrio.

— Las puertas deberán ser diseñadas para soportar una carga concentrada de 100 kg aplicada perpendicularmente al plano de su parte media y previendo los refuerzos necesarios para la fijación de los accesorios propios de la puerta, tales como bisagras, suspensión y cerraduras. Los materiales para la construcción de las puertas serán de calidad autoextinguible, y sus acabados no deberán presentar elementos que puedan producir accidentes a los usuarios.

El material rodante deberá considerar como se mencionó anteriormente diferentes puertas, las cuales tendrán un uso específico en cada caso. A continuación se indican las características particulares de cada una de ellas.

Las puertas deslizantes localizadas en los costados del carro deberán ser accionadas por medio de un dispositivo de mando electroneumático a distancia, controlado por el conductor y que le permita efectuar la apertura o cierre simultáneo de todas las puertas situadas en un mismo lado del tren.

El dispositivo de accionamiento de las puertas estará integrado por algunos aparatos, tales como:

— Accesorios eléctricos que tengan por objeto establecer o interrumpir la alimentación de corriente en BT a las electroválvulas.

— Electroválvulas, que son equipos que estarán localizados en los paneles interiores de cada carro.

— Cilindros de accionamiento neumático para el mando de las puertas.

Estas puertas se montarán en un claro de 1.90 m de alto por 1.35 m de ancho, debiéndose tener en esta última dimensión un paso real o efectivo de 1.30 m cuando las dos hojas de la puerta se abran. Durante la operación de las puertas, el deslizamiento de éstas no deberá provocar ruidos anormales.

Las puertas de circulación entre carros, que están localizadas una en cada frente de los carros, deberán tener un paso libre de 1.90 m de alto por 0.50 m de ancho. El diseño de la puerta deberá prever sistemas adecuados para una buena estanqueidad, así como para eliminar cualquier tipo de vibración que produzca ruido.

Estas puertas serán equipadas además con una cerradura y manijas interiores y exteriores. Para bloquearlas se utilizará una llave especial de servicio con características ya establecidas.

Con respecto a las puertas deslizantes de la cabina las cuales permiten el acceso desde el exterior, estarán situadas en los costados de ésta en forma simétrica; el paso libre previsto será de 1.9 m de alto por 0.5 m de ancho.

La puerta deberá tener una ventana que permita una abertura mínima de 15 cm en el sentido vertical; dicha ventana no podrá ser operada desde el exterior.

006.D SISTEMA NEUMATICO

El aire comprimido necesario para satisfacer los requerimientos de un tren de nueve carros, deberá ser suministrado por tres grupos de motocompresores, los cuales deberán ser instalados uno bajo cada carro remolque y asociados todos ellos con un depósito de almacenamiento.

Para seleccionar el compresor más adecuado se deberán tomar en cuenta todos los consumos de aire que se requieren en función de la operación normal de los servicios del tren, los cuales se indican a continuación:

— El mando del freno mecánico del tren.

— La operación de las puertas laterales del tren.

— El limpiaparabrisas.

— Los disyuntores principales e inversor del sentido de marcha.

El motor del grupo estará alimentado en corriente continua de 750 V y el control de circuito del motor deberá ser asegurado por su arranque en dos tiempos.

El grupo compresor deberá asegurar un servicio continuo y no deberá transmitir ninguna vibración a la caja.

La presión de trabajo del compresor deberá cubrir un intervalo entre 6.8 y 8.2 bars (663.87-804.17 kPa); se deberá prever un gasto mínimo de 1000 /min a la temperatura de 15°C (288 K) y a la presión atmosférica normalmente de 1.013 bars (99.34 kPa).

A la salida del compresor se deberá contar con un sistema o equipo que permita secar el aire que va hacia el sistema.

Con el fin de vigilar que la presión de aire sea suficiente para frenar el tren, se deberá prever un dispositivo de seguridad que evite que se traccione el tren cuando la presión en la tubería de equilibrio sea menor a la especificada.

La distribución del aire comprimido a todo lo largo del tren se realizará por medio de dos conductos, uno general y otro llamado de equilibrio; dichos conductos serán de tubería de cobre tipo rígido con conexiones de fácil desmontaje y que garanticen la estanqueidad del sistema.

La función principal del conducto general será bloquear el sistema de frenos. En el caso del conducto de equilibrio, éste realizará tres funciones básicas, que son:

— Alimentar el conducto general por medio de las válvulas y accesorios correspondientes.

— Conectar los diferentes depósitos existentes en el tren, con el fin de aumentar la reserva de aire comprimido en el mismo.

— Asegurar sobre cada carro las diferentes alimentaciones de aire comprimido.

006.E EQUIPOS AUXILIARES

006.E.01 INTERCOMUNICACION TELEFONICA

Se deberá prever en el material rodante un sistema de intercomunicación que permita realizar diferentes funciones, tales como las que se indican a continuación:

a) Intercomunicación entre las dos cabinas.

b) Comunicación entre el conductor y los usuarios del tren.

c) Intercomunicación entre el conductor y el PCC, por medio de una corriente portadora de 90 kHz sobre los circuitos de alimentación de corriente tracción.

006.E.02 CONTROL DE VELOCIDAD

Debido a que ciertas operaciones del material rodante deberán efectuarse únicamente a partir de ciertas velocidades, se deberá prever la instalación, sobre el motor 3 de cada carro motriz de un transmisor que estará asociado al dispositivo de detección de velocidad con cinco niveles.

006.F EQUIPOS DE SEGURIDAD Y CONTROL

Algunos equipos del material rodante deberán estar concebidos bajo la filosofía de seguritarios. Se puede definir este tipo de funcionamiento por el hecho de que toda falla o mal funcionamiento de cualquier equipo, conduzca al material rodante a una situación más restrictiva de la normal. El principio de seguridad adoptado por el material rodante es el de seguridad intrínseca y para esto se deberán tomar en cuenta las consideraciones siguientes:

— Toda orden permisiva deberá traducirse por la presencia de una información; en caso de ausencia de ésta, el sistema debe considerar que la orden restrictiva está dada.

— Este principio impone un aislamiento galvánico en las alimentaciones del tren o de los aparatos que transmiten las órdenes.

La consecuencia de cualquier falla en la bobina de un relevador, la puesta en cortocircuito o la ruptura de algún diodo, no debe simular una condición permisiva.

La tecnología de los equipos a utilizar deberá ser aquélla que permita limitar al máximo todo funcionamiento aleatorio.

El equipo de control tracción-frenado se ubicará bajo el bastidor de las unidades motrices (M) controlando la tracción y el frenado de la misma unidad y de la unidad M2 contigua, de manera que se dispondrá de un equipo por cada elemento de tren. El equipo deberá ser alimentado a la tensión nominal de la línea y deberá trabajar a una frecuencia fija.

Este equipo deberá realizar las siguientes funciones:

— Proporcionar a los motores de tracción la intensidad de corriente y la tensión que corresponda a las condiciones de marcha, ordenadas por el conductor.

— La regulación permanente del par motor.

— La posibilidad de operar bajo control del pilotaje automático.

— La protección de los circuitos de potencia en condiciones anormales o de falla.

CAPITULO 2.03.01.007

CONDICIONES PARA EL MANTENIMIENTO DEL MATERIAL RODANTE

Normalmente se clasifican en dos las operaciones de mantenimiento para el material rodante: las de mantenimiento preventivo, que se refieren básicamente a las operaciones menores y mayores (revisión general), y las de mantenimiento correctivo, que también se dividen en menor y mayor.

El mantenimiento menor se deberá realizar a cada 10 000 km aproximadamente, por lo que el diseño de sus partes y componentes deberá prever que se cumplan estos recorridos, sin necesidad de servicios intermedios.

Las operaciones de revisión general se llevarán a cabo con un intervalo mínimo de 330 000 km para las motrices y 400 000 km para remolques, lo cual deberá ser considerado por los constructores de los diferentes equipos; sin embargo, en casos particulares y específicos se podrán respetar las condiciones que establezcan los proveedores.

El mantenimiento menor se efectuará de acuerdo a los manuales y procedimientos preestablecidos entre el cliente y el proveedor; debe considerarse que cualquier operación a efectuar se realice sobre el tren completo, es decir, sin hacer desacoplamientos eléctricos, neumáticos o mecánicos, de manera que todo el tren podrá estar alimentado con energía eléctrica.

A efectos de permitir ciertas operaciones en los bogies, deberá preverse que éstos puedan ser levantados por cuatro gatos mecánicos, razón por la cual el bastidor de los bogies deberá contar con placas de apoyo adecuadas para el gato a utilizar y ubicadas estratégicamente.

La revisión general del material rodante se efectuará conforme a los manuales y procedimientos establecidos entre el cliente y el proveedor, debiendo preverse que dichas operaciones se efectuarán a cada uno de los carros, por lo que para su ubicación en el taller podrán ser jalados o remolcados sobre puentes especiales; por lo tanto deberán contar con ganchos de maniobra en su bastidor, estratégicamente ubicados.

Las maniobras del material rodante en la zona de talleres será realizada en un conjunto de vías que comunican las diferentes naves entre sí; la vía estará equipada con pistas para los neumáticos portadores, al igual que en vía principal. Para asegurar la alimentación tracción se tendrá una sola barra guía y el guiado del tren se realizará por el contacto de la ceja de la rueda metálica con el riel.

En la nave de mantenimiento menor el rodamiento del tren se efectúa por medio de la rueda de seguridad para que los neumáticos queden libres y puedan ser fácilmente revisados y eventualmente cambiados.

Los izamientos excepcionales del material rodante en caso de descarrilamiento, deberán realizarse actuando al mismo tiempo sobre la caja y sobre los bogies; por lo tanto la carrocería deberá llevar cerca de los enganches placas de apoyo para los gatos mecánicos utilizados para estas operaciones, así como los elementos necesarios que permitan dar la condición de rigidez al conjunto ejes-bogies-caja.

CAPITULO 2.03.01.008

PRUEBAS

Con el fin de garantizar la calidad en el diseño y construcción del material rodante, éste y sus equipos deberán someterse a una serie de pruebas, de las cuales se distinguen tres tipos:

a) Pruebas en el prototipo.
b) Pruebas de fabricación tipo.
c) Pruebas de fabricación en serie.

008.A PRUEBAS EN EL PROTOTIPO

Se realizan en el primer equipo de un nuevo diseño no experimentado, antes de lanzar su producción en serie. En este caso el proveedor se obligará a ajustar los equipos a las condiciones de servicio previstas y a garantizar que el tren cabeza de serie, se apegue estrictamente a ellas; de ninguna manera se podrá realizar la recepción del segundo tren antes de que el cliente esté satisfecho del tren cabeza de serie.

Las principales pruebas efectuadas sobre prototipos serán:

— Pruebas estáticas de resistencia sobre la carrocería.

— Pruebas dinámicas de los travesaños del pivote.

— Pruebas dinámicas del bastidor del bogie.

— Pruebas de los compresores.

— Pruebas de los circuitos y aparatos eléctricos.

008.B PRUEBAS DE FABRICACION TIPO

Estas pruebas comprenden principalmente tres fases que son: pruebas de resistencia, de calentamiento equivalente y de resistencia en frío, las cuales son aplicables a los ejes, motores y compresores, así como a los circuitos y aparatos eléctricos.

008.C PRUEBAS DE FABRICACION EN SERIE

En este caso todos los diferenciales se someterán a una prueba de marcha durante dos horas, una en cada sentido de rotación. Esta marcha será realizada en régimen variable y durante esta prueba ninguna anomalía de funcionamiento deberá ser descubierta.

También será aplicable este tipo de prueba a los motores, a los compresores y a los circuitos y aparatos eléctricos.

008.D PRUEBAS DE RECEPCION EN FABRICA

Antes de que el proveedor presente al cliente un tren para su aprobación y expedición de la fábrica, cada elemento tractivo del tren deberá ser sometido a una serie de pruebas en presencia del cliente, las cuales se pueden clasificar como sigue:

a) Pruebas mecánicas. Serán realizadas para verificar el funcionamiento de todos los elementos, especialmente los siguientes:

   — Las puertas y su dispositivo de mando.

   — Los enganches.

   — El freno con zapatas.

   — El freno de inmovilización.

   — El sistema de ventilación.

b) Pruebas neumáticas. Comprenden básicamente los siguientes conceptos:

   — La verificación general de la estanqueidad.

   — La verificación de las presiones de ajuste de los aparatos.

   — Las pruebas de funcionamiento de todos los circuitos.

c) Pruebas eléctricas. Además de las pruebas particulares en los aparatos, que permitan verificar su funcionamiento de acuerdo con las especificaciones técnicas estipuladas en los planos, cada elemento será objeto de verificaciones generales y de otras pruebas, tales como:

   — Verificación del cableado, hilo por hilo, de cada conector, toma de conector o toma.

   — Pruebas de aislamiento de los cableados en los diferentes circuitos de potencia de AT y BT, así como de los circuitos de 220 V y 60 hertz.

   — Pruebas de funcionamiento de los circuitos diferentes a los de potencia.

   — Pruebas de los circuitos de potencia en las dos motrices de cada elemento.

008.E PRUEBAS PARA PUESTA EN SERVICIO DEL MATERIAL RODANTE

Cuando los elementos entregados al cliente han vuelto a ser equipados con dispositivos que les fueron desmontados para su transporte y puesta en estado de rodamiento por el constructor, se procederá a efectuar pruebas en las líneas antes de la puesta en servicio del usuario; dichas pruebas son de fabricación tipo o en serie.

Las pruebas de fabricación tipo a realizar en este caso son:

— Determinar los ajustes definitivos para la tracción, el frenado y la ventilación.

— Determinar las características de arranque, frenado en vacío y con carga.

— Determinar las temperaturas alcanzadas por ciertos elementos como: neumáticos, ejes, motores, motores de tracción, reostáticos, etc., en servicio convencional equivalente al servicio de las horas de afluencia.

— Determinar las aceleraciones para diversos estados de carga.

— Determinar la temperatura en el interior de los carros.

Las pruebas en serie a realizar, serán efectuadas sobre todos los elementos antes de la puesta en servicio y comprenden:

— La verificación breve de las características de operación

— Una verificación del buen funcionamiento general.

CAPITULO 2.03.01.009

GARANTIAS

La garantía del material rodante cubrirá el pleno cumplimiento de las especificaciones técnicas y funcionales que se establezcan para su fabricación; sin embargo, el constructor así como todos los proveedores que intervengan en este proceso, deberán considerar que los carros y sus equipos tendrán que cumplir al menos con los plazos de garantía que se indican a continuación:

Para los carros como conjunto lo que ocurra primero de un recorrido en línea de 250 000 km o un plazo mínimo de dos años y medio, para los conceptos siguientes:

— Los elementos de transmisión entre el motor de tracción y las ruedas.

— Las ruedas, los ejes y los rodamientos.

— Mecanismo de suspensión y conjugación de las puertas laterales de los carros.

— Motores de operación de las puertas.

En elementos eléctricos y electrónicos, se asegurará un plazo mínimo de dos años.

En la pintura de los carros, se tendrá un plazo de cuatro años.

En tomas de corriente, conmutadores, terminales, resistencias, relevadores e interruptores, se deberá considerar un plazo de cinco años.

009.A OBLIGACIONES DEL FABRICANTE

009.A.01 DERECHO DE PATENTE

Los derechos que en este sentido tuvieran lugar, en todos los casos serán a cargo del fabricante, quien garantizará al comprador de estos equipos contra toda reclamación al respecto.

009.A.02 EMBALAJE

El material rodante deberá protegerse con un embalaje apropiado, que evite cualquier deterioro o daño que pudiera producirse durante su transporte.

El embalaje deberá llevar de manera legible e indeleble los siguientes datos:

— Nombre y marca del proveedor.

— Número de pedido.

— Tipo de equipo.

— Peso total.

— Fecha de fabricación.

CAPITULO 2.04.01.001

INTRODUCCION

Para el buen funcionamiento de una línea o de una red de varias líneas del Metro, es importante determinar las principales características generales de operación de la línea o de la red correspondiente.

Se puede generalizar que los objetivos de la operación de una línea del Metro son comunes a todas las redes de transporte, cualesquiera que estos sean:

— La seguridad.

— La regularidad.

— El confort.

— La rapidez.

— El costo

Estos objetivos se tomarán en todos los proyectos del Metro, y corresponderá a la operación vigilar que se cumplan en lo posible.

001.A LA SEGURIDAD

La noción de seguridad reviste una importancia particular para una red de transporte donde se presentan grandes concentraciones de viajeros, tanto en trenes como en estaciones. Deberá entenderse que la seguridad es el objetivo más importante de un sistema de transporte colectivo.

Esto dependerá siempre del buen funcionamiento del material rodante, de las instalaciones, del personal de servicio y de los mismos usuarios.

Es importante para lograr una seguridad efectiva observar las siguientes consideraciones:

a) La elección de dispositivos técnicos diversos, tales como centralización, automatismos, etcétera.

b) La existencia de personal calificado al servicio de operación.

La operación no admitirá la puesta en servicio de nuevos equipos sin antes conocer todas sus características y efectuar pruebas dentro de condiciones lo más apegadas a la realidad que sea posible.

001.B LA REGULARIDAD

Es una preocupación constante de la operación, puesto que el retardo inesperado de un tren tiende a incrementar el número de viajeros que esperan dentro de cada estación al tren retardado; este retardo genera rápidamente una repercusión en cascada sobre toda la línea.

Para tener la regularidad de trenes en una línea es necesario:

— Disponer de trenes y personal en reserva suficiente.

— Centralizar ciertas informaciones a fin de poder operar rápidamente en caso de incidente.

— Automatizar ciertas funciones a fin de limitar las perturbaciones ocasionadas por la operación humana.

— Una buena disponibilidad de material rodante y de los equipos.

— La posibilidad de operar con modos degradables que permitan una capacidad de transporte conveniente.

001.C EL CONFORT

El confort es un tema muy general que se traduce por:

— Estancia agradable dentro de las estaciones donde las principales características son:

  La estética.

  Las disposiciones funcionales.

  El comportamiento del personal.

  Una temperatura ambiente agradable.

— Señalamiento para usuarios simple y eficaz.

— Facilidad de desplazamiento con los sentidos de circulación marcados y la mecanización de desniveles.

— La calidad del material rodante en cuanto al alumbrado, suspensión, sonorización, etcétera.

— La adaptación del servicio al volumen de tráfico.

— La coordinación con los otros modos de transporte.

001.D LA RAPIDEZ

Frecuentemente el transporte está expuesto a contratiempos dentro del empleo del tiempo cotidiano. Se necesita siempre tratar de disminuir el tiempo de recorrido sin dejar de tomar en cuenta la seguridad; este problema no se traduce únicamente a nivel de trenes, sino también en una óptima implantación de estaciones con la consecuente reducción en tiempo de desplazamiento entre los accesos a los trenes (taquillas, torniquetes, etc.) y la reducción de intervalos entre trenes lo más que sea posible.

En la operación de una red de transporte la rapidez es un factor primordial. En efecto, para asegurar una capacidad de transporte derminado, o sea una capacidad fija de trenes, es necesario mantener un cierto intervalo entre ellos, de manera que el número de trenes a poner en servicio será inversamente proporcional al intervalo.

Ahora bien, es importante considerar en la rapidez los siguientes puntos:

— Elección del material rodante con buenas características de aceleración y frenado.

— Elección de equipos centralizados de regularización, que permitan operar mejor las características del material rodante.

001.E EL COSTO

El precio del servicio de transporte deberá determinarse con base en las posibilidades de los usuarios.

Es importante por consiguiente, fijar buenas reglas de administración y de prever el tipo de las estructuras a fin de reducir el costo de operación. Esto implica igualmente la elección de equipos que permitan reducir el número del personal humano.

La evolución de la técnica, en particular de la electrónica, permite concebir una red disponible de elementos técnicos, de tal manera que la operación puede ser ejecutada con la utilización de un reducido personal.

Está última elección resultará también de consideraciones políticas, pues se puede en efecto minimizar el número de personal altamente especializado con la disposición de un mando centralizado complicado y requerir en cambio, un número importante de personal poco calificado como taquilleras, vigilantes en las estaciones, etc; por consiguiente puede producirse una situación más complicada con la extensión de la red al aumentar proporcionalmente el personal de servicio, sin tener de la misma manera un aumento proporcional del número de viajeros.

CAPITULO 2.04.01.002

SIMBOLOGIA

A1	Marcha acelerada 1
A2	Marcha acelerada 2
CT	Capacidad de transporte
Ct	Punto de paso de clotoide a tangente
DBO	Despacho bajo orden
DER.	Derecho
DV	Duración de la vuelta
I	Intervalo
IM	Intervalo mínimo
IZQ.	Izquierdo
J	Junta aislante
JD	Junta de desbloqueo
L	Marcha lenta
N	Marcha normal
Nt	Número de trenes
Ntt	Número total de trenes
PCC	Puestro Central de Control
PdeA	Punta de aparato
PIV	Punto de inflexión vertical
PC	Principia curva
PT	Principia tangente
R	Radio de curvatura
SP	Servicio provisional
TC	Punto de paso de tangente a clotoide
Tm	Tiempo de maniobra de cambio de vía
TR	Tiempo de recorrido
Tr	Tren de reserva
V	Velocidad
VC	Velocidad comercial
STC	Sistema de Transporte Colectivo
s	Pendiente

CAPITULO 2.04.01.003

CARACTERISTICAS GENERALES DE UNA LINEA

003.A LONGITUD DE RECORRIDO

Dentro del Plan Rector de Vialidad y Transporte para la Ciudad de México y especialmente en el Programa Maestro del Metro, se configuró una red con visión hasta el año 2000 para satisfacer la demanda del transporte en la Metrópoli. Este Plan Maestro se somete a revisiones y modificaciones periódicas de acuerdo a las necesidades de transporte que presente la Ciudad con respecto al tiempo.

Conforme a los estudios realizados, todas las líneas tendrán un recorrido inicial que podrá ser modificado parcialmente, cuando se presenten interferencias importantes, como instalaciones municipales o afectaciones de gran magnitud. En el Proyecto geométrico se determinará el recorrido definitivo de una línea y su longitud exacta se obtendrá por medio del proyecto de trazo.

Se ha considerado que para garantizar una buena operación, la longitud máxima de una línea será de 19 kilómetros, aproximadamente, y la longitud de tramos de interestación promedio será de 900 metros.

Existen dos conceptos de longitud de una línea, que son la longitud de servicio y la longitud total. La longitud de servicio como su nombre lo indica, es la longitud de servicio para los usuarios y está dada por la distancia real entre ejes de terminales, de un extremo a otro. La longitud total de una línea es la suma de la longitud de servicio más la de colas de maniobras y de acceso a depósitos y talleres.

003.B ESTACIONES

Constituyen la parte de la obra que está más sujeta a juicio por parte de los usuarios. Una estación es el conjunto de instalaciones que permite a los viajeros transportarse en un tren pagando un precio, y además es el lugar de intercambio entre otros medios de transporte y los trenes.

Por sus funciones las estaciones se clasifican en tres grupos:

— Estaciones simples o de paso.

— Estaciones de correspondencia.

— Estaciones terminales.

003.B.01 ESTACIONES SIMPLES O DE PASO

Las estaciones que tienen como única función dar servicio en una zona son llamadas simples o de paso. La experiencia muestra que la zona de influencia de una estación está limitada a un radio del orden de 500 metros, con una superficie aproximada de 75 a 80 hectáreas. La importancia y la naturaleza del tráfico depende de la densidad de población, las zonas de trabajo y de estudio, y el comercio local.

003.B.02 ESTACIONES DE CORRESPONDENCIA

Son aquéllas que tienen la función de intercomunicación de una línea con otra dentro de la misma red para el servicio del viajero.

003.B.03 ESTACIONES TERMINALES

Son la terminación de la línea para el servicio de usuarios y pueden ser provisionales o definitivas, aunque pueden ser también de correspondencia.

A las estaciones que tienen una correspondencia con otro medio de transporte se les denomina estación de cambio; las estaciones terminales son generalmente de cambio modal.

CAPITULO 2.04.01.004

CAPACIDAD DE TRANSPORTE

Los diferentes modos de transporte sobre rieles se distinguen por su capacidad de transporte por hora y sentido. En la Ciudad de México la capacidad de transporte máxima es de 72 000 viajeros/hora/sentido, con un intervalo mínimo de 90 segundos entre trenes y una capacidad máxima por tren de 1800 viajeros.

La estimación de la capacidad de un tren fue determinada por el Sistema de Transporte Colectivo (STC), sobre la base de 1800 viajeros para un tren de nueve carros, correspondiente a una carga total o sobrecarga de 6/5 de la carga normal distribuida en 350 viajeros sentados y 1450 parados, lo que corresponde a una distribución aproximada de ocho viajeros por metro cuadrado. La carga normal corresponde a 1480 viajeros por tren, de los cuales 350 viajan sentados y 1130 parados, con una distribución aproximada de seis viajeros por metro cuadrado.

Cabe hacer notar que si uno de los objetivos del Metro es el de asegurar el máximo confort a los usuarios, es necesario tender a disminuir la sobrecarga.

El número de trenes será siempre inversamente proporcional al intervalo a realizar (considerando la duración de la vuelta).

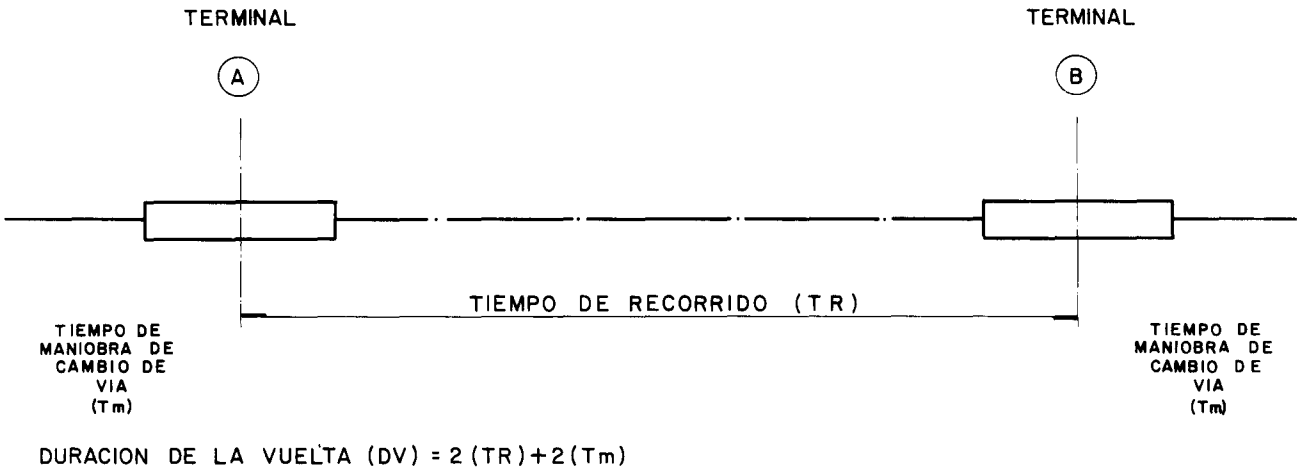
La velocidad comercial se determina en función de la longitud media de interestaciones, el tiempo medio de recorrido en dichas interestaciones y los tiempos de estacionamiento previstos; se considera generalmente entre 32 y 35 km/h.

004.A.01 TIEMPO DE RECORRIDO

Es el tiempo que tarda un tren en desplazarse de una terminal a otra, tomando en cuenta los tiempos de estacionamiento en todas las estaciones del recorrido.

004.A.02 DURACION DE LA VUELTA

Es el tiempo que tarda un tren en recorrer toda la línea en los dos sentidos, hasta llegar al punto de partida original (fig 004-1).



DURACION DE LA VUELTA (DV) = 2 (TR) + 2 (Tm)

Fig 004-1. Tiempo de recorrido y duración de la vuelta

Cuando la formación de trenes de una línea es uniforme, la capacidad de transporte horario para cada vía es igual al producto del número de trenes que la recorren durante una hora por la capacidad de viajeros de un tren; el valor máximo de esta capacidad en las horas pico, deberá estar asegurado por los trenes en operación circulante con el intervalo mínimo previsto con el horario.

Para satisfacer la demanda requerida por una línea, se pueden considerar diferentes soluciones en función de:

— El valor de la demanda.

— La repartición geográfica de la demanda.

— La posibilidad de utilizar la infraestructura existente.

— Un plan de desarrollo de aglomeración, etcétera.

004.A DETERMINACION DEL NUMERO DE TRENES

La estimación del número de trenes necesarios para la operación de una línea de longitud determinada depende de dos factores primordiales:

— La velocidad comercial de trenes, VC, en km/h.

— El intervalo mínimo a realizar, IM, en minutos y segundos.

004.A.03 CALCULO DEL NUMERO DE TRENES

El número de trenes necesarios para la operación en un intervalo dado será:

$$Nt = \frac{\text{Duración de la vuelta}}{\text{Intervalo}} = \frac{DV}{I}$$

Se tomará el número entero inmediato superior de trenes, lo cual introducirá un tiempo muerto por vuelta, que no debe de ser mayor que el intervalo propuesto, y será repartido entre las terminales para asegurar una cierta flexibilidad en la operación, mediante la absorción de pequeños retardos dentro de las terminales a la llegada.

004.A.04 NUMERO TOTAL DE TRENES

Al número de trenes Nt se necesita añadir un tren de reserva (Tr), por cada terminal definitiva, como por ejemplo para reemplazar un tren averiado, así como los trenes correspondientes al material inmovilizado por mantenimiento, que son del orden del 12 por ciento del total; por lo tanto, el número total de trenes será:

$$Ntt = (Nt)\ 1.12 + Tr$$

004.B REALIZACION DEL INTERVALO MINIMO

Para asegurar el intervalo mínimo se necesita disponer en la línea de una señalización adecuada y de terminales que permitan a los trenes circular lo más rápido posible.

004.B.01 REALIZACION TEORICA DEL INTERVALO MINIMO

Se deben considerar dos casos: intervalo en línea o intervalo en terminal. En línea, la señalización de espaciamiento implantada para un intervalo teórico de 85 segundos, permitirá una buena flexibilidad para la realización de un intervalo práctico de 90 segundos. El intervalo mínimo en una terminal dependerá del tipo de maniobra de cambio de vía.

004.B.02 REALIZACION PRACTICA DEL INTERVALO MINIMO

La realización práctica del intervalo mínimo no es posible si los sistemas utilizados no tienen un margen de flexibilidad suficiente. Esto puede obtenerse por:

a) El tiempo muerto en línea, que tolera los pequeños retardos con instalaciones que permitan un intervalo inferior al utilizado; gracias a este tiempo muerto un retardo ligero de un tren no afectará sensiblemente la marcha del tren siguiente.

b) El tiempo muerto al recorrido, que es una reserva de tiempo utilizado dentro de las terminales a fin de resolver los pequeños retardos y respetar así los horarios de salida.

c) La buena disposición de las instalaciones y el material rodante, con base en un correcto mantenimiento, para optimizar el servicio y evitar en lo posible las fallas técnicas que proporciona un retardo.

d) La revisión global del tráfico a nivel de un puesto central de control (PCC) que permita tomar rápidamente las medidas necesarias en caso de perturbación.

e) La regulación desde el PCC, que puede ser:

   — Automática por medio de una computadora, mandando las salidas de trenes y la regulación de su marcha, por acción de las velocidades y los tiempos de estacionamiento.

   — Manualmente por medio del regulador, que manda los despachos bajo orden (DBO).

f) La utilización de pilotaje automático (PA) sobre los trenes, lo que permite asegurar el intervalo deseado, la seguridad y la regularidad de la marcha de trenes, así como mandar de manera práctica la acción de regulación en línea.

CAPITULO 2.04.01.005

ANALISIS OPERATIVO DE LA LINEA

Cuando se decide la elaboración de proyectos para la construcción de una nueva línea dentro del Programa Maestro del Metro, el análisis operativo es el estudio base que servirá de referencia para todos los estudios ulteriores; este análisis se clasifica en dos tipos:

— Análisis operativo preliminar.

— Análisis operativo definitivo.

005.A ANALISIS OPERATIVO PRELIMINAR

Después de haber determinado el recorrido de una línea con una longitud gráfica, así como la ubicación de estaciones, se procederá a definir las características y necesidades de operación de la línea (fig 005-1).

005.A.01 DISTRIBUCION DE TRENES

Se calculará el número de trenes necesario para la operación de la línea en función de la longitud y del intervalo mínimo de 90 segundos entre trenes y del requerimiento de fosas de revisión en talleres. Con estos datos se distribuyen las posiciones de estacionamiento en colas y depósitos, tratando de tener 1/3 de la demanda en el extremo opuesto a la zona de talleres. En caso de no contar con la posibilidad física para ubicar los talleres, se planteará un enlace con otra línea que cuente con estas instalaciones con el menor recorrido posible, siempre y cuando este taller tenga la capacidad para dar servicio a las dos líneas.

005.A.02 ENLACES

Como segundo paso se determinan los enlaces necesarios con otras líneas, para el abastecimiento de trenes y el acceso a talleres de pequeña y gran revisión, si la línea no cuenta con estas instalaciones.

005.A.03 FOSAS DE VISITA

Cuando la topografía y la distribución geográfica de la línea lo permita, deberá considerarse una fosa de visita aproximadamente en la parte media de la línea, para pequeñas intervenciones del material rodante, la que generalmente se ubicará en una vía adicional paralela a las vías principales que se denominará vía "Y".

Las fosas de visita se ubicarán también en terminales y naves de depósito, cuando éstas no están próximas a un taller de pequeña revisión.

005.A.04 SERVICIOS PROVISIONALES

En el análisis operativo preliminar deberán incluirse también los servicios provisionales de la línea, como son la operación degradada de la línea en caso de interrupción del servicio de un tramo de la misma. Las estaciones que cuenten con este tipo de instalación tendrán la función de una terminal provisional.

Las características generales de los servicios provisionales, vías de enlace, vías "Y", terminales, depósitos y talleres, se analizarán con más detalle en las secciones 2.04.02 y 2.04.03 de esta parte.

005.B ANALISIS OPERATIVO DEFINITIVO

El análisis operativo definitivo se realizará cuando se tengan los proyectos de trazo y perfil del proyecto geométrico.

005.B.01 LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS GENERALES DE APARATOS DE VIA

Se definirá la ubicación definitiva de aparatos de vía en zonas de maniobras, depósitos y talleres con cadenamientos de proyecto referidos al eje de trazo; toda la información referente a los aparatos ubicados en la línea quedará reflejada en un plano (fig 005-2).

005.B.02 INFORMACION GENERAL DE LA LINEA

Después de tener definidos los puntos anteriores se elaborará el plano de Información General de la Línea, donde se representa el trazo esquemático con cadenamientos de ejes de estaciones, curvas y radios de curvatura; así mismo, se tendrá el perfil a nivel de subrasante, con las pendientes de las tangentes y los cadenamientos y elevaciones de los puntos de inflexión vertical (PIV). Otra información importante será la localización de aparatos de vía.

Dependiendo del tipo de tramo de la línea, es decir, en túnel, cajón superficial o elevado, se incluirá además la información referente a ubicación de rejillas de ventilación, lumbreras, nichos de seguridad, nichos especiales, ejes de columnas, etc. (fig 005-3).

005.B.03 MARCHA TIPO

La marcha tipo es la representación gráfica de la marcha teórica de los trenes en los tramos interestación de una línea del Metro.

Los elementos necesarios para el estudio de marcha tipo serán:

a) Las características físicas de la línea: trazo, perfil y aparatos de vía, incluidos en el plano de información general.

b) Las características del material rodante utilizado, tales como aceleración, desaceleración, distancias de frenaje, etcétera.

005.B.03.a Características de una línea

Las características de una línea para la determinación de la marcha tipo, se considerarán específicamente desde el punto de vista topográfico; los datos de base serán el trazo y el perfil.

Estos datos permiten establecer:

— Sobreelevación de la vía en la zona de curvas, permitiendo un mayor confort a los viajeros y disminuyendo la resistencia al avance del tren.

— La velocidad límite autorizada, que puede ser modificada por las limitaciones impuestas por la vía, mediante aparatos de vía, insuficiencia de peralte, curvas de radios pequeños, etc. Con base en las restricciones de velocidad establecidas sobre toda la línea, se elaborará el polígono de velocidad que será una de las condicionantes para el trazo de la marcha tipo.

005.B.03.b Características del material rodante

Las características necesarias del material rodante para la elaboración del trazo de la marcha tipo serán las siguientes:

— El esfuerzo motor, que está dado por las características eléctricas de los motores al avance y está determinado por el número de motores del tren (curvas de esfuerzo tractivo contra velocidad).

— La resistencia al avance por fricción del material en las condiciones de operación, determinado experimentalmente (rodamiento y aire).

— Las restricciones locales debidas al perfil de la línea.

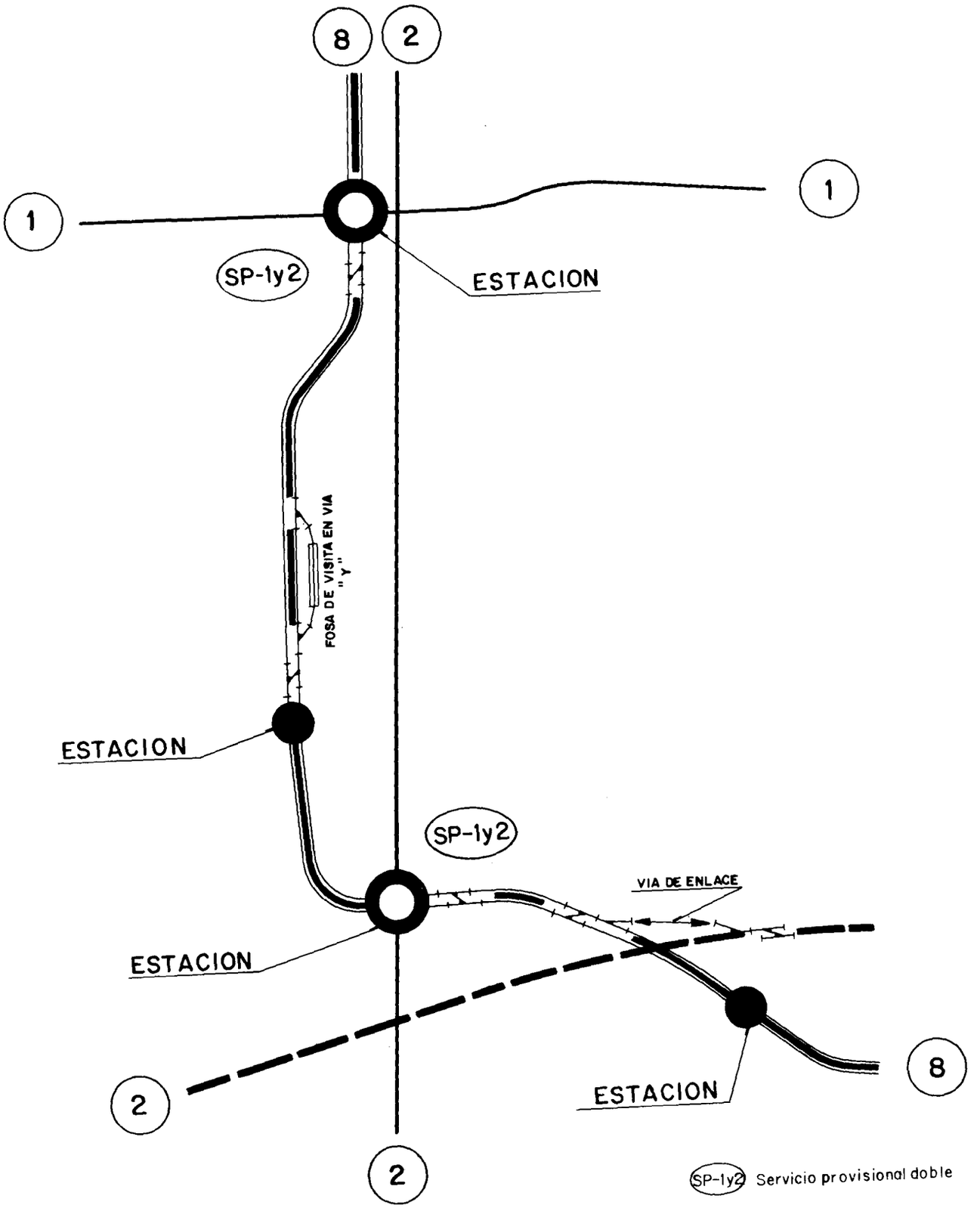
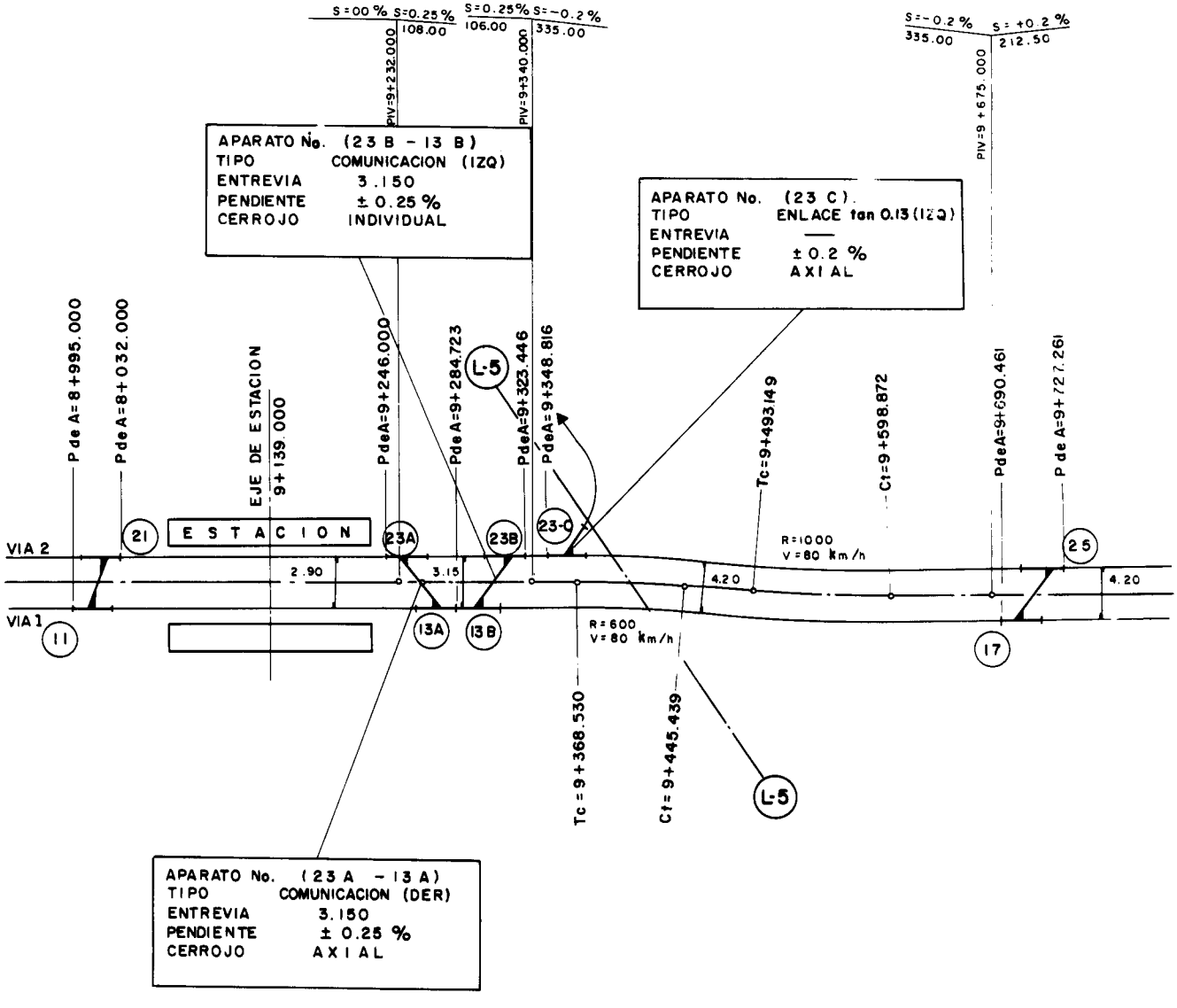


Fig 005 – 1 **Análisis operativo preliminar**



ACOTACIONES, EN m

Fig 005—2 Localización y características generales de aparatos de vía

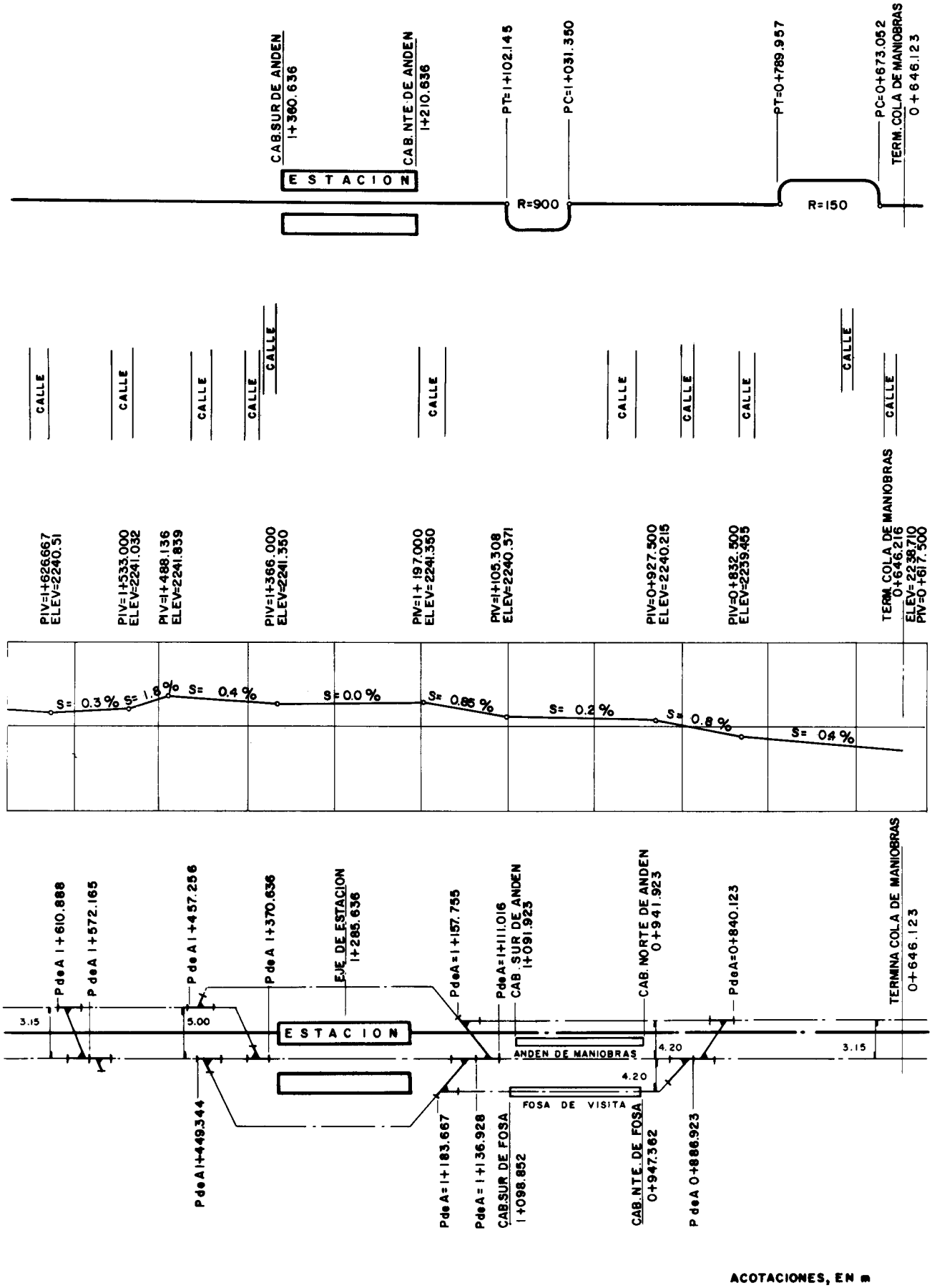


Fig 005-3 Información general de la línea

005.B.03.c Trazo de la marcha tipo

La marcha tipo se clasificará en dos tipos:

— La marcha tipo teórica, que indica el tiempo teórico de recorrido de tramos en interestaciones en las condiciones normales de carga, tomando en cuenta el trazo, perfil y las velocidades máximas autorizadas, así como también los tiempos de estacionamiento de los trenes en las estaciones.

— La marcha tipo práctica, que se establece en función de la marcha tipo teórica después de una mejor estimación de tiempos de estacionamiento mediante la adaptación de tiempos al tráfico real de viajeros. Permitirá al conductor respetar el horario a seguir a partir de una hora de salida, dada en la terminal.

La marcha tipo se presentará en un documento sobre papel milimétrico para cada interestación y para cada vía. Sobre el eje de las abscisas se presentarán las características de la línea como trazo, perfil, estaciones, aparatos de vía y los puntos que se considere necesario remarcar; en el eje de las ordenadas se define una escala de velocidad y tiempo (fig 005-4).

005.B.03.d Condiciones de la marcha de trenes

El recorrido de una interestación normal se divide en tres partes.

— Marcha bajo corriente.

— Marcha libre.

— Frenaje.

005.B.03.d.01 Marcha bajo corriente. Los motores de un tren pueden trabajar en serie o en paralelo, y para cada caso se define una velocidad.

La marcha en paralelo estará prevista para los casos siguientes:

— Velocidad autorizada a la salida de estación superior a 30 km/h (velocidad de fin de arranque en paralelo de 28 km/h).

— Disminución a 30 km/h implantada de manera que permita una marcha sin corriente de tres segundos aproximadamente (fig 005-5a).
La marcha en serie puede ser utilizada en todos los casos posibles restantes.

La marcha de un tren en una zona de disminución puede ser de dos tipos:

a) La limitación de velocidad estará definida por el trazo de la vía. El conductor limita la velocidad de su tren por frenaje.

   Si la velocidad del tren al entrar en la zona de disminución es inferior a la del límite, el conductor mantiene la tracción a fin de aproximarse a la velocidad límite y frenar posteriormente (fig 005-5b).
   Si la velocidad del tren al entrar en la zona de disminución es superior al límite, la velocidad se reduce por frenaje y se mantiene constante (fig 005-5c).

b) La limitación de velocidad estará definida por el trazo y perfil de la vía o por la presencia de un aparato de vía. El tren reducirá la velocidad en la zona de disminución; el conductor regulará la velocidad del tren a fin de pasar a la velocidad prevista al inicio y al fin de la zona limitada (la velocidad depende de las restricciones locales) (fig 005-5d).

005.B.03.d.02 Marcha libre. Prácticamente la duración de la marcha libre de un tren, es decir, en condiciones de marcha de inercia sin tracción, para un tramo de interestación normal, comprende entre cinco y diez segundos, y dependerá del trazo y perfil de la vía.

La reserva de tiempo será la diferencia de tiempos de recorrido de un tramo de interestación con o sin marcha libre.

Para un tramo de interestación de 1 km en plano, el tiempo de marcha libre es aproximadamente de cinco segundos.

005.B.03.d.03 Frenaje. La distancia de frenado de trenes está deteminada y descrita en la sección 2.04.02; la desaceleración media de servicio del Metro de la Ciudad de México será de 1.1 m/s^2 en tramos subterráneos y de 0.9 m/s^2, en tramos superficiales y elevados.

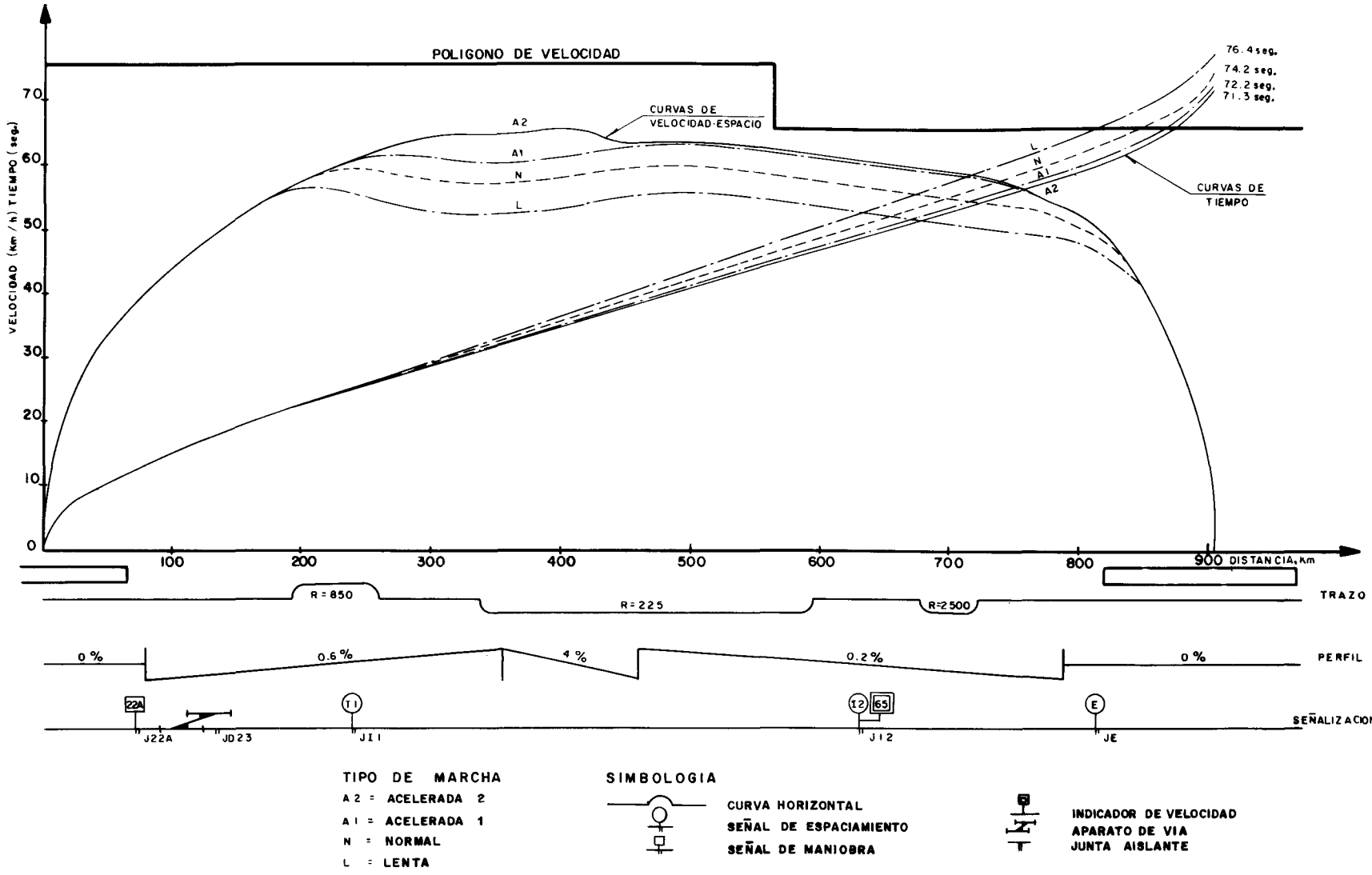


Fig 005-4 Marcha tipo

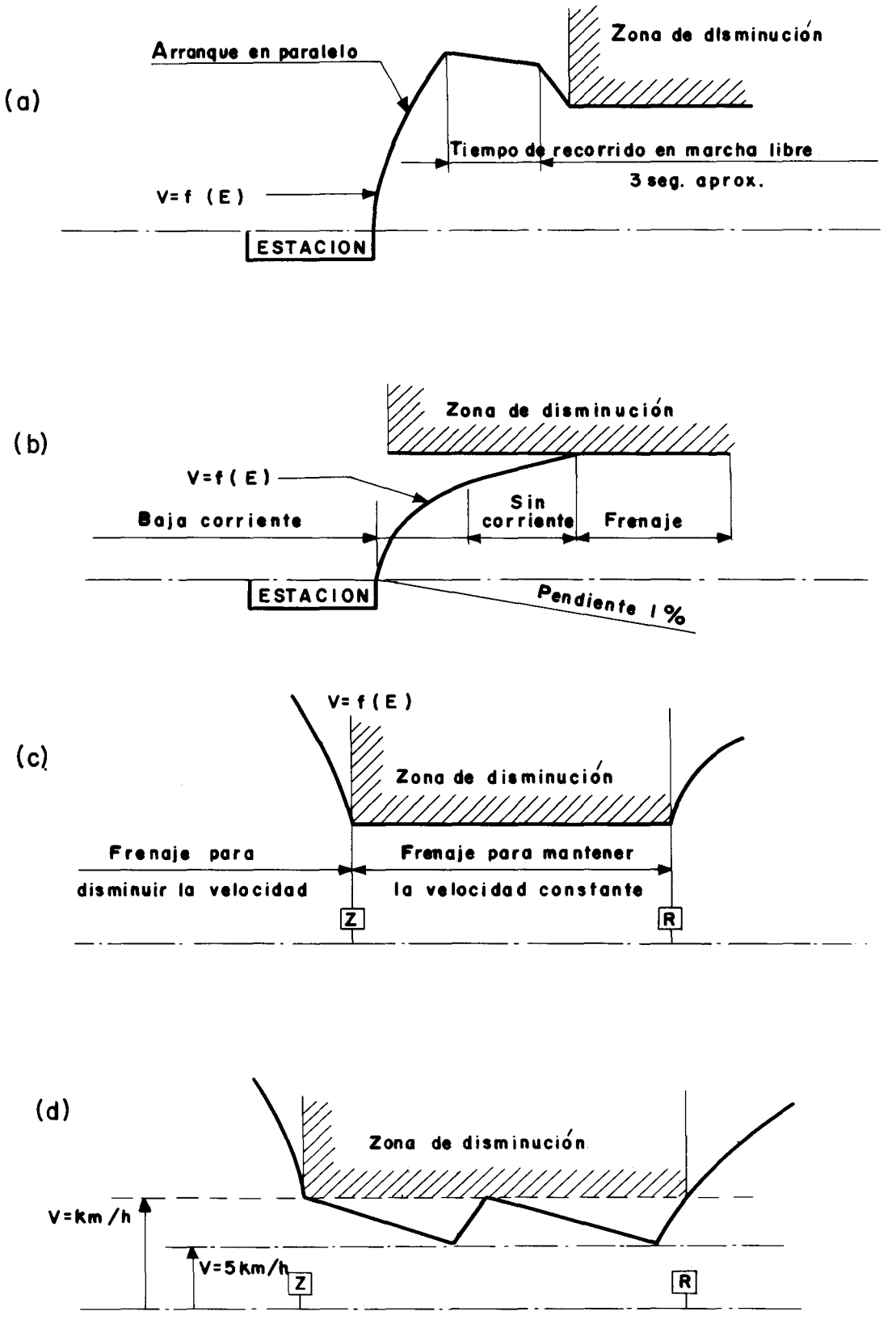


Fig 005-5 Condiciones de la marcha de trenes en zona de disminución

CAPITULO 2.04.02.001

INTRODUCCION

Después de haber determinado las características generales de una línea o de la prolongación de alguna en operación, se procederá a analizar las zonas de maniobras, donde se establecerá para cada una de ellas un Programa de Maniobras y la implantación de la Señalización. En las zonas de maniobras se presentarán movimientos para cambios de vía de los trenes por medio de los itinerarios, los que podrán ser sobre vías principales, como en los servicios provisionales o sobre vías secundarias, como en las vías de enlace, terminales, accesos a naves de depósito y talleres.

CAPITULO 2.04.02.002

SIMBOLOGIA

AMM	Andén de maniobras
	Circuito de vía
CMC	Conducción manual controlada
CML-15	Conducción manual limitada a 15 km/h
CML-25	Conducción manual limitada a 25 km/h
CML-50	Conducción manual limitada a 50 km/h
CMR	Conducción manual restringida
CUFS	Corte de urgencia fuera de servicio
CY	Ciclo
DBO	Despacho bajo orden
DO	Destrucción ordenada
DS	Distancia de seguridad
DTP	Destrucción de trazo permanente
DU	Destrucción de urgencia
F	Placa de señal franqueable
ILV	Indicador de límite de velocidad
IVA	Indicador de velocidad autorizada
LM	Límite de maniobra
NF	Placa de señal no franqueable
PA	Pilotaje automático
PCC	Puesto Central de Control
PGT	Programadora General de Tráfico
PML	Puesto de mando local
SE	Sobrerregistrado
SP	Servicio provisional
TA	Trazo automático
TP	Trazo permanente

CAPITULO 2.04.02.003

SEÑALIZACION

El objetivo de la señalización consiste en evitar que dos trenes circulando en el mismo sentido se aproximen entre sí, a una distancia menor que la permitida por la seguridad.

La señalizacion constituye un elemento esencial de la seguridad de la circulación de trenes y está constituida por dos tipos: la señalización de espaciamiento y la señalización de maniobra.

003.A SEÑALIZACION DE ESPACIAMIENTO

Es utilizada en vías principales y su objetivo principal es el de evitar el alcance entre trenes que circulan sobre la misma vía.

En todas las estaciones se tiene una señal de entrada y otra de salida y en los tramos de interestaciones se tendrá las señales intermediarias, cuyo número dependerá de la longitud de la interestación y del intervalo mínimo de 90 segundos.

El criterio de implantación de señales está basado en la sección tapón, que consiste en tener un circuito de vía libre entre dos trenes (dos señales en rojo).

Dos señales de espaciamiento sucesivas están separadas por una distancia mínima mayor o igual que la distancia de seguridad calculada por la velocidad máxima autorizada en el tramo.

La distancia de seguridad (DS) está dada por la siguiente fórmula:

$$DS = \frac{V^2}{2\left(\frac{\gamma}{\alpha} \pm i\right)}$$

donde:

- DS Distancia de seguridad, en m.
- V Velocidad del tren,en m/s.
- $\gamma = \gamma_s$ Desaceleración en frenaje de servicio utilizada en el trazo de la marcha tipo, en m/s^2 (tabla 003-1).
- $\gamma = \gamma_{señ}$ Desaceleración en frenaje de servicio, utilizada para implantar la señalización de espaciamiento, en m/s^2 (tabla 003-1).
- α Coeficiente de seguridad utilizado para la implantación de la señalización de espaciamiento; para el trazo de la marcha tipo, $\alpha = 1$ (tabla 003-1).
- i Desaceleración debida a las caracteristicas del perfil, multiplicada por un coeficiente aplicado por el material rodante.

Tabla 003-1 Parámetros para calcular la distancia de seguridad

Constante	Tipo de solución	
	Subterránea y túnel	Superficial y elevada
γ_s	1.1 m/s^2	0.9 m/s^2
$\gamma_{señ}$	1.1 m/s^2	0.9 m/s^2
α	1.2	1.2

Una señal de espaciamiento está compuesta por una luz verde y una luz roja, acompañada de un foco piloto lateral y sus placas de identificación.

Si la señal presenta la luz verde, el conductor está autorizado a franquearla a la velocidad máxima de circulación, salvo la presencia de un indicador de velocidad limitada.

Si por el contrario, la luz es roja, el tren está obligado a detenerse.

003.B SEÑALIZACION DE MANIOBRAS

La señalización de maniobras permite garantizar la seguridad de movimientos de trenes en zonas de maniobras, como terminales, servicios provisionales, vías de enlace, accesos a talleres, etc., donde se tienen varios itinerarios.

Esta señalización permite registrar, establecer y autorizar los itinerarios, de acuerdo a la operación de los circuitos de vía e incompatibilidad entre los movimientos de circulación.

Los semáforos están compuestos de dos o tres luces en vía principal y dos en zona de maniobras de terminales con foco piloto. En ocasiones pueden tener algunas señales indicadoras de velocidad autorizada (IVA) e indicador de dirección.

Las luces verde y amarilla significan la autorización del itinerario, teniendo el mismo significado la autorización de espaciamiento; sin embargo, la luz roja adquiere un significado adicional al estar acompañada del foco piloto; esto es, si la luz auxiliar blanca está encendida, el alto que presenta la señal es de espaciamiento y si el foco piloto está apagado, la señal roja está protegiendo la maniobra de otro tren (alto absoluto) o indicando que el itinerario no está establecido.

Todas las características del funcionamiento de las señales de maniobra serán descritas en el capítulo de programa de maniobras (2.04.02.004).

CAPITULO 2.04.02.004

PROGRAMA DE MANIOBRAS

Los programas de maniobras describen el funcionamiento de la señalización en las diferentes zonas de maniobras, de las cuales las más comunes son:

— Terminales provisionales.

— Terminales definitivas.

— Vías "Z" o centrales y vías "Y" o laterales.

— Vías de enlace.

— Servicios provisionales.

— Servicios provisionales conjugados con vías de enlace.

— Naves de depósito y talleres con enlace a terminales.

Los programas de maniobras están constituidos por cuatro partes principales que son:

— Plano esquemático de vías.

— Condiciones de funcionamiento de los itinerarios.

— Pupitre de mando.

— Tabla de telecontroles y enclavamientos.

004.A PLANO ESQUEMATICO DE VIAS

En la parte superior del plano se representa el esquema de las vías de la zona de maniobras; esta información es tomada del plano de Información General de la Línea. Sobre este esquema deberán aparecer los siguientes elementos:

— Los números de todos los CDV, la numeración de los aparatos de vía, la disposición de señales y sus placas correspondientes (NF para señal de maniobra y F para señal de espaciamiento), la numeración de vías (1 y 2 para las vías principales y A, B, C,... para las vías secundarias), etcétera.

— La implantación de placas IVA, de teléfonos fijos, de numeradores de trenes y de fosa de visita, cuando exista.

— En interestación, la ubicación de placas ILV, advertidores de ILV, indicadores de LM, etcétera.

— En las zonas de maniobras, la ubicación de cofres de mando local, los motivos SP, DBO, indicadores de destino, etcétera.

— A la salida de una vía de enlace el motivo CUFS.

Estos son algunos de los elementos más comunes de un programa de maniobras utilizados en un plano esquematizado de vías; la variedad de éstos dependerá del tipo de zona a utilizar.

004.B CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO DE ITINERARIOS

En la parte inferior del plano esquematizado de vías se representan las condiciones del funcionamiento de los itinerarios establecidos.

Es indispensable que todas las disciplinas que están relacionadas con un programa de maniobras, tales como MC, S, PA, etc., comprendan bien el funcionamiento de éste, con el fin de que la puesta en servicio del puesto de maniobras, opere de acuerdo al programa establecido (fig 004-1).

Las condiciones de funcionamiento se representan en una tabla con las siguientes columnas:

004.B.01 RANGO DEL ITINERARIO

Se determina el número progresivo de los itinerarios y el tipo de conducción (PA, CMC, CML 50-25, CML 15 y CMR).

004.B.02 TIPO DE TRAZO

Puede ser permanente (TP), automático (TA) o ciclo (CY).

El TP anula la función de destrucción automática al paso del tren, permaneciendo el itinerario formado hasta que la acción de destrucción del trazo permanente DTP sea efectuada.

En el TA el itinerario permanece formado hasta que un itinerario simple o combinado no sea registrado o formado.

El CY es un mando en TP de un itinerario, combinado con un servicio provisional, y permanece establecido hasta que la acción de anulación se efectúa.

004.B.03 DESIGNACION

En esta columna se representa el número de los CDV, así como el origen y destino de cada uno de los itinerarios.

004.B.04 MANDOS

En esta columna se representan todas las condiciones para el mando de los itinerarios, que pueden ser simples o combinados; también se indica si pueden ser mandados localmente desde el PML, telemandados desde el PCC o PGT o con cofres situados a la proximidad de la señal. Los itinerarios pueden ser mandados también automáticamente.

004.B.05 DESTRUCCION ORDENADA (DO) DE ITINERARIOS

Es efectiva si los enclavamientos de aproximación y de tránsito no están en acción; la destrucción se puede realizar localmente mediante el PML, telemandada desde el PCC o PGT con cofres situados en la proximidad de la señal, según el itinerario.

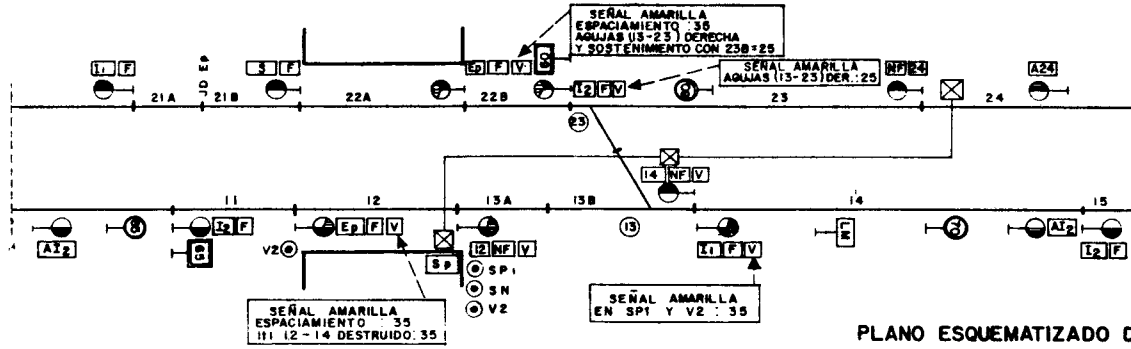
004.B.06 DESTRUCCION DE URGENCIA (DU) DE ITINERARIOS

Se detiene después de una temporización; si el mando de una DU se hace cuando los enclavamientos de aproximación y de tránsito no están en acción, la destrucción es inmediata. La destrucción se puede accionar igualmente que una DO.

004.B.07 PARTICULARIDADES

Cuando se tiene una vía de enlace con vías principales, los itinerarios correspondientes, como accesos a vías principales, no pueden ser formados si el circuito de vía de destino está ocupado; por otra parte, existe la posibilidad de que el itinerario quede sobrerregistrado (SE) es decir que se encuentre en memoria y se registrará después de la liberación del circuito de vía de destino.

Otra particularidad es la de indicar los itinerarios que requieren agujas de regreso automático de los aparatos de vía, sin necesidad de un nuevo mando de otro itinerario.



PLANO ESQUEMATIZADO DE VIAS

NUMERO	TIPO DE TRAZO	DESIGNACION	MANDOS: CS	CC	L	T	C	AUTOMATICO	DO: L	T	C	CONDICIONES	DU: L	T	C	CONDICIONES	PARTICULARIDADES: Δ	SE	AGUJAS DE REGRESO AUTOMATICO	SEÑALES: No.	INDICACION	VIA LIBRE	DESBLOQUEO: PARTICULARES	C.D.V. LIBRES	INDICADOR DE DIRECCION	VELOCIDAD PERMITIDA	INCOMPATIBILIDADES: 12-14	14-22	24-22
	TA	12-14	X					$\overline{SP1}$ x $\overline{V2}$				SP1				SP1 x 14				12	V			13A-13B-14			12-14	■	X
◇1		12-14	X					SP1 x 12 x 14												12	J			13A-13B-14		35	14-22	X	■	X
		12-14	X					CON V2 MANDADO												12	J			13A-13B-14		35	24-22		X	■
◇2		14-22	X					SP1 x $\overline{14}$ x 22B											13-23(IZQ.)	14	J			13A-13B-23-22		25				
		14-22	X					V2 x 14 x 22B											13-23(IZQ.)	14	J			13A-13B-23-22		25				
◇3	TA	24-22	X					$\overline{SP1}$ x $\overline{V2}$				SP1+V2				SP1				24	V			22B-23					
4	CY	SP1		X		X	12	SIN ACERCAMIENTO		X	12																		
5		V2		X		X		SUBORDINADO A (12-14) FORMADO																					

NOTA : LOS TELEFONOS ESTAN CONECTADOS AL PCC

SP1 = (12-14) x (14-22)
V2 = (12-14) x (14-22)
22 = 22A x 22B

CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO DE LOS ITINERARIOS

S I M B O L O G I A

- ADVERTIDORA DE SEÑAL
- SEÑAL DE 2 LUCES
- SEÑAL DE 3 LUCES
- ADVERTIDORA ILV
- INDICADOR DE LIMITE DE VELOCIDAD ILV
- INDICADOR DE LIMITE DE MANIOBRA
- 10 — NUMERO DE LA SEÑAL
- NF F — PLACA DE SEÑALES
- SP — SERVICIO PROVISIONAL
- TELEFONOS FIJOS DE SEÑALES CONECTADOS EN PARALELO
- (12) — NUMERO DE AGUJAS TIPO DE CONDUCCION EN EL ITINERARIO
- ◇1 — PA [1] CML 25 (1) CML 15
- V — INDICADOR DE VELOCIDAD AUTORIZADA IVA
- 15 — NUMERO DE C D V
- VI — BOTON DE MANDO DE ITINERARIO VI (idem V2, SP..., E...,)
- SN — BOTON DE ANULACION DE SP

L	L O C A L
T	T E L E M A N D O
C	C A J A DE BOTON (EN LA SEÑAL)
CC	MANDO COMBINADO
CS	MANDO SIMPLE
CY	C I C L O
DO	DESTRUCCION ORDENADA
DU	DESTRUCCION EMERGENCIA
Δ	DESTINACION
SE	SOBRERREGISTRO
TA	TRAZO AUTOMATICO

Fig 004-1 Programa de maniobras

004.B.08 SEÑALES

En la columna de señales deberá indicarse el número de señal correspondiente para cada itinerario, la indicación de vía libre, las condiciones del movimiento, los CDV libres, los indicadores de dirección y la velocidad permitida.

004.B.09 INCOMPATIBILIDAD ENTRE ITINERARIOS

En esta columna se representan las incompatibilidades entre itinerarios de la zona de maniobras, o sea que cuando se tengan itinerarios que se interfieran en el origen, destino o por cruzamiento, no podrán ser formados al mismo tiempo.

004.B.10 MOVIMIENTOS COMBINADOS

En los movimientos combinados se deben describir todos los itinerarios simples que forman parte de los itinerarios combinados, como son los servicios provisionales (SP), maniobras "O", V1, V2, etcétera.

004.C PUPITRE DE MANDO

Los mandos y destrucciones de itinerarios simples o combinados, se realizan por medio de botones de presión con retorno automático a posición normal, que están agrupados sobre un pupitre de mando (fig 004-2).

Para cada programa de maniobras se deberá realizar el diseño del pupitre de mando correspondiente, ubicando los elementos más importantes como son los siguientes:

1. Indicadores de circuitos de vía de origen.
2. Botones de mando de itinerarios simples, representados por el número de circuito de vía de destino.
3. Botones de mando de itinerarios combinados, representados por el código del itinerario (maniobra "V", por ejemplo).
4. Botones de mandos de itinerarios simples o combinados en trazo permanente.
5. Botones de anulación de itinerarios simples o combinados establecidos en trazo permanente.
6. Botones de destrucción manual de itinerarios simples, representados por el número de circuito de vía de destino.
7. Botón de destrucción ordenada inmediata.
8. Botón de destrucción de urgencia temporizada.
9. Contador asociado al botón de destrucción de urgencia.
10. Botón de mando con timbre de partida.
11. Botón de mando de desbloqueo de señal de salida.

004.D TABLA DE TELECONTROLES Y ENCLAVAMIENTOS

La información de la tabla de telecontroles indica a la disciplina de señalización la interfaz que se debe prever con la disciplina de mando centralizado (fig 004-3).

En la columna de itinerarios se indican aquéllos que requieren control de registro, establecimiento y mando y destrucción de los itinerarios en trazo permanente (TP y DPT).

En la columna de señales se indican aquéllas que requieren control de iluminación, quedando verde o amarillo para vía libre, blanco para alto de espaciamiento y rojo para alto absoluto.

La columna de aparatoss de vía indica el control a derecha o izquierda de los aparatos.

Otra columna es la de circuitos de vía, donde se indica el requerimiento de control de circuitos de vía ocupada.

La columna de enclavamientos indica al controlador del puesto de maniobras el número de itinerarios a realizar; para cada itinerario indica el o los circuitos de vía de tránsito, y el o los circuitos de vía de acercamiento.

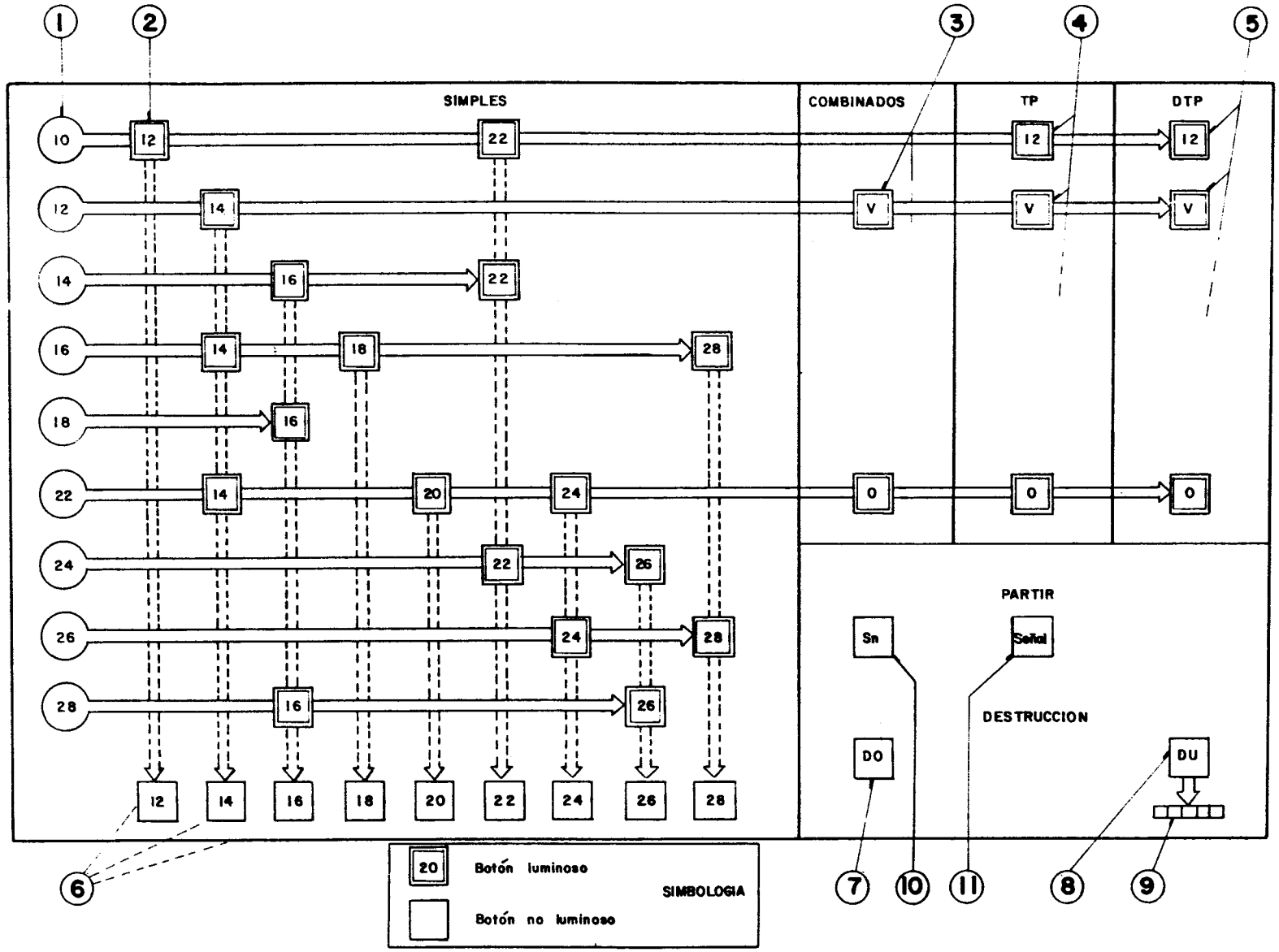


Fig 004 - 2 Pupitre de mando

TELECONTROLES												ENCLAVAMIENTOS		
ITINERARIOS				SEÑALES				AGUJAS			CIRCUITOS DE VIA	ITINERARIOS	TRANSITO	ACERCAMIENTO
Nº	EI	CI	TP / DTP	Nº	VERDE AMARILLO	BLANCO	ROJO	Nº	D	G				
1				08	X	X	X	13-23	X	X	08	08 - 10	09	08
2				10	X	X	X	19A	X	X	09	10 - 12	11	10
3				12	X	X	X	09-19B	X	X	10	12 - 14	13A - 13B	11-12A-12B
4				14	X	X	X				11	14 - 12	13B - 13A	14
5				20	X	X	X				12A	14 - 22	13B - 23	14
6				22A	X	X	X				12B	20 - 18	19	20
7	X	X		22B	X	X	X				13A	20 - 38	19	20
8				24	X	X	X				13B	22 - 20	21	22A-22B-23
9				38A	X	X	X				14	22 - 14	23 - 13B	22A-22B
10											18	24 - 22	23	24
11	X	X									19	38 - 10	19 - 09	38
12	X	X									20	38 - 20	19	38
13		X	X / X								21			
14		X	X / X								22A			
15	X	X									22B			
16	X	X									23			
											24			
											38			

Fig 004 – 3 Tabla de telecontroles y enclavamientos

CAPITULO 2.04.02.005

TERMINALES

Las terminales estarán constituidas por las zonas de maniobras que permiten a los trenes efectuar las siguientes acciones:

— Maniobras de cambio de vía principal.

— Movimientos de entrada y salida de estacionamiento.

— Acceso a la fosa de visita para determinadas intervenciones sobre el material rodante.

El intervalo mínimo posible dentro de la terminal depende del tipo de maniobra de cambio de vía; dentro de esta maniobra hay que considerar:

— El tiempo de recorrido de los itinerarios.

— El tiempo de desbloqueo de todas las señales de maniobras.

— El tiempo de recorrido que los conductores deberán efectuar a pie.

— El tiempo de estacionamiento de trenes.

La permanencia mínima dentro de una terminal es el tiempo mínimo necesario entre el paro de un tren en el andén de llegada y el arranque en el andén de salida. Esto comprende:

— El tiempo de estacionamiento en el andén de llegada para el descenso de viajeros.

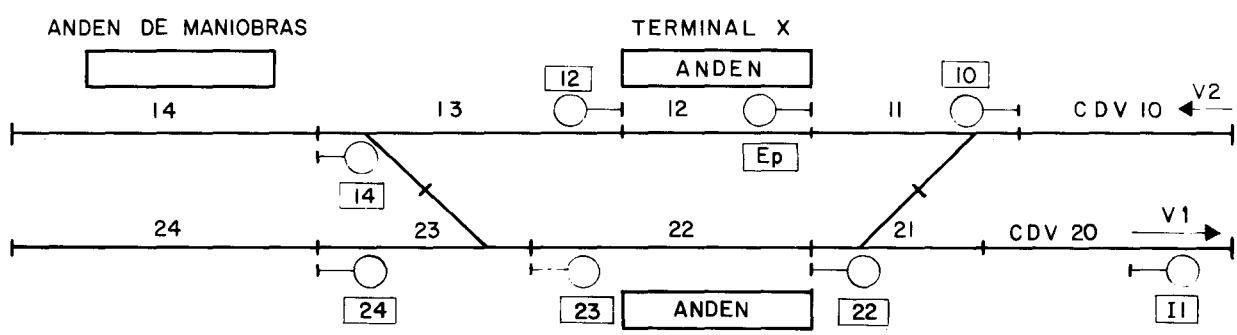
— El tiempo necesario para la maniobra de cambio de vía.

— El tiempo de estacionamiento de andén de salida para el ascenso de viajeros.

El número de posiciones de estacionamiento dentro de una terminal debe asegurar el inicio del servicio con intervalo máximo permitido durante el tiempo de recorrido de una terminal a otra, o sea hasta la llegada del primer tren que viene de la otra terminal.

005.A TERMINALES PROVISIONALES

Cuando una línea es puesta en servicio con una longitud dada y se proyecta operar una prolongación de la misma a futuro, es necesario considerar una terminal provisional (fig 005-1).



Diferentes tipos de maniobras:

Maniobra "V" : Itinerario (12-14) y (14-22) y (22-20)

Maniobra "O" : Itinerario (10-22) y (22-20)

Simbología:

No. de señal 14

C D V 24

Fig 005-1 Esquema tipo de una terminal provisional a dos vías y dos andenes

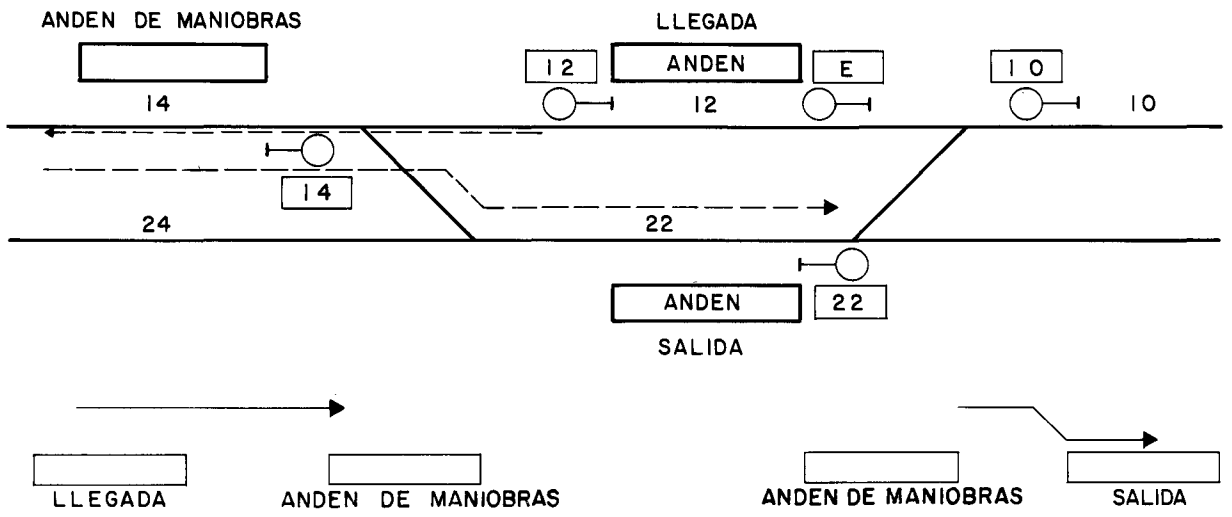
Las maniobras indicadas en la fig 005-1 se utilizan a manera de ciclo, solas o combinadas según el intervalo de operación utilizado durante la jornada.

Las maniobras se pueden realizar dentro de las condiciones de operación con o sin conductor de refuerzo.

El intervalo mínimo posible de una terminal provisional será menor que el considerado en línea, y estará en función del tiempo de desbloqueo de las señales.

005.A.01 PERMANENCIA MINIMA EN UNA TERMINAL A DOS VIAS

Se presenta como ejemplo la Estación Terminal Provisional de una línea determinada (fig 005-2)



Simbología:

No. de señal 14

C D V 24

Fig 005-2 Permanencia mínima en una terminal a dos vías

Para maniobras "V" se tiene:

	Tiempo, en segundos
Estacionamiento en andén de llegada	25.0
Recorrido del itinerario (12-14)	27.7
Estacionamiento en andén de maniobras con equipo de refuerzo	11.0
Recorrido del itinerario (14-22)	46.7
Estacionamiento en andén de salida	25.0

Permanencia mínima en terminal 145.4 s = 2 min 25.4 s

Para maniobra "0" se tiene:

	Tiempo, en segundos
Abandono de control de cabina	10.0
Recorrido de andén a pie a 4 km/h (148 m)	133.2
Puesta en servicio de control de cabina	15.0
Servicio de viajeros (cierre de puertas)	10.0

Permanencia mínima en terminal 168.2 s = 2 min 48.2 s

Nota: Con cambio de conductor de tren, la permanencia mínima será de 50 a 60 segundos aproximadamente que equivaldría al tiempo de estacionamiento.

Cuando se determine la construcción de la prolongación de una línea, la terminal provisional se convertirá en una estación de paso y es recomendable utilizar las instalaciones existentes para un servicio provisional.

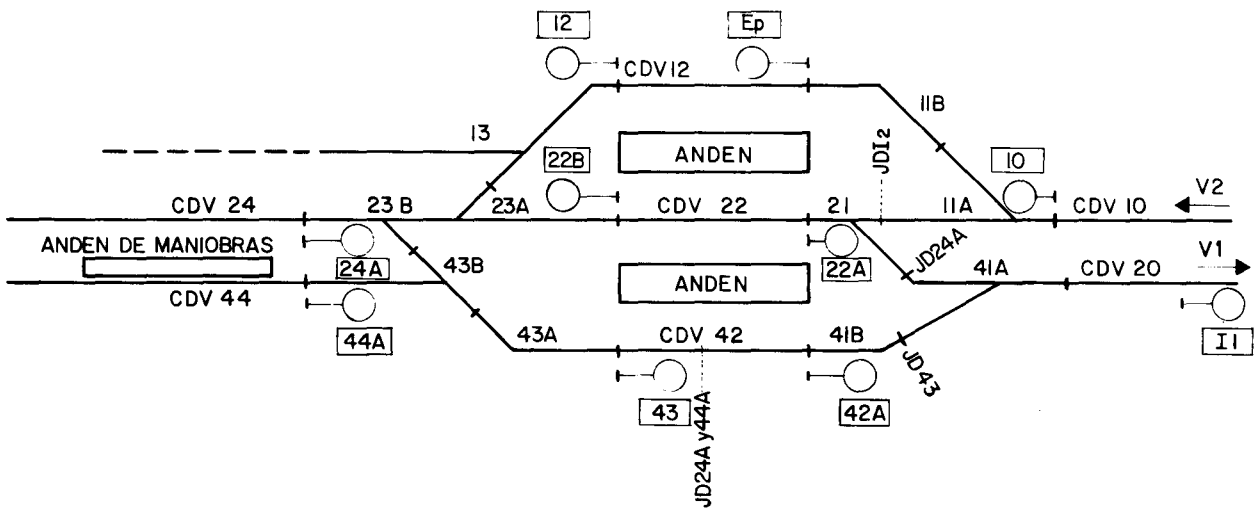
005.B TERMINALES DEFINITIVAS

Están constituidas por tres vías y dos andenes; el andén de maniobras se encuentra más alejado de los andenes de la estación

con respecto a una terminal provisional y el tiempo de recorrido será mayor, pero se tendrá mayor flexibilidad para la operación (fig 005-3).

En una terminal de tres vías y dos andenes el intervalo mínimo práctico de operación es de 90 segundos; esto sólo se obtiene utilizando la maniobra alternada V1 + 0.

Se recomienda ubicar una fosa de visita para pequeñas intervenciones del material rodante en la terminal opuesta a la que esté más próxima a los talleres de mantenimiento. Esta fosa deberá estar ubicada de tal manera que tenga un acceso directo con recorrido lo más corto posible, y además, no interferir con las maniobras de cambio de vía descritas anteriormente.



Diferentes tipos de maniobras de cambio de vía en terminal

Maniobra 0 : Itinerario (10-22) y (22-20)
Maniobra V 1 : Itinerario (10-12) y (12-24) y (24-42) y (42-20)
Maniobra V 2 : Itinerario (10-12) y (12-24) y (24-22) y (22-20)
Maniobra V 3 : Itinerario (10-22) y (22-24) y (24-42) y (42-20)

Maniobra alternada V1 x V2

Itinerarios (10-12) y (12-24) y (24-42) y (42-20) 1er. tren
(10-12) y (12-24) y (24-22) y (22-20) 2o. tren

Maniobra alternada V1 x 0

Itinerarios (10-22) y (22-20) 2o. tren
(10-12) y (12-24) y (24-42) y (42-20) 1er. tren

Simbología:

No. de señal 12

C D V 22

Fig 005-3 Terminales definitivas

CAPITULO 2.04.02.006

VIAS "Y" Y "Z"

Las vías "Y" y "Z" son vías secundarias que se ubican generalmente en la parte media de una línea, y su función principal es poder alojar trenes averiados que interfieran con la operación de la línea.

Es importante conjugar estas vías con servicios provisionales y vías de enlace, para reducir el número de aparatos, costos de obra civil y obra electromecánica (fig 006-1).

006.A VIA "Y"

La vía "Y" es una vía adicional que se implanta lateralmente a las vías principales formando una tercera vía; su ubicación dependerá de las características geográficas de la zona.

Cuando la operación lo requiera, se ubicará aproximadamente en la parte media de la línea, una fosa de visita para pequeñas averías del material rodante; esta fosa será ubicada siempre sobre una vía "Y".

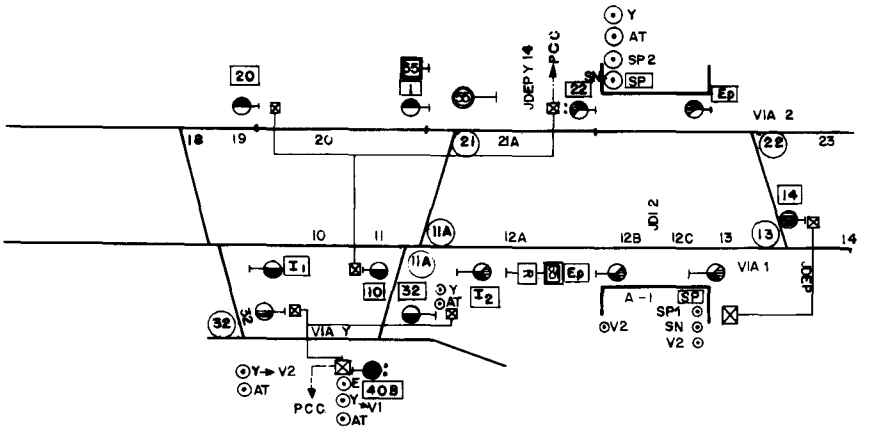
También es importante considerar que cuando se tenga una vía de enlace, se comunique directamente a la vía "Y", para evitar interferencia con las vías principales y esperar el momento propicio para entrar en línea.

006.B VIA "Z"

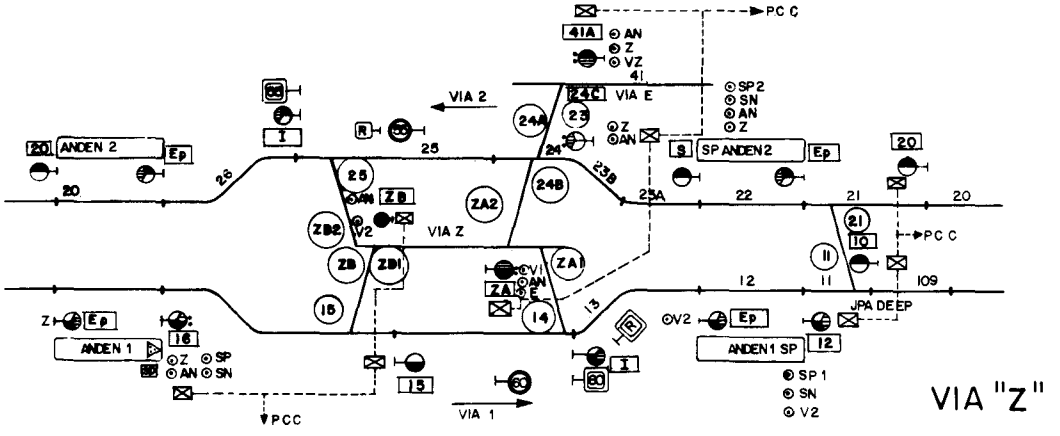
La vía "Z" es una vía secundaria que se ubica siempre en medio de dos vías principales formando una tercera vía; igual que la vía "Y", se ubica generalmente en la parte media de una línea.

El costo de una vía "Z" es mayor que el de una vía "Y", debido a que la sección es mayor tanto longitudinalmente como transversalmente, por los cambios de entrevía de las vías principales para implantar la tercera vía.

Contrariamente a una vía "Y", no se recomienda ubicar una fosa de visita en una vía "Z", ya que al estar ubicada en medio de las vías principales, requiere protecciones adicionales en ambos extremos, se incrementa la sección y se pone en peligro al personal de mantenimiento al estar cruzando las vías en constante operación.



VIA "Y"



VIA "Z"

S I M B O L O G I A		
SEÑAL CON DOS INDICADORES DE ITINERARIO	(11) AGUJA 11	(AN) BOTON DE ANULACION
SEÑAL ROJA	(·) BOTON DE SERVICIO NORMAL	TELEFONOS EN PARALELO
SEÑAL AMARILLA	(SP1 / SP2) BOTON DE SERVICIO PROVISIONAL	DESPACHO BAJO ORDEN (DBO)
SEÑAL VERDE	(V1 / V2) BOTON DE MANDO DE VIA	(60) ADVERTIDOR DEL INDICADOR DEL LIMITE DE VELOCIDAD
[20] SEÑAL 20	(E) BOTON DE MANDO DE VIA E	[60] INDICADOR DE LIMITE DE VELOCIDAD
21 NUMERO DE CDV	(Z) BOTON DE MANDO DE VIA Z	[LM] INDICADOR DE LIMITE DE MANIOBRA
JPA JUNTA DE PUESTA EN AMARILLO		[R] RECUPERADOR DEL (I L V)

Fig 006-1 Vías auxiliares

CAPITULO 2.04.02.007

VIAS DE ENLACE

Constituyen la posibilidad de intercirculación entre líneas para el abastecimiento de trenes a nuevas líneas, la comunicación con talleres de pequeña y gran revisión en caso de indisponibilidad de estas instalaciones y desplazamiento de trenes de trabajo (fig 007-1).

Cuando se ponen varias líneas de Metro en operación, es necesario prever las vías de enlace a fin de poder agrupar en lo posible los trenes dentro del mismo taller.

La longitud de una vía de enlace debe permitir la posición de un tren, porque se debe poder alternar la maniobra de una línea a la otra y esperar el momento propicio para salir.

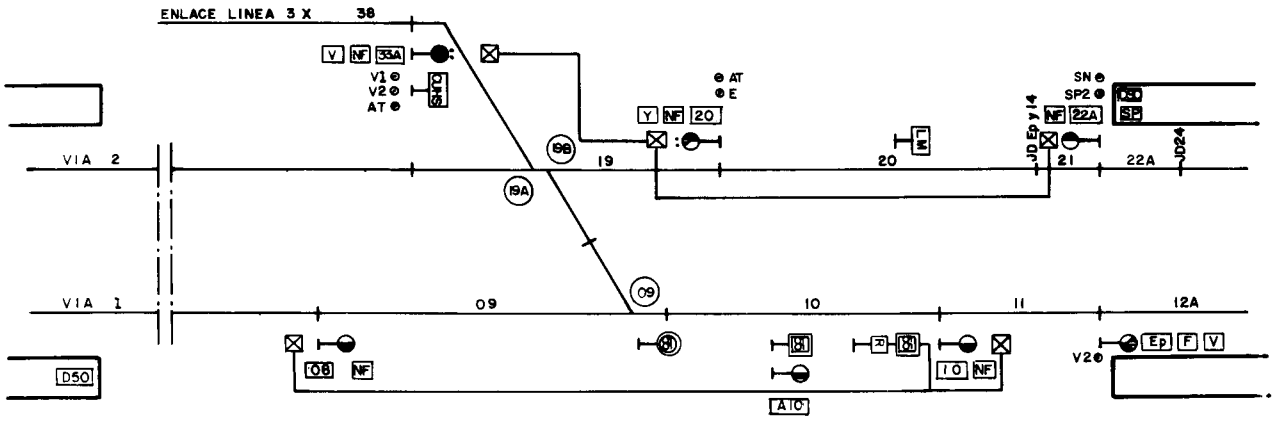
La vía de enlace debe estar por seguridad señalizada y alimentada con energía sobre dos líneas con telemando, previendo un dispositivo de seguridad sobre la otra línea para evitar una liga eléctrica entre ellas.

Es necesario tratar de combinar las vías de enlace con los servicios provisionales, con el fin de tener un menor número de aparatos de vía y evitar los recorridos inútiles.

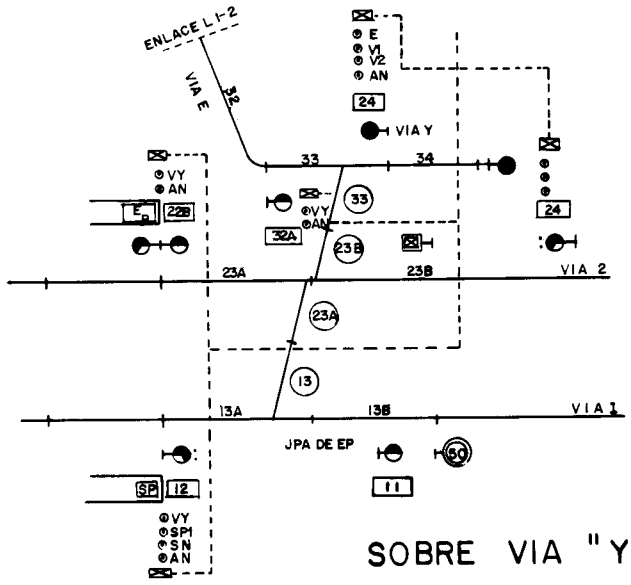
Contrariamente a un servicio provisional, a la entrada o salida de una vía de enlace, un aparato puede ser tomado indiferentemente de punta o de talón; es la posición geográfica de la vía de enlace lo que dispone esta solución.

Si una zona de maniobras está equipada con una vía "Y", los movimientos de trenes pueden ser realizados en esta vía a fin de limitar las perturbaciones sobre las vías principales.

Los accesos a una vía de enlace tienen frecuentemente un perfil desfavorable, lo que quiere decir que la diferencia de nivel de dos líneas a la extremidad de la vía de enlace puede ser en rampa o en declive, siendo recomendable en este caso, equipar la vía con un aparato descarrilador para evitar accidentes con la vía principal.



SOBRE VIA PRINCIPAL



SOBRE VIA "Y"

S I M B O L O G I A

- SEÑAL CON DOS INDICADORES DE ITINERARIO
- SEÑAL ROJA
- SEÑAL AMARILLA
- SEÑAL VERDE
- 20 SEÑAL 20
- 21 NUMERO DE CDV
- J P A JUNTA DE PUESTA EN AMARILLO
- SP SERVICIO PROVISIONAL
- 11 AGUJA 11
- BOTON DE SERVICIO NORMAL
- SP1 SP2 BOTON DE SERVICIO PROVISIONAL
- V1 V2 BOTON DE MANDO DE VIA
- E BOTON DE MANDO DE VIA E
- Y BOTON DE MANDO DE VIA Y
- AN BOTON DE ANULACION
- TELEFONOS EN PARALELO
- DESPACHO BAJO ORDEN (DBO)
- 60 ADVERTIDOR DEL INDICADOR DEL LIMITE DE VELOCIDAD
- 80 INDICADOR DE LIMITE DE VELOCIDAD
- LM INDICADOR DE LIMITE DE MANIOBRA
- R RECUPERADOR DEL (I L V)
- R RECUPERADOR DEL IVA

Fig 007–1 Vias de enlace

CAPITULO 2.04.02.008

SERVICIOS PROVISIONALES

Un servicio provisional (SP) es la operación degradada de una línea en caso de indisponibilidad de una de sus partes. En caso de interrupción de tráfico de vías, se necesitará permitir a los trenes el cambio de vía, estableciendo una terminal provisional. No habrá andén de maniobras pero se adoptará el principio de la maniobra por delante o por detrás de la terminal provisional, dependiendo del caso de interrupción y considerando siempre el servicio de los andenes de pasajeros. Los aparatos de vía serán en general implantados de tal manera que sean tomados en talón por los trenes en sentido normal de circulación.

El intervalo será mayor que en la terminal normal, sobre todo en el caso de la maniobra por delante de la terminal provisional (fig 008-1).

008.A ELECCION DE SERVICIOS PROVISIONALES

Los servicios provisionales estarán por regla general ubicados en la proximidad de estaciones principales de correspondencia, escalonados sobre la línea y a igual distancia entre éstos en lo posible. Un servicio provisional podrá estar igualmente instalado próximo a una vía de enlace, para conjugar los itinerarios de cambio de vía con la entrada o salida de la vía de enlace.

008.B DIFERENTES TIPOS DE SERVICIO PROVISIONAL

008.B.01 ANTES DE LA TERMINAL

La maniobra se hará en tres tiempos y el tren efectuará una maniobra antes de la estación, que será relativamente larga si no se cuenta con equipo de refuerzo. Esta maniobra podrá ser reducida si se realiza simultáneamente el ascenso y descenso de viajeros en el andén de llegada.

008.B.02 DESPUES DE LA TERMINAL

La maniobra será idéntica a la que se utiliza dentro de las terminales a dos vías (maniobra V).

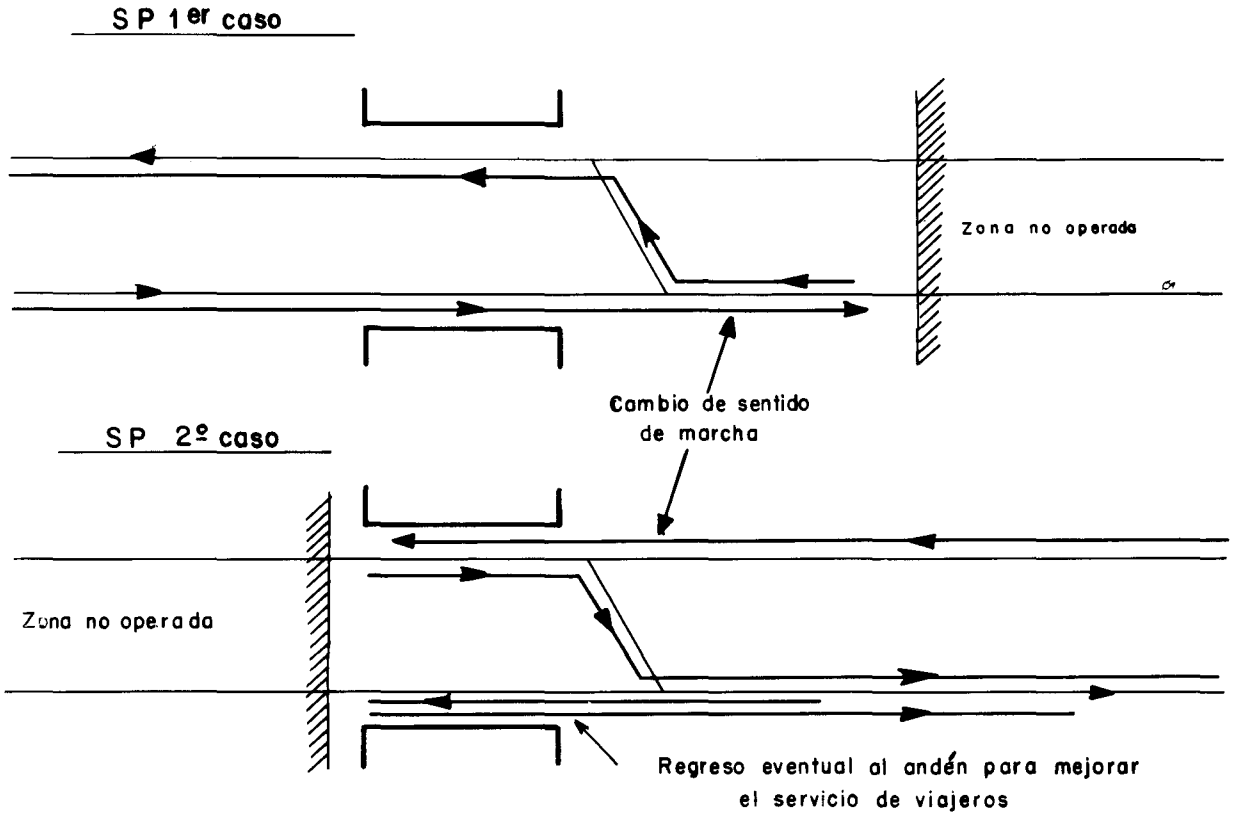
008.B.03 EN ESTACION CON ANDEN CENTRAL

Esta maniobra será similar a las anteriores, excepto para las maniobras antes de la terminal, debido a que se cuenta con un andén central y que asegura el ascenso y descenso de viajeros en el mismo andén, reduciendo el tiempo de la maniobra.

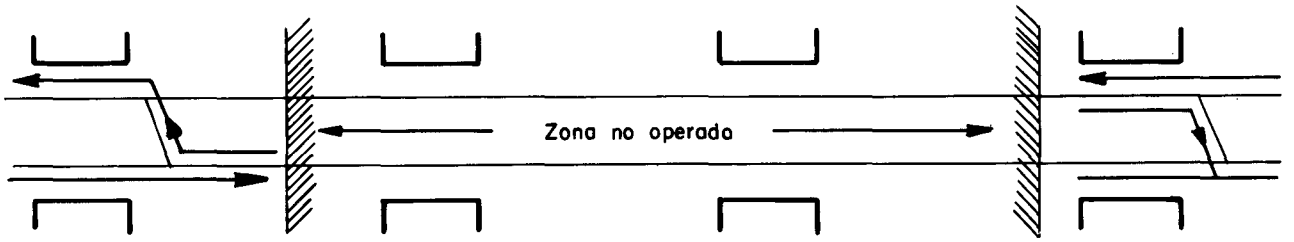
Cuando la zona de maniobras esté equipada con una vía "Z", el cambio de la vía se efectuará sobre ella.

Existe otro tipo de SP en estaciones con tres andenes, donde se podrán utilizar las maniobras "V" y "0", dependiendo de la zona de interrupción y de la ubicación de los aparatos de vía.

ESQUEMAS DE FUNCIONAMIENTO



Ejemplo de interrupción en línea



Sobre cada tramo operado el intervalo posible entre trenes sucesivos es del orden de 3 minutos

Fig 008-1 Servicios provisionales

CAPITULO 2.04.03.001

INTRODUCCION

El material rodante de una línea tiene una importancia proporcional a su tráfico. Los trenes sólo serán utilizados en las horas de servicio; el resto del tiempo será necesario estacionarlos. Así mismo, para garantizar el servicio de la línea para los usuarios, se requerirá dar un buen mantenimiento a los trenes; por consiguiente se deberán prever naves de depósito y talleres con capacidad suficiente para el conjunto de trenes.

El número de trenes necesarios para operar una línea se determinará en función del intervalo mínimo de operación (ver capítulo 2.04.01.004).

CAPITULO 2.04.03.002

NAVES DE DEPOSITO

Es importante considerar el estacionamiento para trenes en posiciones lo más cercanas que sea posible a las terminales, con el fin de evitar grandes recorridos a pie del personal de operación. La red deberá ser accesible desde la vía de llegada y en liga con la vía de salida de la terminal con recorridos simples. La zona de estacionamiento podrá ubicarse de la siguiente manera (fig 002-1).

— En la prolongación de las vías después de la terminal.

— En la prolongación de las vías formando una nave de depósito después de la terminal o dentro de un terreno reservado para los talleres de mantenimiento y las naves de depósito para el material rodante.

Por regla general el número de trenes necesarios para una línea deberá de ser distribuido en los extremos de la línea, considerando 1/3 como la mínima cantidad de posición de estacionamiento en un extremo y 2/3 en el otro.

002.A DIFERENTES TIPOS DE ESTACIONAMIENTO

Estacionamiento en serie: Los trenes se ubican uno a continuación de otro en una misma vía (fig 002-2); tiene el inconveniente de que en caso de avería en un tren, todos los trenes siguientes quedarán bloqueados.

Estacionamiento en paralelo: Los trenes se estacionan paralelamente entre sí, en vías individuales (fig 002-3); tiene como inconveniente que se requiere una red compleja de aparatos de vía, complicada y costosa para un número relativamente pequeño de posiciones de estacionamiento.

Otro tipo de estacionamiento será el que comprenda los dos anteriores, es decir, combinando las posiciones en serie y en paralelo.

002.B DISPOSICION DE APARATOS DE CAMBIO DE VIA

Los aparatos de cambio de vía se pueden disponer en serie (fig 002-4a) o en paralelo (fig 002-4b).

002.C SEGURIDAD DE MOVIMIENTOS DE TRENES

Se conseguirá directamente por la señalización para maniobras, por lo que la implantación de señales dependerá de las características del material rodante y del intervalo mínimo que se desea realizar.

En zona de maniobras la señalización asegurará la protección de aparatos de vía y prohibirá los itinerarios incompatibles. El movimiento de trenes será controlado por el puesto de maniobras. El resto de la señalización y los límites de velocidad estarán asegurados por el paro automático, pilotaje automático, etcétera.

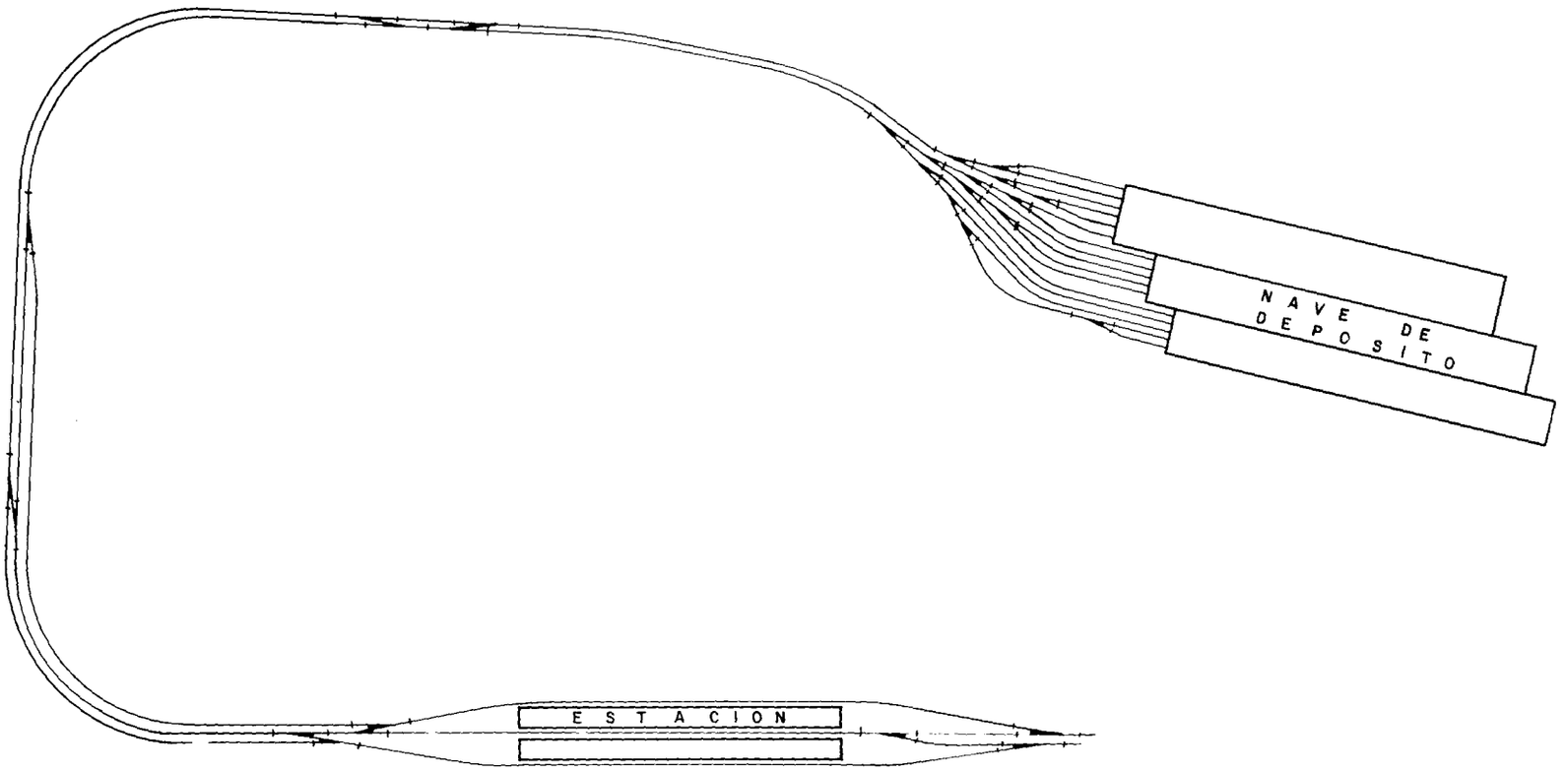


Fig 002—1 Nave de depósito

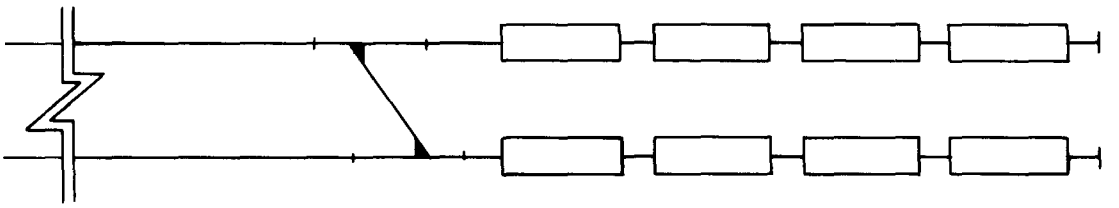


Fig 002-2 Estacionamiento de trenes en serie

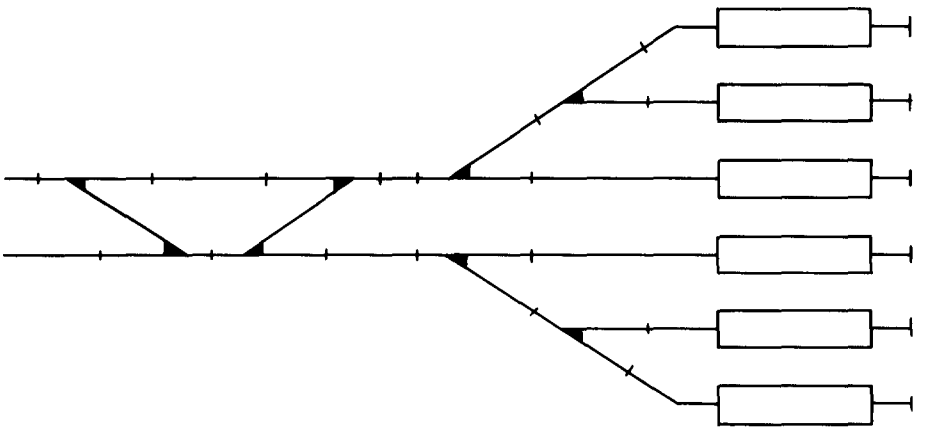
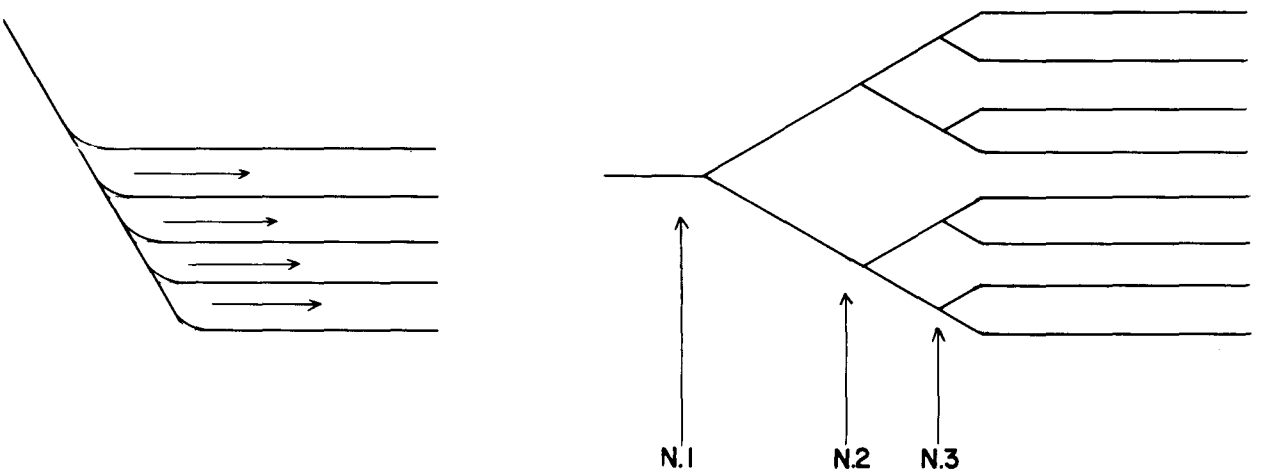


Fig 002-3 Estacionamiento de trenes en paralelo



(a) En serie

(b) En paralelo

Fig 002-4 Disposición de aparatos de cambio de vía

CAPITULO 2.04.03.003

TALLERES

Los talleres tendrán como función primordial el mantenimiento de equipos y del material rodante de una línea o de una serie de líneas. Estarán ubicados generalmente en los extremos de las líneas, en terrenos reservados para tales instalaciones y en lo posible retirados de las zonas de aglomeración urbana. Además, deberán ser ubicados lo más próximo posible a las terminales, para disminuir la longitud de enlace.

Las superficies de los diferentes puestos de reparación estarán en función del número de carros que circularán sobre la red, de los kilómetros recorridos anualmente por cada uno de ellos y de la frecuencia de intervenciones de diferente naturaleza, necesarias para el mantenimiento.

Cuando la extensión de una o varias líneas esté prevista a futuro dentro del Plan Maestro, los talleres deberán estar dimensionados en función de la situación del proyecto, dejando áreas y preparaciones necesarias para futuras ampliaciones.

003.A TALLERES DE PEQUEÑA REVISION

En términos generales las instalaciones más importantes, serán las siguientes (fig 003-1):

003.A.01 NAVE DE DEPOSITO DE TRENES

Estaría destinada exclusivamente para el resguardo de trenes durante las horas de menor afluencia de pasajeros, horas valle, o en las horas en que se suspenda el servicio al público. Las características de esta nave se determinaron en el capítulo 2.04.03.002.

003.A.02 NAVE PARA TALLER DE VIA Y VEHICULOS AUXILIARES

En esta nave se tendrá reservada el área para almacenamiento de las partes de vía, en donde bajo un programa establecido, se da mantenimiento a todas las vías en general y en especial a los cambios de vía instalados, tanto en las líneas como en el propio taller. Generalmente en esta misma nave se ubicarán el depósito y fosa de revisión para los vehículos auxiliares.

003.A.03 NAVE DE PEQUEÑA REVISION

En esta nave se ubicarán las fosas para la revisión de los carros que sean sometidos al programa de 6000 a 8000 km de recorrido, aproximadamente, y las revisiones eventuales por fallas imprevistas.

Adicionalmente, la nave contará con una vía y una fosa, en la que se instalará una máquina lavadora automática para los carros. Se contará también con un túnel para sopleteado de los carros, que operará como cámara de succión de los sólidos que se desprendan al sopletear los carros con aire comprimido.

Para seguridad de los trabajadores, la alimentación a los motores de los carros, que generalmente se hace por contacto de las escobillas del tren con la barra de guiado en las vías, se logrará a través de troles colocados en la parte superior de cada vía, fijados en la propia estructura de la nave.

De acuerdo a estadísticas de las líneas en operación, se considera que un 12 por ciento del número total de trenes en operación de una línea, calculado con el intervalo mínimo, se encontrarán en el taller de pequeña revisión. Esto implica que el número de fosas de revisión en el taller, deberá ser calculado con el criterio anterior. Por ejemplo, para una línea de 10 km de longitud, con un intervalo mínimo de 90 segundos será necesario tener 27 trenes en operación; por lo tanto se necesitarán cuatro fosas de revisión en el taller.

003.A.04 VIA DE PRUEBAS

Una vez reparados los carros, serán sometidos a pruebas de inspección de buen funcionamiento en esta vía, antes de salir a dar servicio al público. Deberá tener una longitud tal que permita a los carros desarrollar velocidades iguales a las permitidas en la operación y simular paros y arranques; se recomienda que la longitud mínima de esta vía sea de 800 metros.

003.A.05 PUESTO DE MANIOBRAS

Se localizará entre el acceso a talleres y el peine de vías; su función principal será alojar los aparatos e instalaciones de las que se compone el equipo de PA para el control de movimiento de los trenes en estos talleres.

Otras instalaciones importantes para el servicio del taller serán:

— Caseta de control de vías.

— Depósito de productos inflamables.

— Almacén general.

— Depósito de basura.

— Servicios generales.

— Grupo compresor.

— Subestación.

— Acometida de la CLFC.

— Cisterna y cuarto de bombas.

— Puesto de rectificación.

— Policlínica.

— Cabina de tracción.

— Vías y peines.

— Urbanización interior.

003.B TALLERES DE GRAN REVISION

Los carros de Metro estarán sujetos a un riguroso programa de mantenimiento, el cual indica que al cumplir un recorrido de 6000 a 8000 km los carros tienen que ser sometidos a un mantenimiento menor o a una revisión general, desmontando en su totalidad los sistemas y partes de trabajo mecánico o eléctrico, para ser reconstruidos o cambiados, y nuevamente armados. Este tipo de mantenimiento se realizará en los talleres de gran revisión que contarán además de las instalaciones de un taller de pequeña revisión, con algunas otras instalaciones adicionales de gran importancia (fig 003-2).

003.B.01 NAVE DE GRAN REVISION

Los carros serán sometidos a la revisión programada de los 300 000 km para carros motrices y 400 000 km para carros remol-

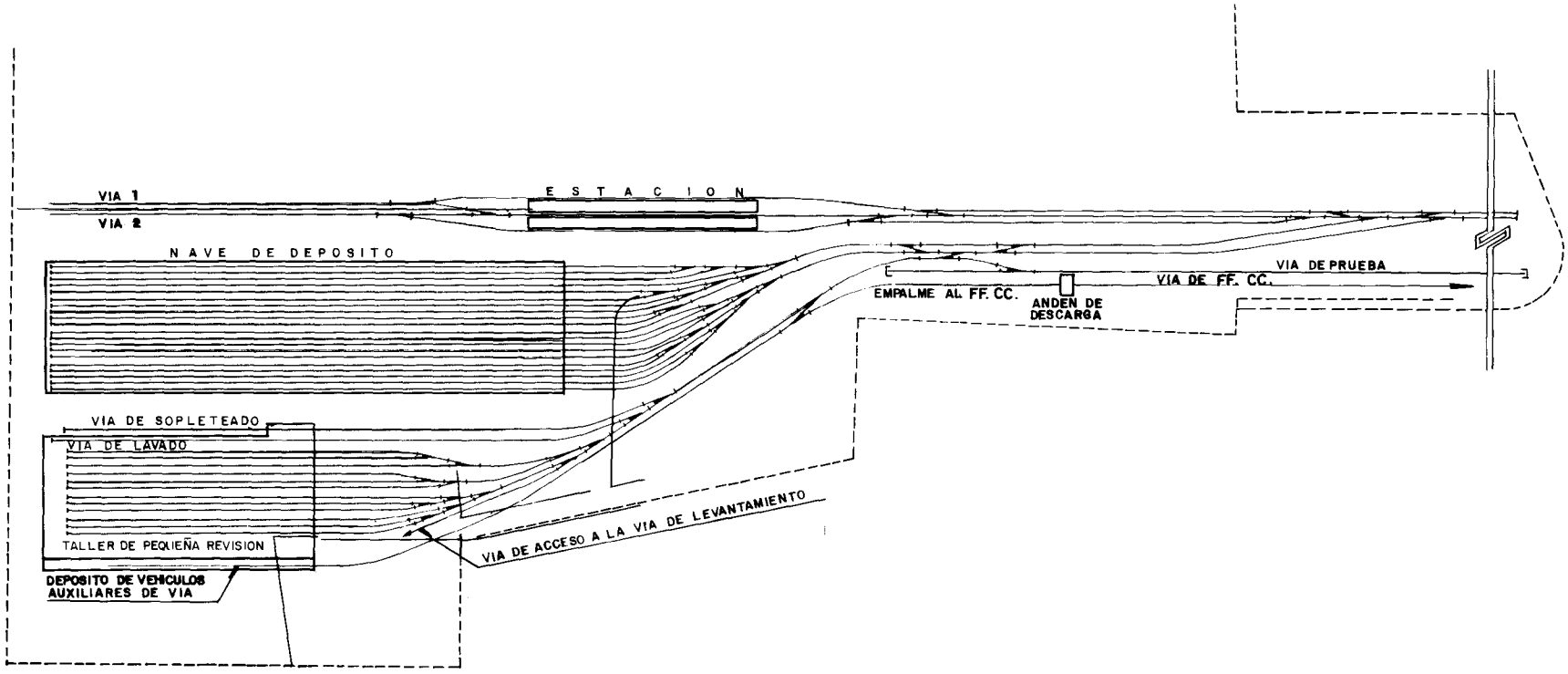


Fig 003-1 Talleres de pequeña revisión

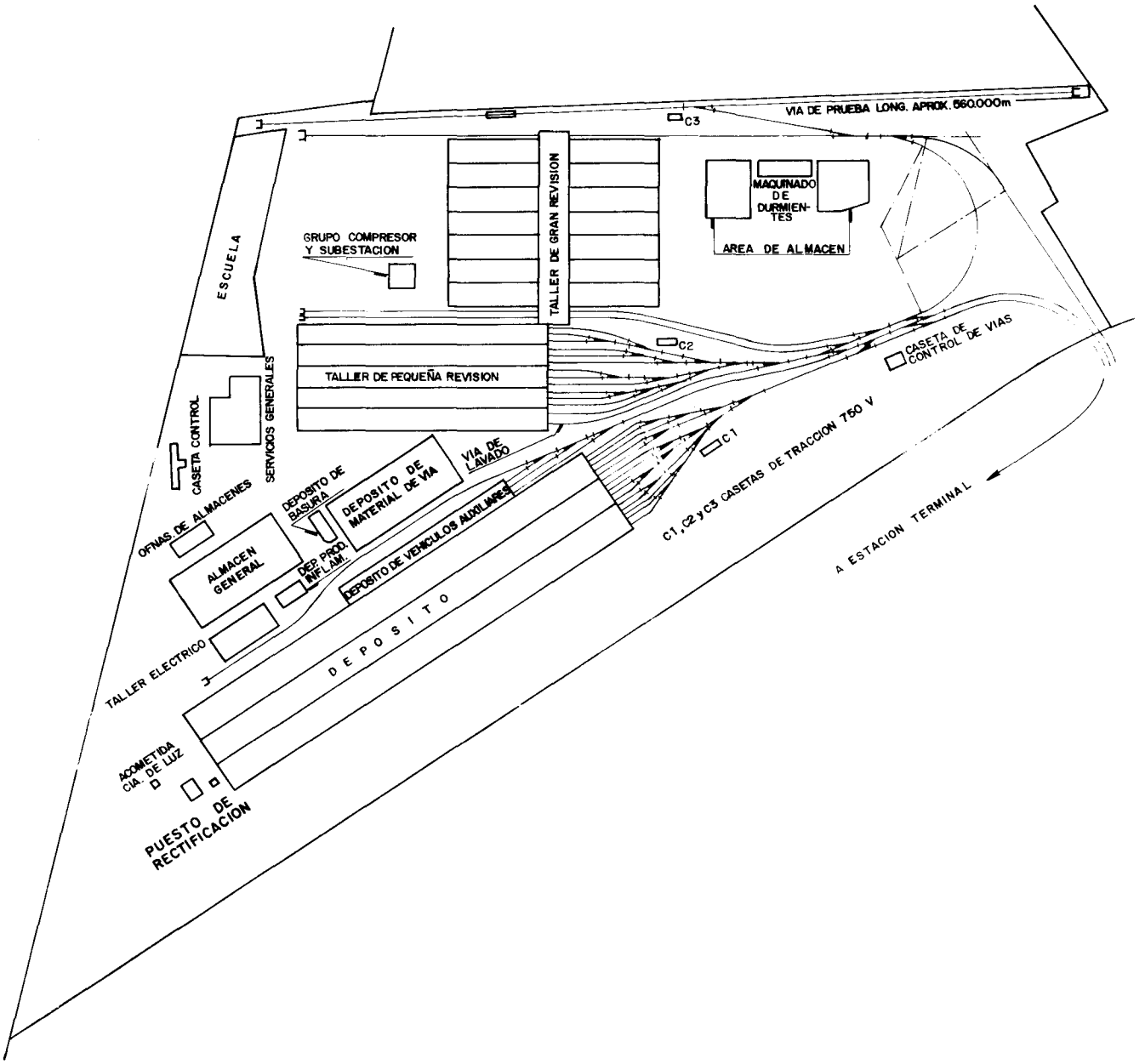


Fig 003-2 Talleres de gran revisión

ques; en esta nave se cuenta con todo el equipo especial para su revisión, como puente transbordador de carros, baterías de gatos para desacoplar las carretillas del bastidor de los carros, grúas viajeras con capacidad hasta de 7.5 toneladas, grúas radiales de varias capacidades, máquinas y herramientas para la reparación y fabricación de partes.

003.B.02 TALLER ELECTRICO

El taller eléctrico, es uno de los edificios de mayor importancia en estos talleres, ya que la finalidad de su construcción, es la de proporcionar mantenimiento a las unidades del sistema, dentro del intervalo de operaciones que a éste le corresponden.

003.B.03 EDIFICIO DE MAQUINADO Y DURMIENTES

Este edificio aloja equipos especializados para el maquinado de los durmientes de madera, necesarios para la vía.

Para tener acceso a estos servicios, en el taller existe una zona importante de peines de vías, cuyos cambios son telemandados a base de itinerarios desde el puesto de maniobras (PM) donde desde un tablero de control óptico (TCO) es posible formar o destruir itinerarios para la circulación de uno o más trenes a la vez.

CAPITULO 2.05.01.001

INTRODUCCION

En sus diferentes soluciones: viaducto elevado, superficial, cajón subterráneo o en túnel, el trazo del Metro encuentra interferencias con las redes hidráulicas existentes en la Ciudad designándose, según la forma en que se sobrepongan los ejes de Metro y los de la tubería, como longitudinales o transversales.

A su vez, las redes hidráulicas se clasifican en: agua potable y alcantarillado. La obra del Metro induce directa o indirectamente la modificación de estas redes, en su zona de influencia.

El alcance de estas Especificaciones abarca los criterios y lineamientos generales que se aplicarán en la elaboración de proyectos para desvíos o adecuaciones a las redes hidráulicas municipales y a sus instalaciones. Asimismo, incluyen directrices para la solución del drenaje pluvial en nuevos entronques viales y cárcamos de bombeo para aguas pluviales.

Evidentemente, para resolver estos problemas se requiere de información previa, como es el trazo, perfil y gálibos del Metro, proyectos arquitectónicos de estaciones, planimetrías, secciones de vialidad y levantamiento de instalaciones existentes, aspectos que deberán coordinarse con las áreas técnicas correspondientes.

Las soluciones que se tratarán a continuación, son válidas tanto para tramos como para estaciones del Metro; de la misma manera, lo expuesto para líneas de agua potable puede aplicarse al caso especial de líneas de agua tratada.

La solución de casos especiales, no incluidos en esta sección, será motivo de estudio y conciliación con la Dirección de Construcción y Operación Hidráulica del Departamento del Distrito Federal, que en lo sucesivo se denominará con las siglas DGCOH.

CAPITULO 2.05.01.002

SIMBOLOGIA

A.P.	Agua potable
B	Ancho de banqueta
C,E,F,G,J,T	Dimensiones interiores de cajas especiales
H, Hi	Acotación vertical indicada
N.P.	Nivel de plantilla
N.T.N.	Nivel del terreno natural
Q	Volumen que en la unidad de tiempo atraviesa una sección transversal dada
S	Distancia entre la tubería y el paramento de edificaciones
Si	Pendiente del conducto
ST	Subtangente
e	Espesor
e.l.i.	Espesor de losa inferior
e.l.s.	Espesor de losa superior
e.p.	Espesor de plantilla
h	Espesor del material de relleno sobre la tubería
$\mathbb{C}\!\!\!

CAPITULO 2.05.01.003

INTERFERENCIAS CON LA RED DE AGUA POTABLE

003.A LINEAS PRIMARIAS

Se consideran dentro de esta clasificación, aquéllas cuyo diámetro sea de 0.50 m o mayor.

Los diámetros usuales de la red primaria de la Ciudad de México, son 0.50, 0.91, 1.22 y 1.83 metros.

Los tipos de tubería por utilizar, así como las especificaciones que deberán cumplir los materiales con los que está fabricada, son los siguientes:

— Asbesto-cemento	Deberá cumplir con la Especificación 4.01.01.017.F
— Concreto presforzado	Deberá cumplir con la Especificación 4.01.01.017.C
— Acero	Deberá cumplir con la Especificación 4.01.01.017.D
— Fierro fundido y otros materiales	Sólo los aprobados por la DGCOH
— Piezas especiales	Deberá cumplir con la Especificación 4.01.01.017.L

El proyecto deberá considerar lo siguiente:

Los cruces de tubería sobre y bajo estructuras del Metro se diseñarán con tubería de acero.

Se utilizará tubería de asbesto-cemento, hasta de 0.5 m de diámetro; para diámetros mayores que éste la tubería será de concreto presforzado, acero, fierro fundido u otro material aceptado por la DGCOH.

Las tuberías de acero de 0.91 m de diámetro o mayores se protegerán con recubrimiento epóxico en el interior y anticorrosivo en el exterior.

003.A.01 INTERFERENCIA LONGITUDINAL DE LINEA PRIMARIA CON METRO EN VIADUCTO ELEVADO

003.A.01.a Trazo de desvío

003.A.01.a.01 *Misma vialidad.* Se relocalizará en la misma vialidad si se dispone de espacio suficiente entre el paño de construcción del Metro y el paramento de edificaciones (fig 002-1).

003.A.01.a.02 *Vialidad paralela.* Cuando no se cumpla lo indicado en 003.A.01.a.01 deberá alojarse el trazo en la vialidad paralela apropiada (fig 003-2).

003.A.01.b Acotaciones

003.A.01.b.01 *Misma vialidad.* Para vialidad con camellón central, en que se aloje el Metro, la distancia libre del paño de la tubería al paramento de construcción será:

$$S = B + 4.00 \text{ m}$$

La separación entre paños del Metro y de la tubería, no será menor de 4.00 metros.

Se evitará el traslape de proyectos para desvíos de líneas de agua potable y colectores, cuando sea el caso, localizando el trazo de cada una de ellas en arroyos opuestos.

003.A.01.b.02 *Vialidad paralela.* Se reubicará al eje del arroyo de vialidad (fig 003-3).

Como opción, podrá reubicarse lateralmente a una distancia libre entre el paño de tubería y el paramento de construcciones igual a S = B + 4.00 m (fig 003-3).

En cada caso, se coordinará la posición de estas tuberías con las de alcantarillado y con otras instalaciones subterráneas.

003.A.01.c Diámetro de la tubería en el desvío

Se proyectará con el mismo diámetro de la tubería existente.

003.A.01.d Pérdidas de carga

Se calcularán éstas para conocer la presión de operación en el desvío.

003.A.01.d.01 *Por fricción.* Se obtendrán mediante aplicación de fórmulas establecidas y aceptadas por la DGCOH.

003.A.01.d.02 *Locales.* Abarcan cambios de dirección, ampliación, reducción y piezas especiales; se analizarán con fórmulas establecidas y aceptadas por la DGCOH.

003.A.01.e Empuje en deflexiones

Se calculará el empuje generado por la presión hidrostática en los cambios de dirección para fines de diseño de atraques, según fórmulas establecidas y aceptadas por la DGCOH.

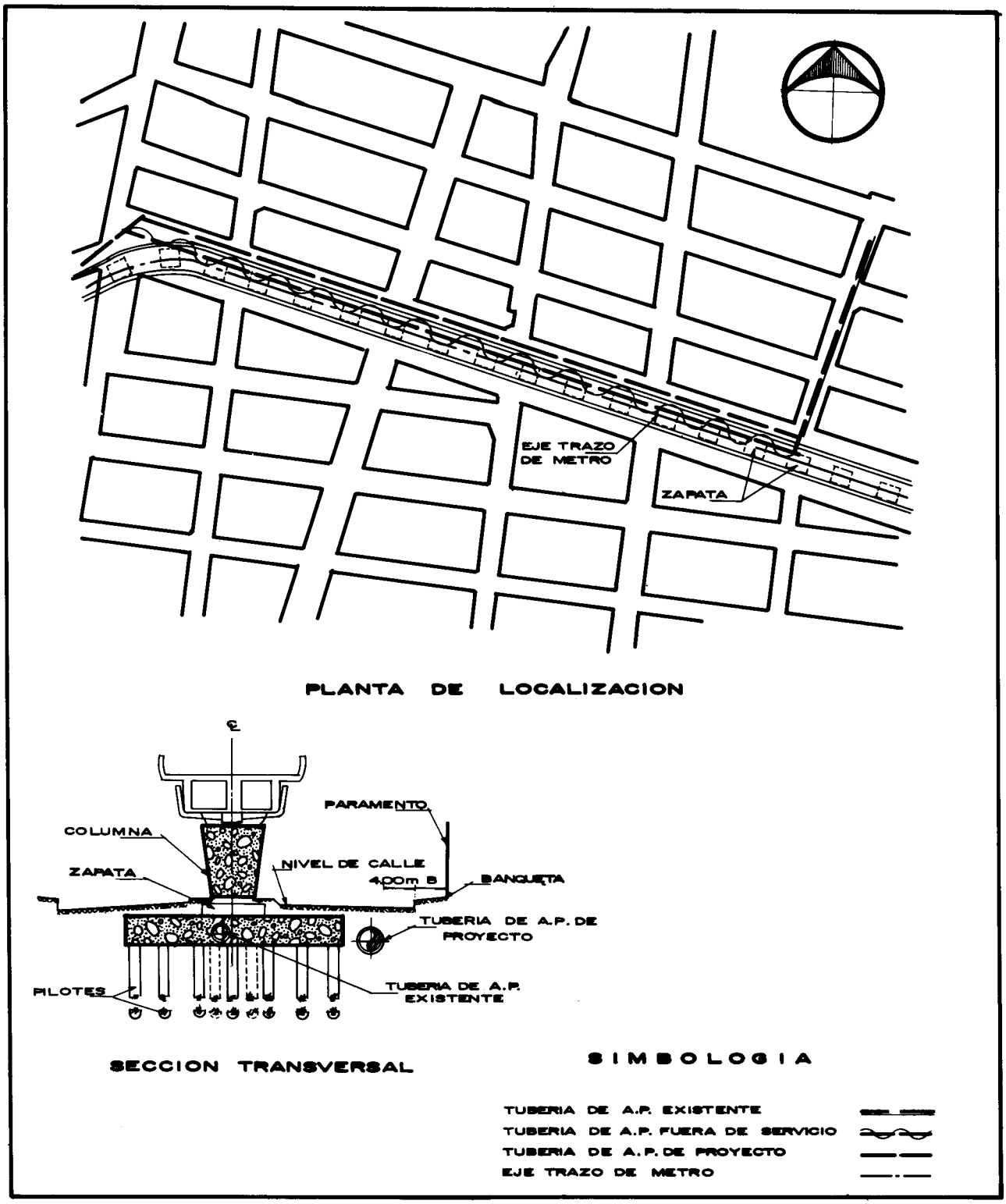


Fig 003 - I Metro en viaducto elevado. Solución a interferencia de A.P. primaria. Opción en misma vialidad

003.A.01.f Estructuras especiales

Deberán incluirse en el proyecto las estructuras especiales necesarias para la adecuada operación del desvío.

003.A.01.f.01 *Caja de válvulas.* Son estructuras para protección y operación de válvulas que se utilizan en cruceros de conexión a distancias indicadas en 003.A.01.h.

Su geometría será poligonal, adecuándose en cada caso a las características del crucero. Deberá alojar el "bypass" de llenado, válvula de desfogue y silletas de soporte.

La losa superior de las cajas se formará con tapas removibles o combinación de éstas y losa colada en sitio. Contará con registros sobre operadores de válvulas principales y cárcamos de achique, así como de accesos.

003.A.01.f.02 *Caja de atraques.* Se proyectarán en los cambios de dirección, cuando el espacio libre disponible no sea suficiente para colocar atraques convencionales.

003.A.01.f.03 *Atraques.* Se proyectarán los cambios de dirección del tipo convencional según criterio aprobado por la DGCOH.

003.A.01.f.04 *Elementos accesorios en cajas*

— Registros de acceso. Serán de forma rectangular de 0.50 x 1.00 m. En el claro mayor se ubicarán los escalones para acceso. Tendrán contramarco de fierro estructural, marco y tapa ciega de fo. fo.

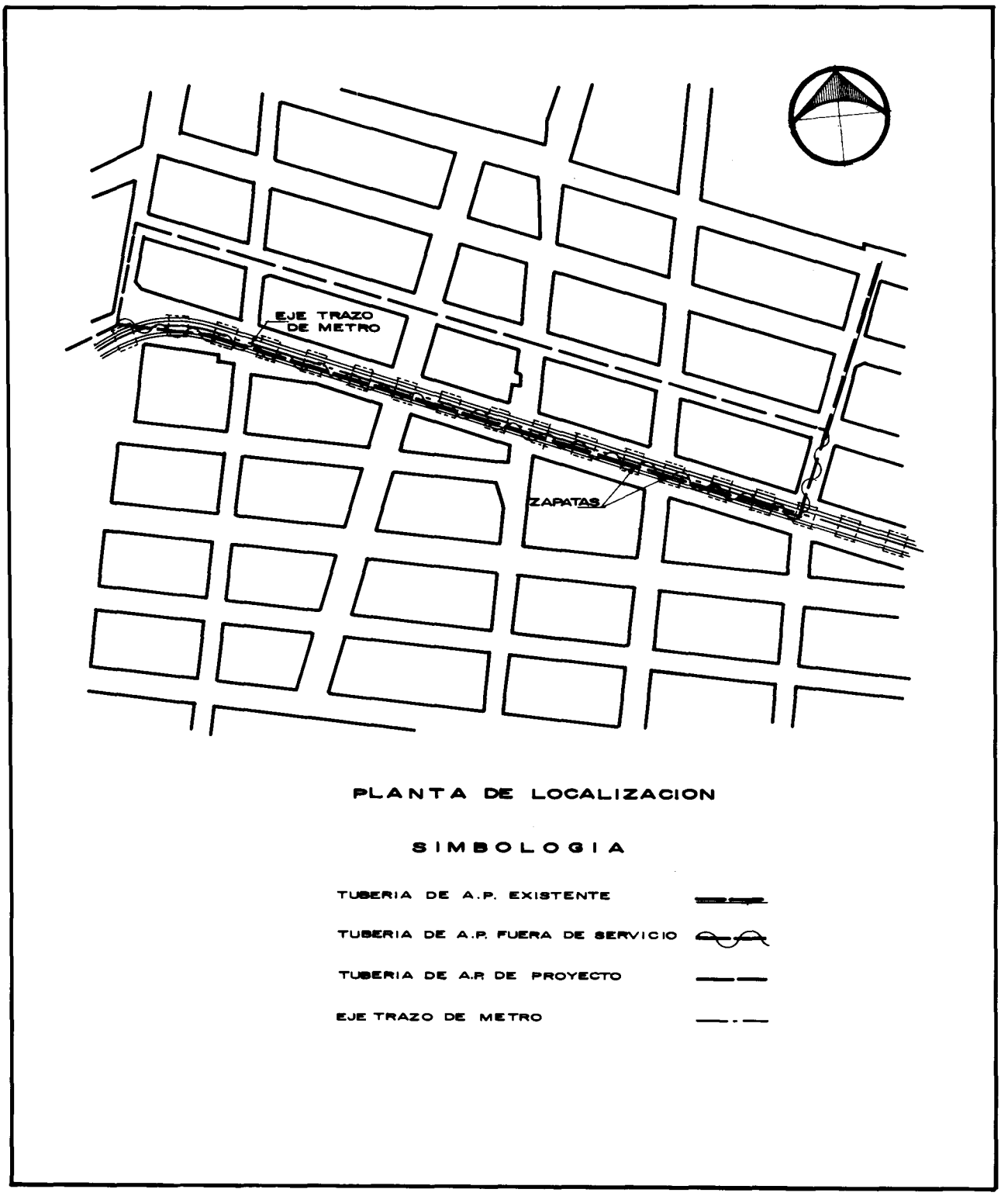


Fig 003-2 Metro en viaducto elevado. Solución a interferencia longitudinal de A.P. primaria. Opción en vialidad paralela

— Escalones de acceso. Serán de fierro fundido. Tendrán una separación en proyección horizontal de 0.25 m a ejes. En sentido vertical se colocarán a cada 0.40 m alternadamente.

— Cárcamo de achique. Sus dimensiones serán de 1.00 x 1.00 x 0.60 metros.

— Registros de operación. Serán de forma cuadrada de 0.52 x 0.52 m. Tendrán el contramarco, de fierro estructural, marco y tapa ciega de fo. fo.

003.A.01.g Colchones mínimos sobre tuberías

Deberá existir un colchón mínimo sobre tuberías, apegado a lo especificado en planos tipo por la DGCOH.

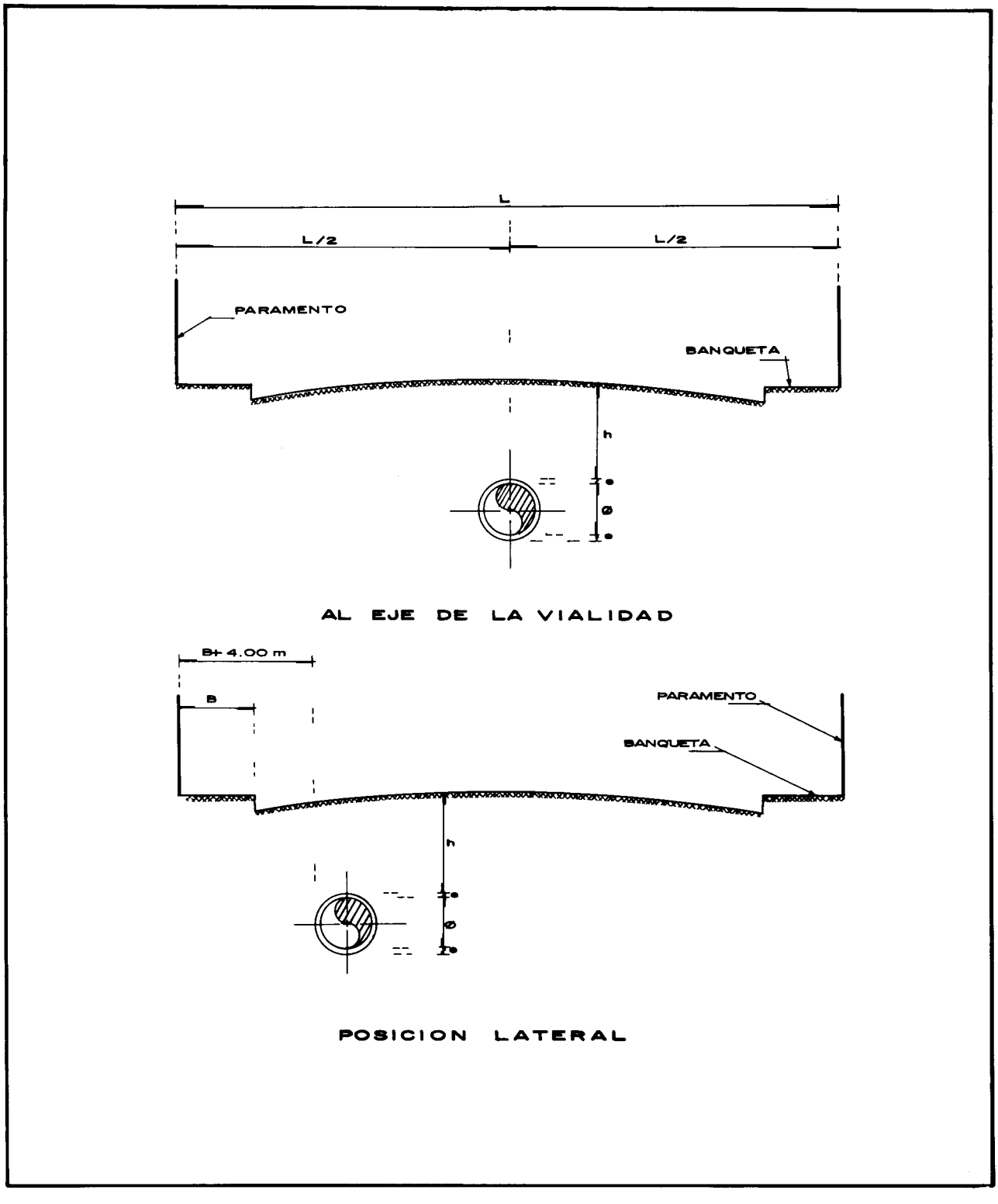


Fig 003-3 Metro en viaducto elevado. Solución a interferencia longitudinal de A.P. primaria. Acotaciones. Opción en vialidad paralela

Para casos extraordinarios en que no se cumpla con lo anterior, será necesario un procedimiento constructivo especial o la protección estructural necesaria, sujeto a la aprobación de la DGCOH.

003.A.01.h Localización de válvulas en el desvío

Deberán colocarse válvulas en seccionamiento en los cruceros de conexión del desvío, en la línea de proyecto en general; sólo cuando así lo solicite la DGCOH, se colocarán en la rama existente.

En desvíos largos, la separación entre válvulas de seccionamiento no será mayor de 500 metros.

003.A.02 INTERFERENCIA LONGITUDINAL DE LINEA PRIMARIA CON METRO SUPERFICIAL

003.A.02.a Trazo de desvío

003.A.02.a.01 *Misma vialidad.* Se reubicará en la misma vialidad si se dispone de espacio suficiente entre el paño de construcción del Metro y el paramento de edificaciones (figs 003-4 y 003-6).

003.A.02.a.02 *Vialidad paralela.* Se aplicará lo descrito en 003.A.01.a.02 (fig 003-5).

003.A.02.b Acotaciones

Se aplicará lo descrito en 003.A.01.b.

003.A.02.c Diámetro de la tubería en el desvío

Se aplicará lo descrito en 003.A.01.c.

003.A.02.d Pérdidas de carga

Se aplicará lo descrito en 003.A.01.d.

003.A.02.e Empuje en deflexiones

Se aplicará lo descrito en 003.A.01.e.

003.A.02.f Estructuras especiales

Se aplicará lo descrito en 003.A.01.f.

003.A.02.g Colchones mínimos sobre tuberías

Se aplicará lo descrito en 003.A.01.g

003.A.02.h Localización de válvulas en el desvío

Se aplicará lo descrito en 003.A.01.h.

003.A.03 INTERFERENCIA LONGITUDINAL DE LINEA PRIMARIA CON METRO EN CAJON SUBTERRANEO

003.A.03.a Trazo de desvío

003.A.03.a.01 *Misma vialidad.* Se reubicará en la misma vialidad cuando se disponga de espacio suficiente entre el paño de construcción del Metro y el paramento de edificaciones (fig 003-7).

003.A.03.a.02 *Vialidad paralela.* Se aplicará lo descrito en 003.A.01.a.02 (fig 003-8).

003.A.03.b Acotaciones

Se aplicará lo descrito en 003.A.01.b

003.A.03.c Diámetro de la tubería en el desvío

Se aplicará lo descrito en 003.A.01.c.

003.A.03.d Pérdidas de carga

Se aplicará lo descrito en 003.A.01.d.

003.A.03.e Empuje en deflexiones

Se aplicará lo descrito en 003.A.01.e.

003.A.03.f Estructuras especiales

Se aplicará lo descrito en 003.A.01.f.

003.A.03.g Colchones mínimos sobre tuberías

Se aplicará lo descrito en 003.A.01.g.

003.A.03.h Localización de válvulas en el desvío

Se aplicará lo descrito en 003.A.01.h.

003.A.04 INTERFERENCIA LONGITUDINAL DE LINEA PRIMARIA CON METRO EN TUNEL

En este caso se procederá a la elaboración precisa de planos en planta y perfil, en que se indique la sobreposición de ambas estructuras, para información a las áreas de Estructuras y Mecánica de Suelos, quienes adecuarán sus proyectos, para conservar ambas instalaciones (fig 003-9).

003.A.05 INTERFERENCIA TRANSVERSAL DE LINEA PRIMARIA CON METRO EN VIADUCTO ELEVADO

003.A.05.a Trazo de desvío

003.A.05.a.01 *Misma vialidad.* Se reubicará en la misma vialidad si se dispone de espacio suficiente entre el paño del Metro y el paramento de edificaciones (fig 003-10).

003.A.05.a.02 *Vialidad paralela.* En caso de no cumplirse la especificación 003.A.05.a.01, deberá alojarse el trazo en la vialidad paralela apropiada (fig 003-11).

003.A.05.b Acotaciones

003.A.05.b.01 *Misma vialidad.* Se reubicará a una distancia mínima entre el paño del Metro y la costilla de la tubería, de 4.00 m (fig 003-10).

003.A.05.b.02 *Vialidad paralela.* Se aplicará lo descrito en 003.A.01.b.02.

003.A.05.c Diámetro de la tubería en el desvío

Se aplicará lo descrito en 003.A.01.c.

003.A.05.d Pérdidas de carga

Se aplicará lo descrito en 003.A.01.d.

003.A.05.e Empuje en deflexiones

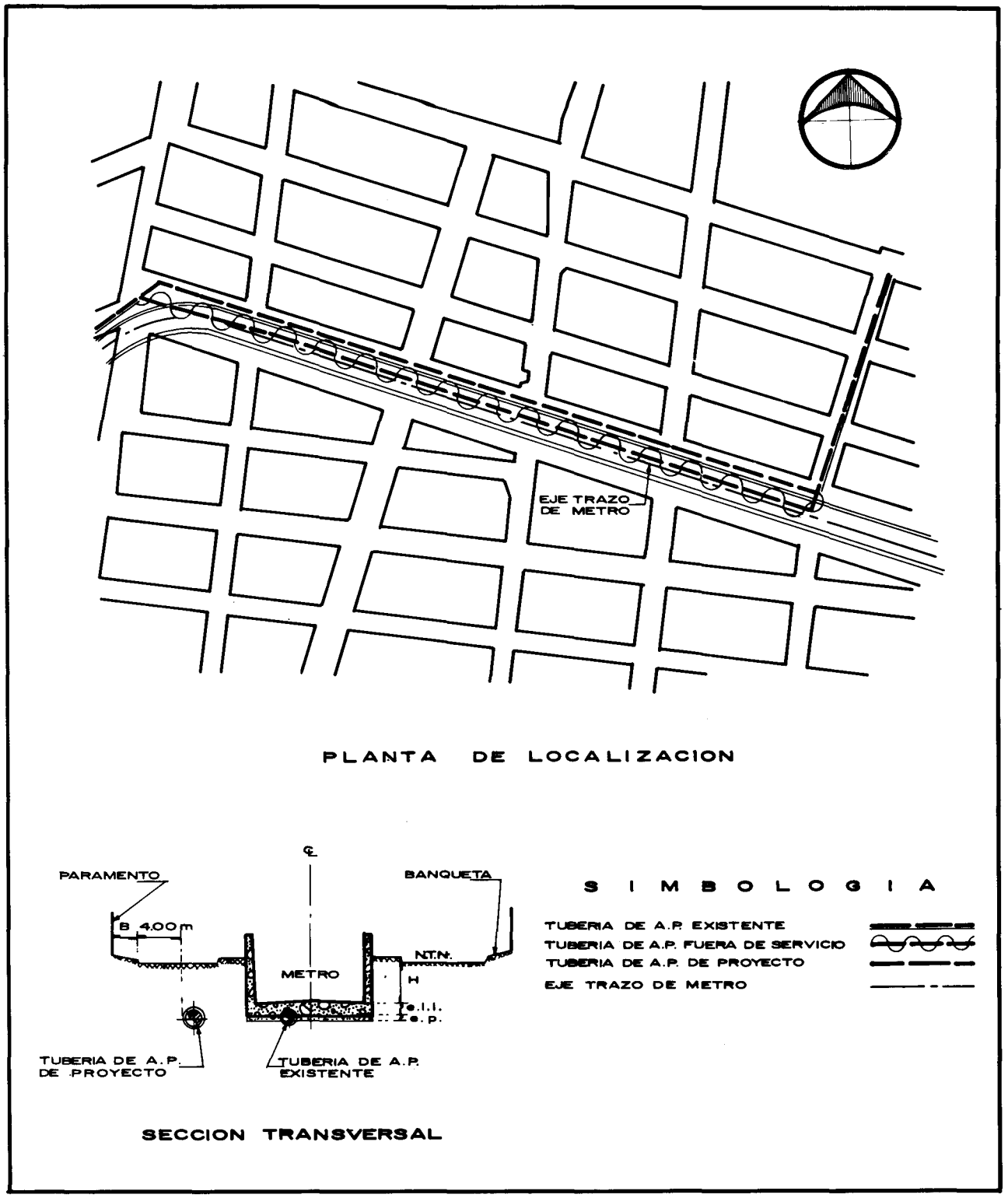


Fig 003 - 4 Metro superficial. Solución a interferencia longitudinal de A.P. primaria. Opción en misma vialidad

Se aplicará lo descrito en 003.A.01.e.

003.A.05.f Estructuras especiales

Se aplicará lo descrito en 003.A.01.f.

003.A.05.g Colchones mínimos sobre tuberías

Se aplicará lo descrito en 003.A.01.g.

003.A.005.h Localización de válvulas en el desvío

Se aplicará lo descrito en 003.A.01.h.

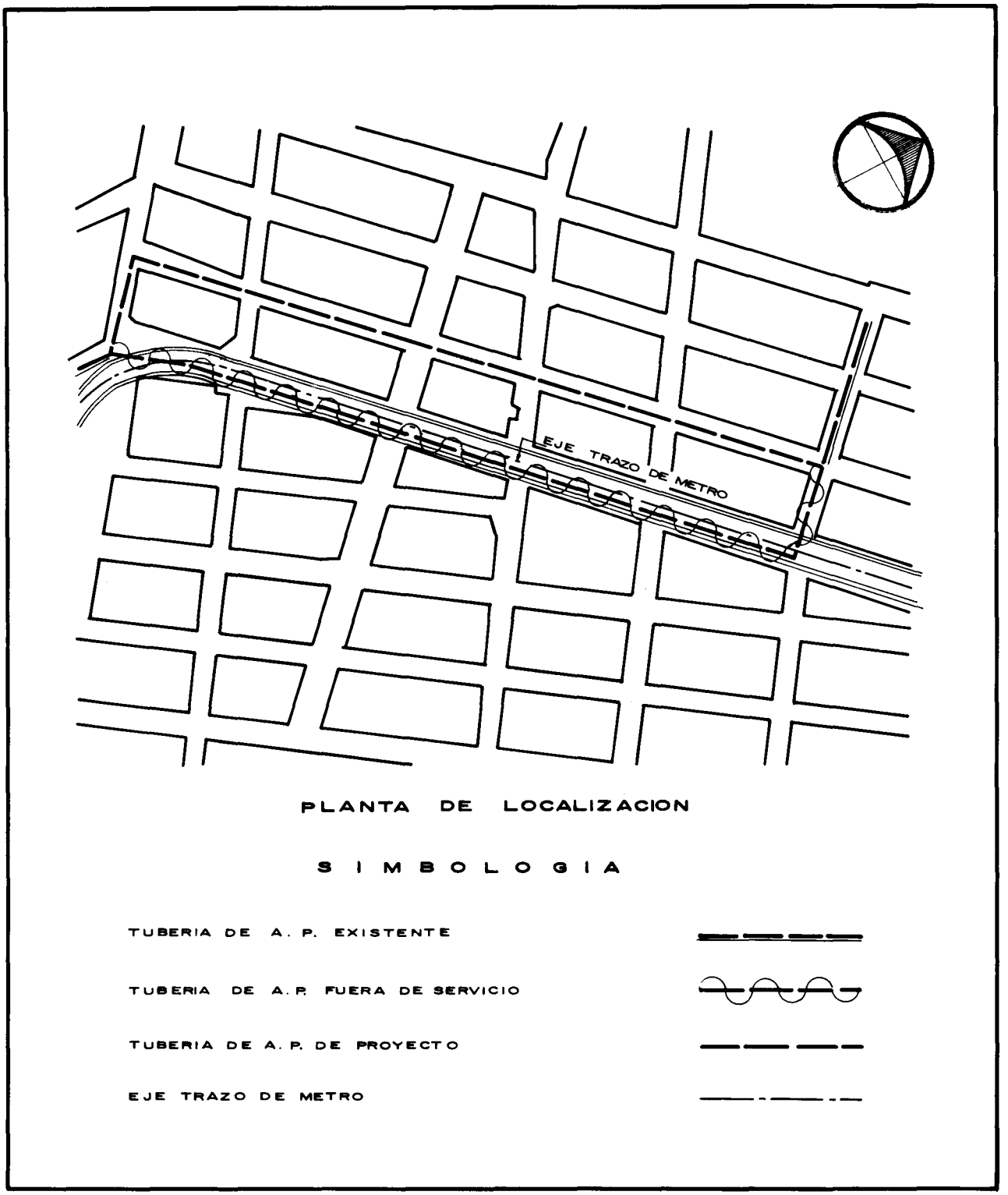


Fig 003-5 Metro superficial. Solución a interferencia longitudinal de A.P. primaria. Opción vialidad paralela

003.A.06 INTERFERENCIA TRANSVERSAL DE LINEA PRIMARIA CON METRO SUPERFICIAL

003.A.06.a Primer caso

La sección del Metro es intersecada por la tubería existente (fig 003-12).

003.A.06.a.01 *Trazo de desvío*

— Misma vialidad. Se reubicará en la misma vialidad si se dispone de espacio suficiente entre el paramento de construcciones y la costilla de la tubería existente. Requiere cruce bajo estructura del Metro, mediante sifón invertido.

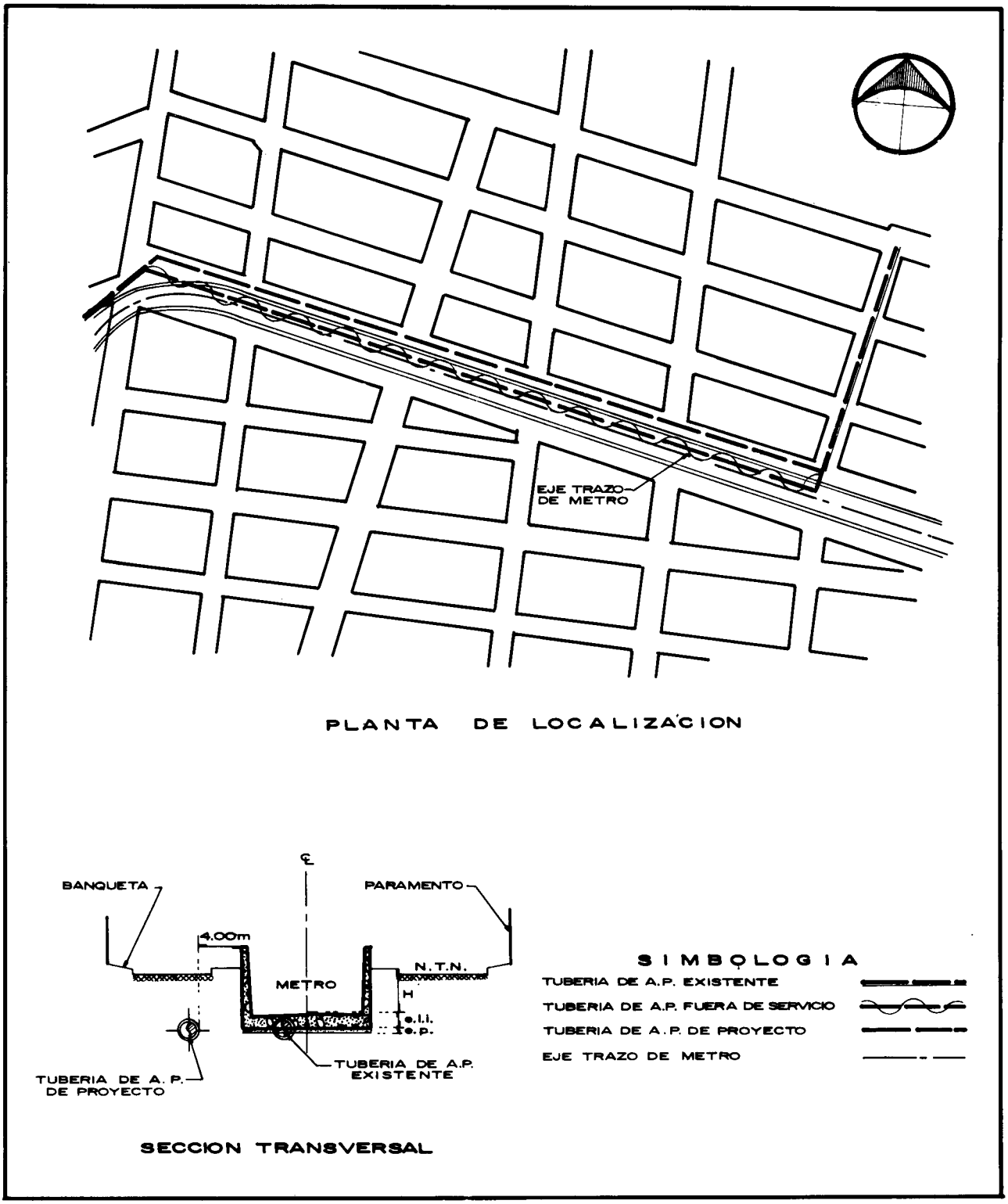


Fig 003-6 Metro superficial. Solución a interferencia longitudinal de A.P. primaria. Opción en misma vialidad

— Vialidad paralela. En caso de no cumplirse con la especificación anterior para misma vialidad, se reubicará en la vialidad paralela apropiada.

003.A.06.a.02 *Acotaciones*

— Planta. Misma vialidad. Se reubicará a una distancia mínima de 7.00 m entre ejes de tubería (fig 003-12).

— Planta. Vialidad paralela. Se aplicará lo descrito en A.01.b.02.

— Elevación. El ángulo Δ de las rampas en el sifón invertido, será tal que $20° \leqq \Delta \leqq 45°$.

— El cruce bajo la sección de Metro se hará mediante una galería de protección - inspección.

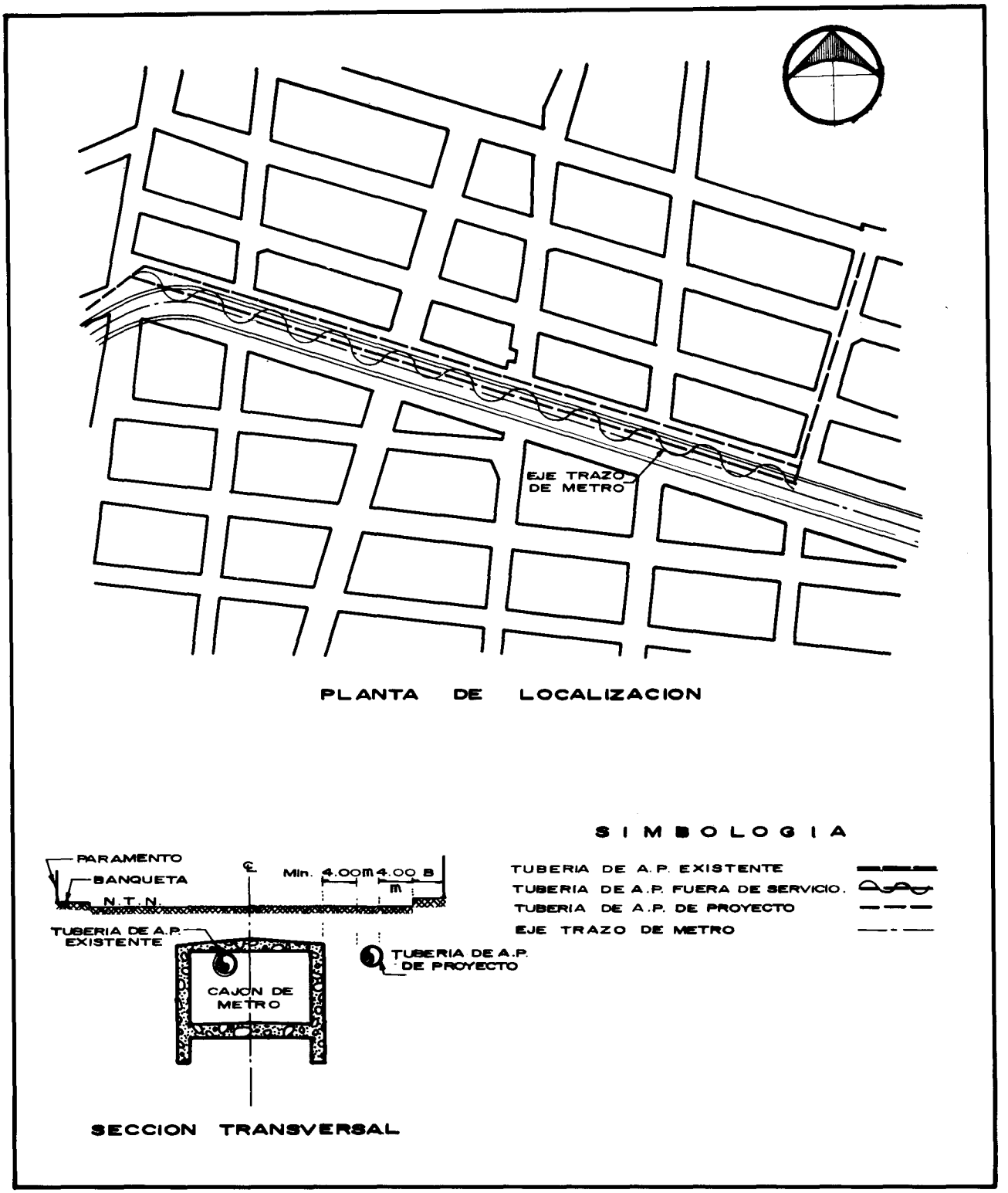


Fig 0 03-7 Metro en cajón subterráneo Solución a interferencia longitudinal de A. P. primaria. Opción en misma vialidad

La altura de la galería no será menor de 2.50 metros.

El espacio libre para circular dentro de la galería no será menor de 1.80 metros (fig 003-13).

003.A.06.a.03 *Diámetro de la tubería en el desvío.* Se aplicará lo descrito en 003.A.01.c.

003.A.06.a.04 *Pérdida de carga.* Se aplicará lo descrito en 003.A.01.d.

003.A.06.a.05 *Empuje en deflexiones.* Se aplicará lo descrito en 003.A.01.e.

003.A.06.a.06 *Estructuras especiales.* Se aplicará lo descrito en 003.A.01.f.

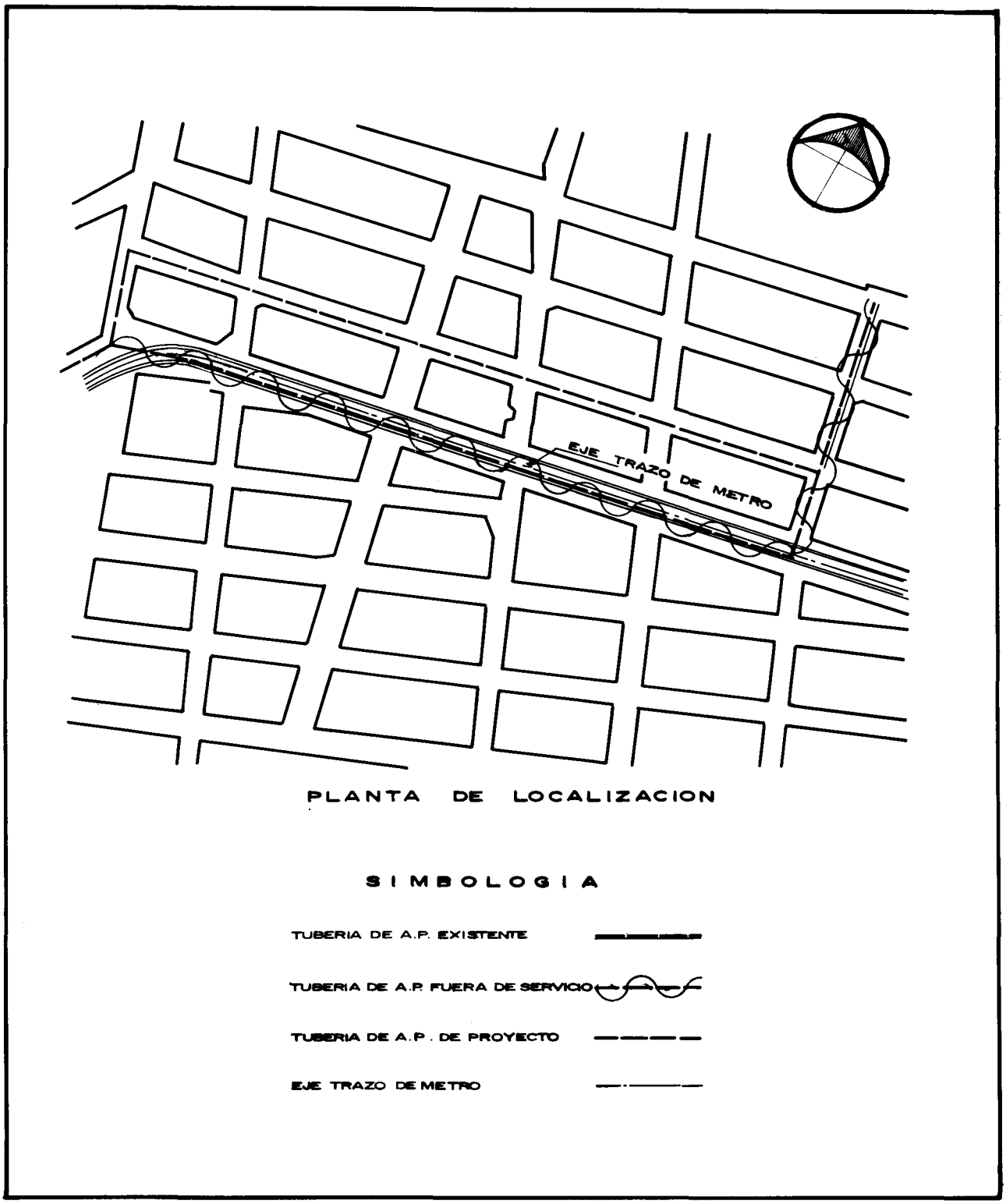


Fig 003-8 **Metro en cajón subterráneo. Solución a interferencia longitudinal de A.P. primaria. Opción en vialidad paralela**

003.A.06.a.07 *Colchones mínimos sobre tuberías.* Se aplicará lo descrito en 003.A.01.g.

003.A.06.a.08 *Localización de válvulas en el desvío.* Se aplicará lo descrito en 003.A.01.h.

003.A.06.b Segundo caso

La línea primaria existente se aloja a una distancia h menor de un metro de la losa inferior. Se elaborará plano detallado de localización y niveles de la tubería, para información a las áreas de Estructuras y Mecánica de Suelos, quienes dictaminarán la protección necesaria y el procedimiento constructivo adecuado (fig 003-14).

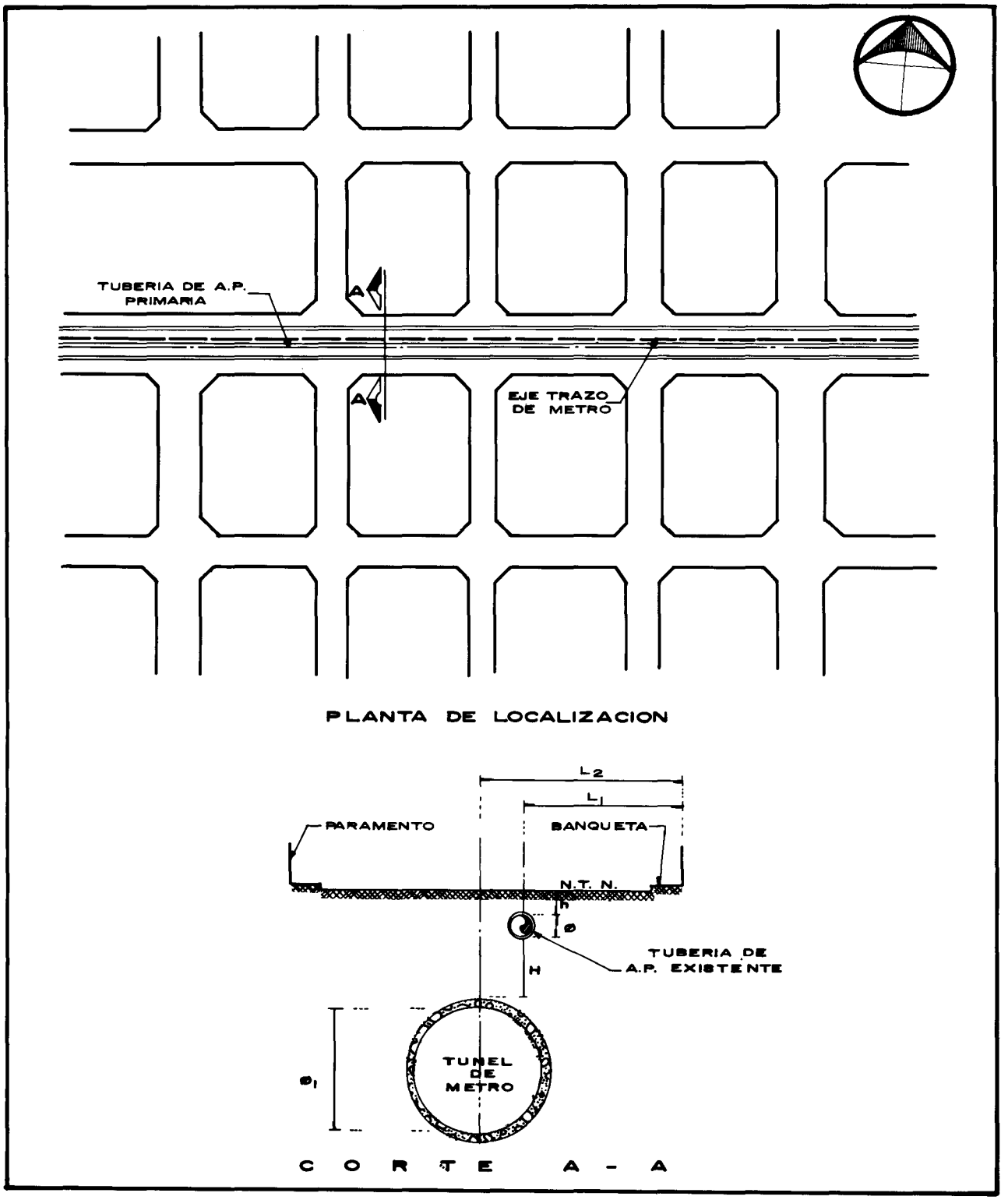


Fig 003-9 Metro en túnel. Interferencia longitudinal de A.P. primaria. Acotaciones

003.A.06.c Tercer caso

La distancia entre el desplante de la losa inferior y el lomo de tubería es mayor o igual a un metro.

Se elaborará plano detallado de localización y niveles de la tubería, para información a las áreas de Estructuras y Mecánica de Suelos. La tubería no será afectada.

003.A.07 INTERFERENCIA TRANSVERSAL DE LINEA PRIMARIA CON METRO EN CAJON SUBTERRANEO

003.A.07.a Primer caso

La tubería primaria cruza sobre el nivel de proyecto, de losa superior del Metro, sin intersección de estructuras. La solución a este tipo de interferencia será mediante sostenimiento o desvío.

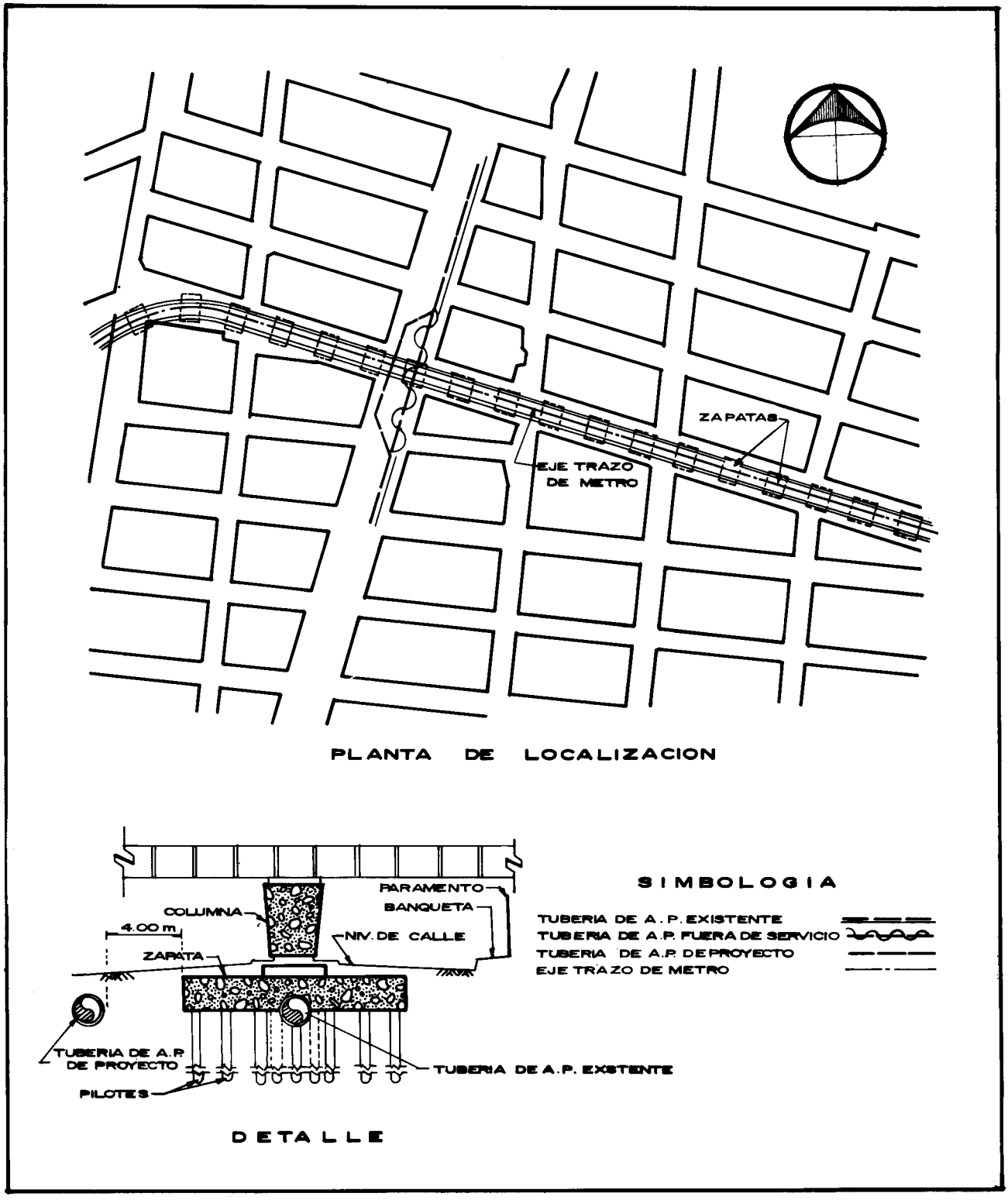


Fig 003-10 Metro en viaducto elevado. Solución a interferencia longitudinal de A.P. primaria. Opción en misma vialidad

003.A.07.a.01 *Sostenimiento.* La tubería existente se conservará en su sitio durante la excavación del Metro, mediante soporte con un elemento estructural de sección U (fig 003-15).

003.A.07.a.02 *Desvío.* Se relocalizará el trazo de la tubería, con opciones en misma vialidad o en vialidad paralela.

— Trazo de desvío. Misma vialidad. Se reubicará en la misma vialidad si se dispone de espacio suficiente entre el paño de la tubería existente y el paramento de construcciones.

— Trazo de desvío. Vialidad paralela. De no cumplirse con lo anterior para misma vialidad, se reubicará en la vialidad paralela apropiada.

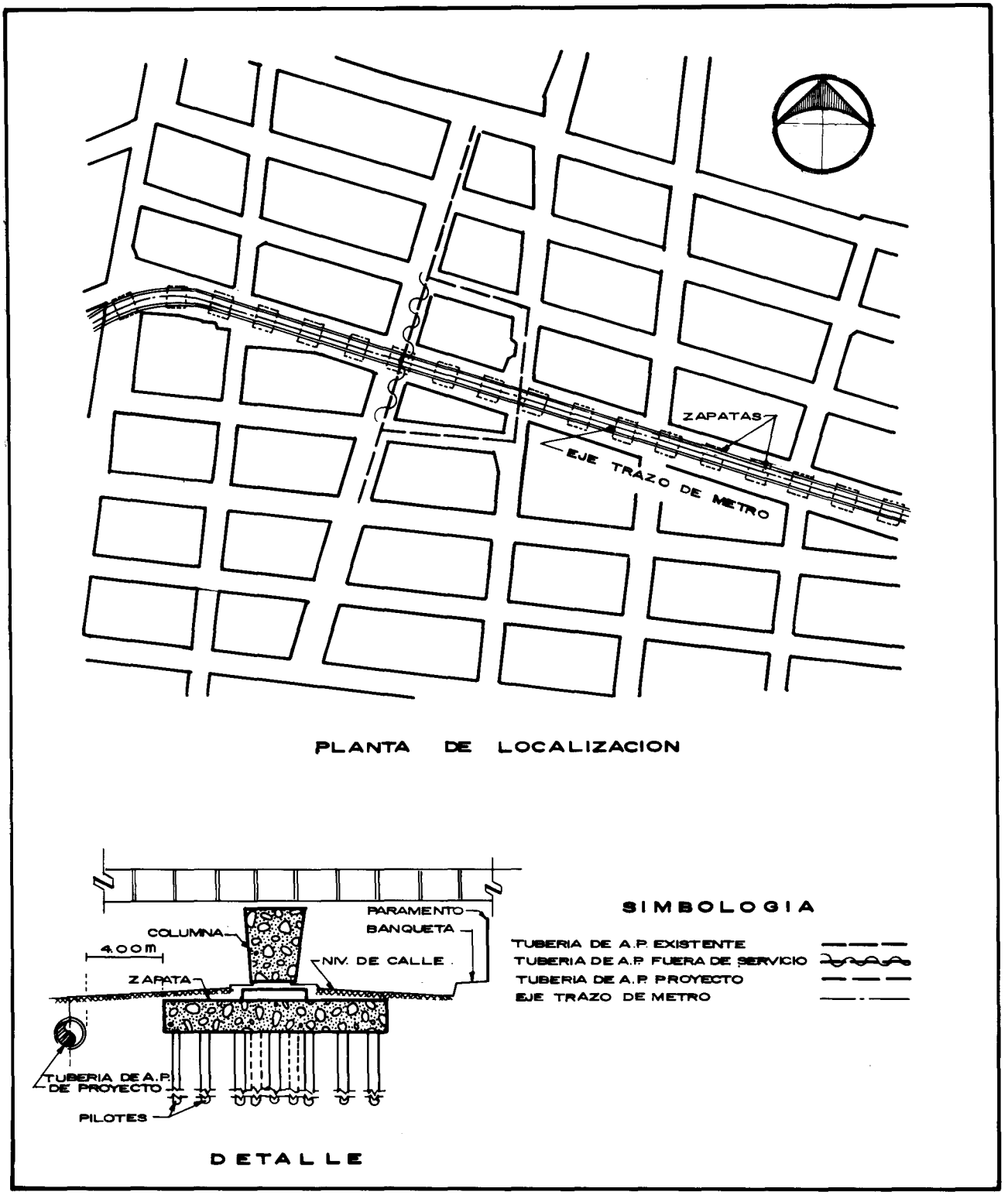


Fig 003-II Metro en viaducto elevado. Solución a interferencia transversal de A.P. primaria. Opción en vialidad paralela

— Acotaciones. Misma vialidad. Se reubicará a una separación mínima de 7.00 m entre ejes de tubería (fig 003-16).

— Acotaciones. Vialidad paralela. Se aplicará lo descrito en 003.A.01.b.02 (fig 003-17).

— Diámetro de la tubería en el desvío. Se aplicará lo descrito en 003.A.01.c.

— Pérdidas de carga. Se aplicará lo descrito en 003.A.01.d.

— Empuje en deflexiones. Se aplicará lo descrito en 003.A.01.e.

— Estructuras especiales. Se aplicará lo descrito en 003.A.01.f.

— Colchones mínimos sobre tuberías. Se aplicará lo descrito en 003.A.01.g.

— Localización de válvulas en el desvío. Se aplicará lo descrito en 003.A.01.h.

003.A.07.b Segundo caso

La tubería primaria existente interseca la estructura proyectada para el Metro. Se solucionará la interferencia mediante desvío con sifón sobre la estructura del Metro.

El cruce sobre el cajón de Metro se hará mediante una galería de protección - inspección, cubierta con tapas removibles (fig 003-18).

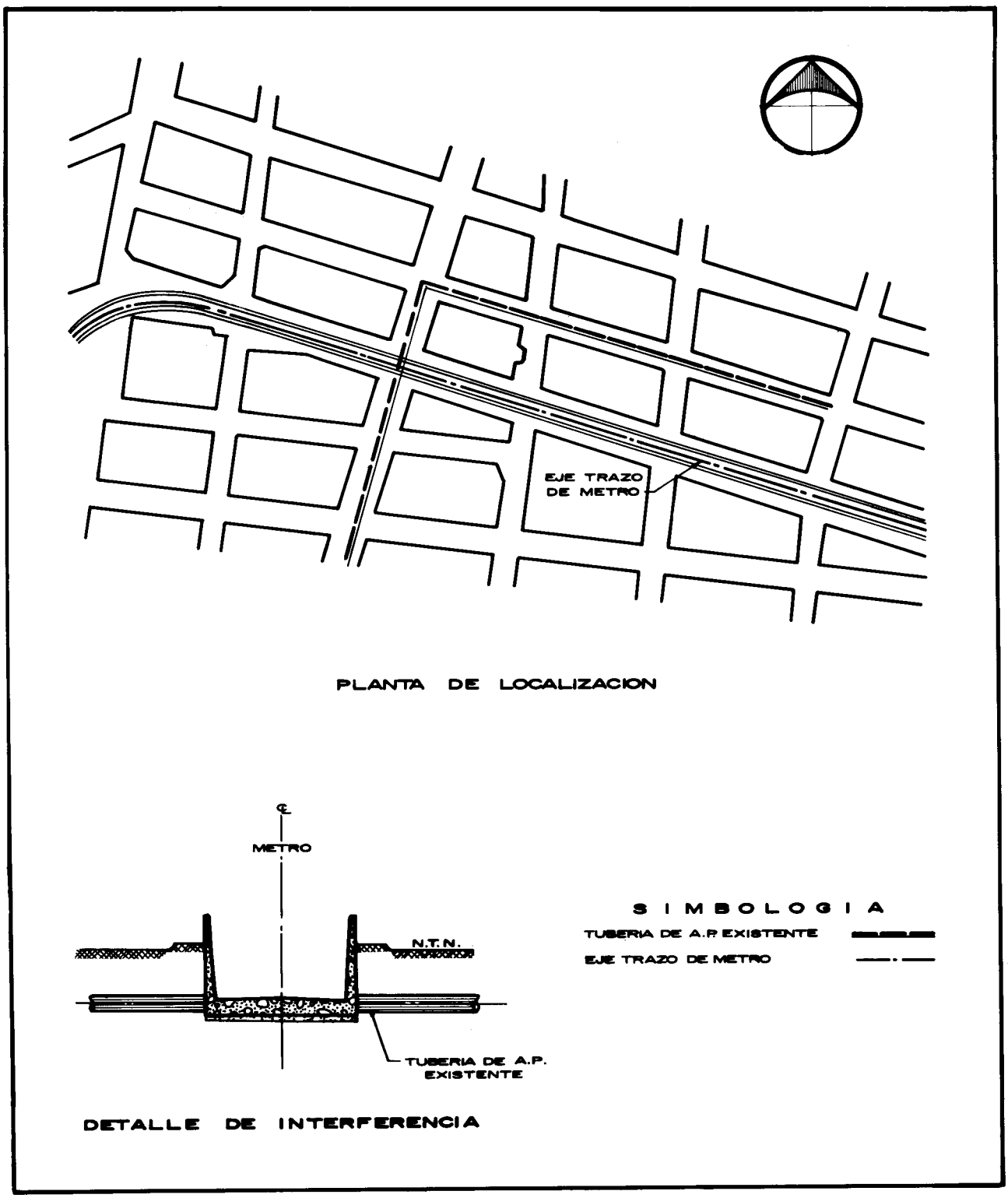


Fig 003 - 12 Metro superficial. Interferencia transversal de A.P. primaria

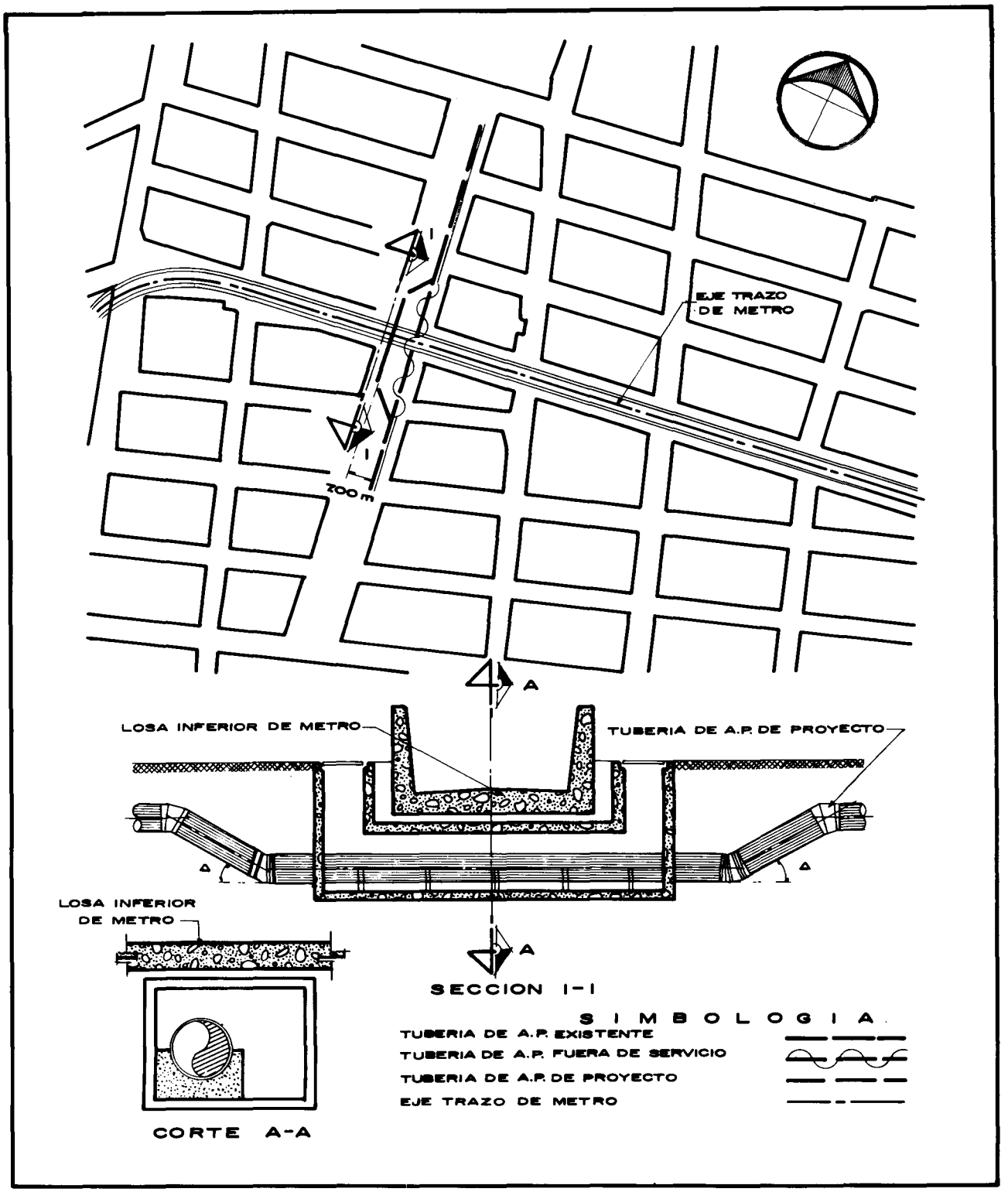


Fig 003 - 13 **Metro superficial. Solución a interferencia transversal de A.P. primaria. Opción en misma vialidad**

003.A.07.b.01 *Trazo de desvío.* Se aplicará lo descrito en 003.A.07.a.02.

003.A.07.b.02 *Acotaciones*

— Planta. Se aplicará lo descrito en 003.A.07.a.02.

— Elevación. El ángulo Δ de las rampas en el sifón, será tal que $20° \leqq \Delta \leqq 45°$.

003.07.b.03 *Diámetro de la tubería en el desvío.* Se aplicará lo descrito en 003.A.01.c.

003.A.07.b.04 *Pérdidas de carga.* Se aplicará lo descrito en 003.A.01.d.

003.A.07.b.05 *Empuje en deflexiones.* Se aplicará lo descrito en 003.A.01.e.

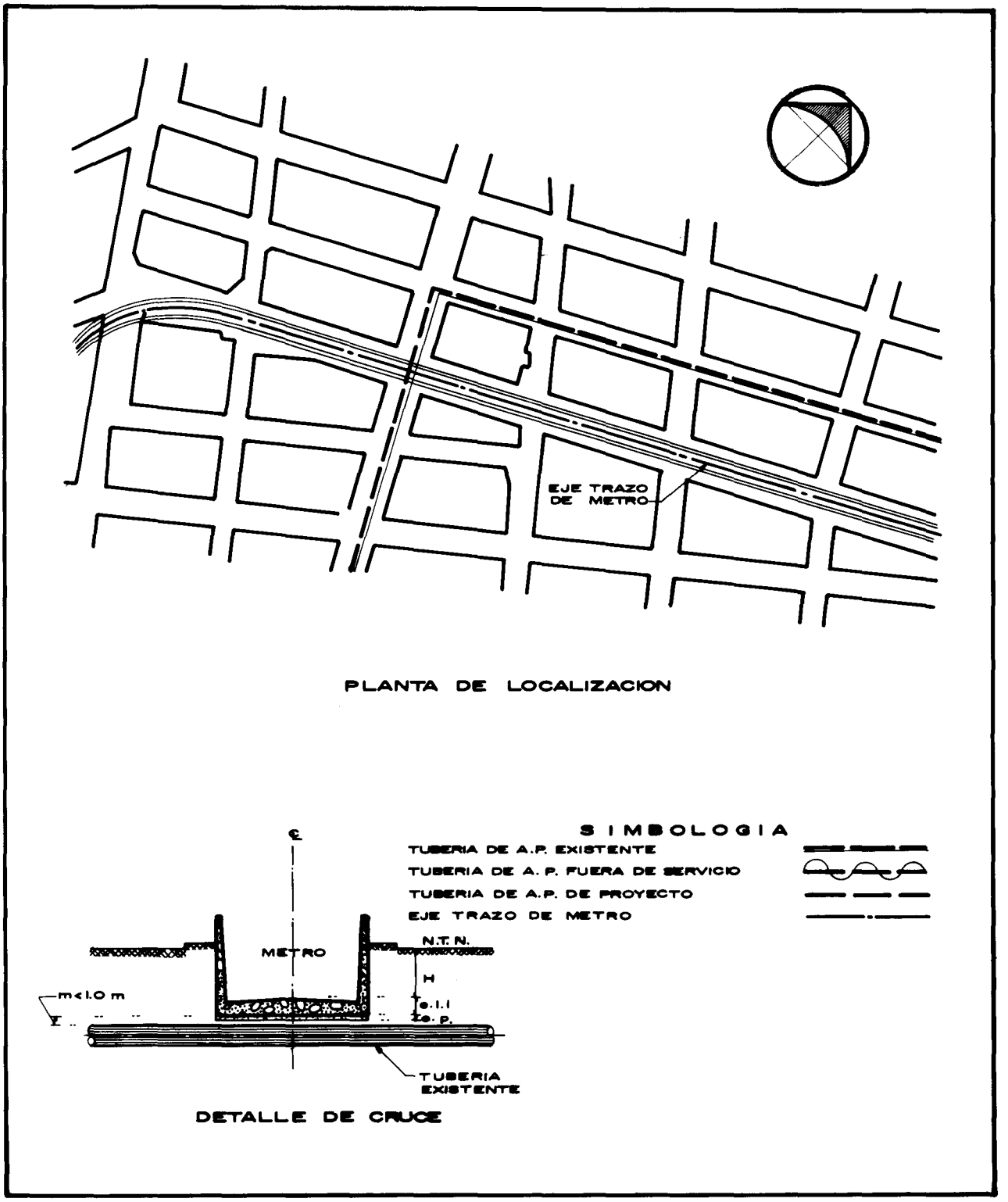


Fig 003 - 14 Metro superficial. Interferencia transversal de A. P. primaria

003.A.07.b.06 *Estructuras especiales.* Se aplicará lo descrito en 003.A.01.f.

003.A.07.b.07 *Colchones mínimos sobre tuberías.* Se aplicará lo descrito en 003.A.01.g.

003.A.07.b.08 *Localización de válvulas en el desvío.* Se aplicará lo descrito en 003.A.01.h.

003.A.08 INTERFERENCIA TRANSVERSAL DE LINEA PRIMARIA CON METRO EN TUNEL

Se procederá a la elaboración precisa de planos en planta y perfil en que se indique la superposición de ambas estructuras para información a las áreas de Estructuras y Mecánica de Suelos. La tubería existente no será afectada (ver fig 003-19).

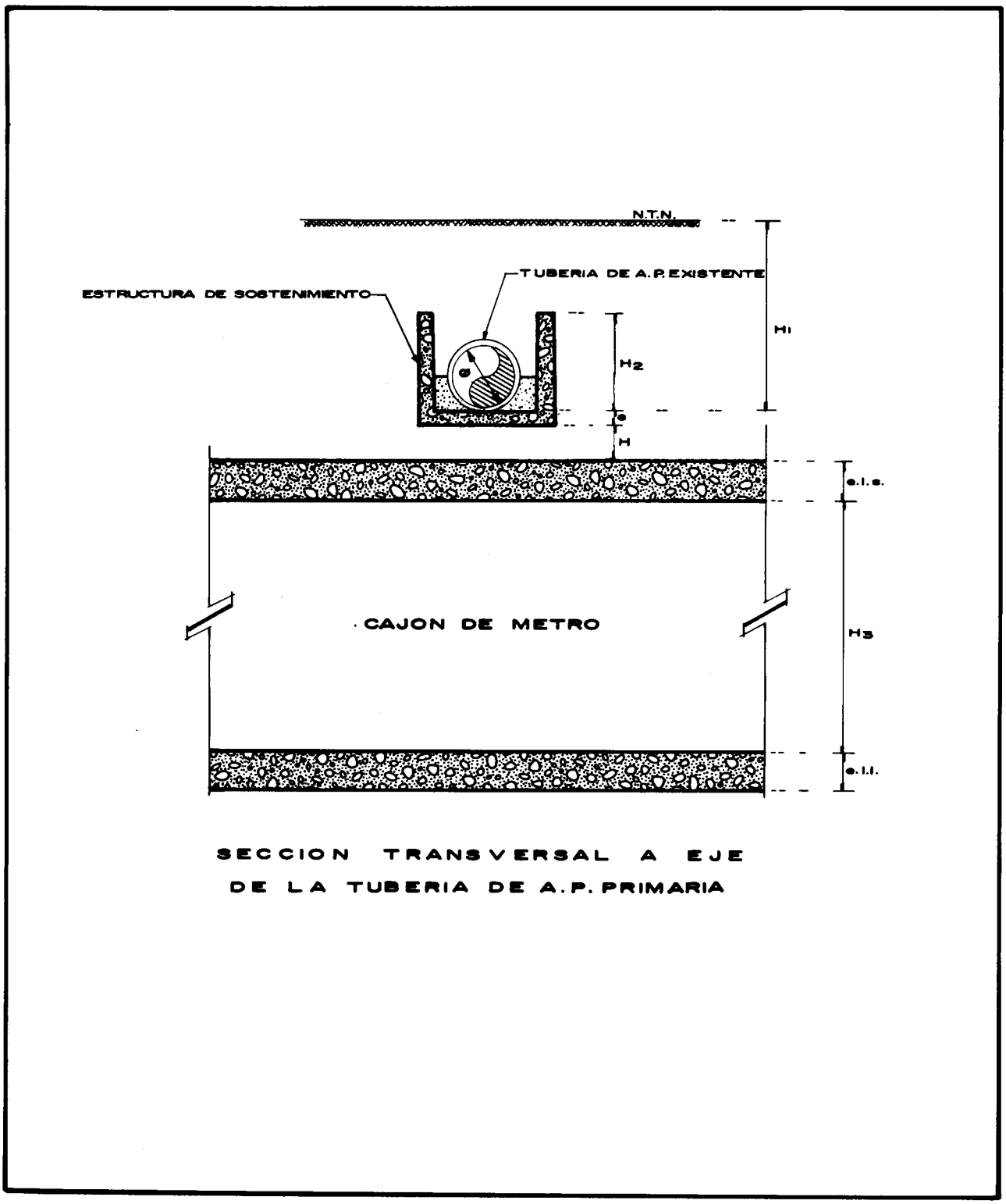
003.B LINEAS SECUNDARIAS

Se consideran dentro de esta clasificación, aquellas líneas cuyo diámetro sea menor de 0.50 metros.

Los diámetros usuales de la red secundaria en la Ciudad de México son: 0.10, 0.15 y 0.30 metros.

El tipo de tubería por utilizar así como las características de los materiales, se apegarán a lo descrito en 2.05.01.003.A para líneas primarias.

Para reposición de las tomas domiciliarias de agua potable, afectadas por la obra del Metro, regirán las especificaciones de planos tipo de la DGCOH.



SECCION TRANSVERSAL A EJE DE LA TUBERIA DE A.P. PRIMARIA

Fig 003-15 Metro en cajón subterráneo. Solución a interferencia transversal de A.P. primaria. Opción conservando la tubería de A.P. en su sitio

003.B.01 INTERFERENCIA LONGITUDINAL DE LINEA SECUNDARIA CON METRO EN VIADUCTO ELEVADO

003.B.01.a Trazo de desvío

Se sustituirá la línea secundaria existente, por otras dos laterales a la estructura del Metro, para dar servicio en forma independiente a cada paramento de construcción (fig 003-20).

003.B.01.b Acotaciones

Tratándose de vialidad con camellón central, en que se aloje el Metro, deberá localizarse el eje de la tubería a una distancia S = B + 0.70 m.

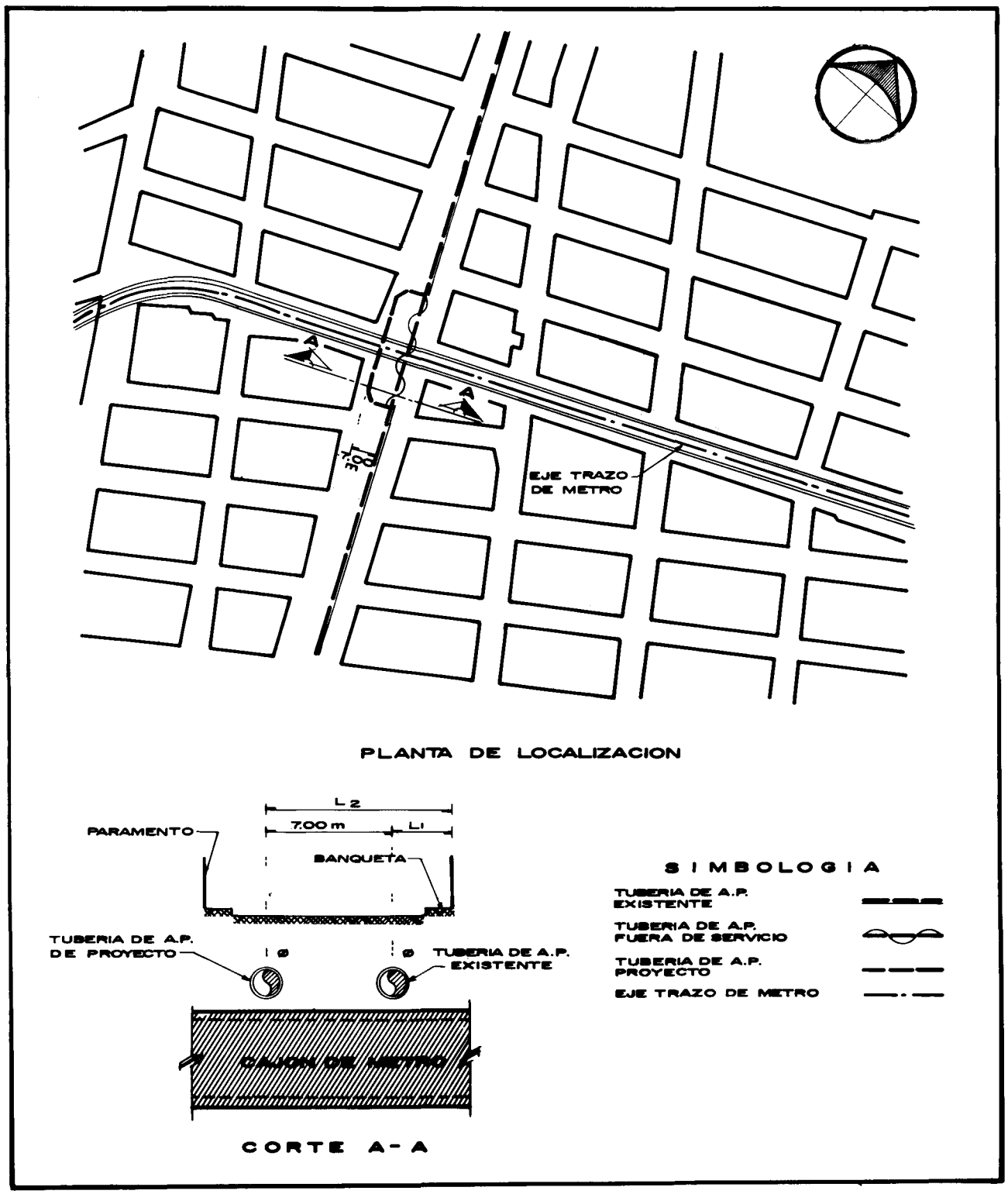


Fig 003-16 Metro en cajón subterráneo: Solución a interferencia transversal de A.P. primaria. Opción en misma vialidad

003.B.01.c Diámetros de las tuberías en el desvío

La tubería de agua potable se desviará hacia uno de los paramentos con el mismo diámetro de la existente.

Para abastecimiento al paramento contrario se colocará una tubería de 0.10 m de diámetro como mínimo.

003.B.01.d Pérdidas de carga

Se aplicará lo descrito en 003.A.01.d.

003.B.01.e Empuje en deflexiones

Se aplicará lo descrito en 003.A.01.e.

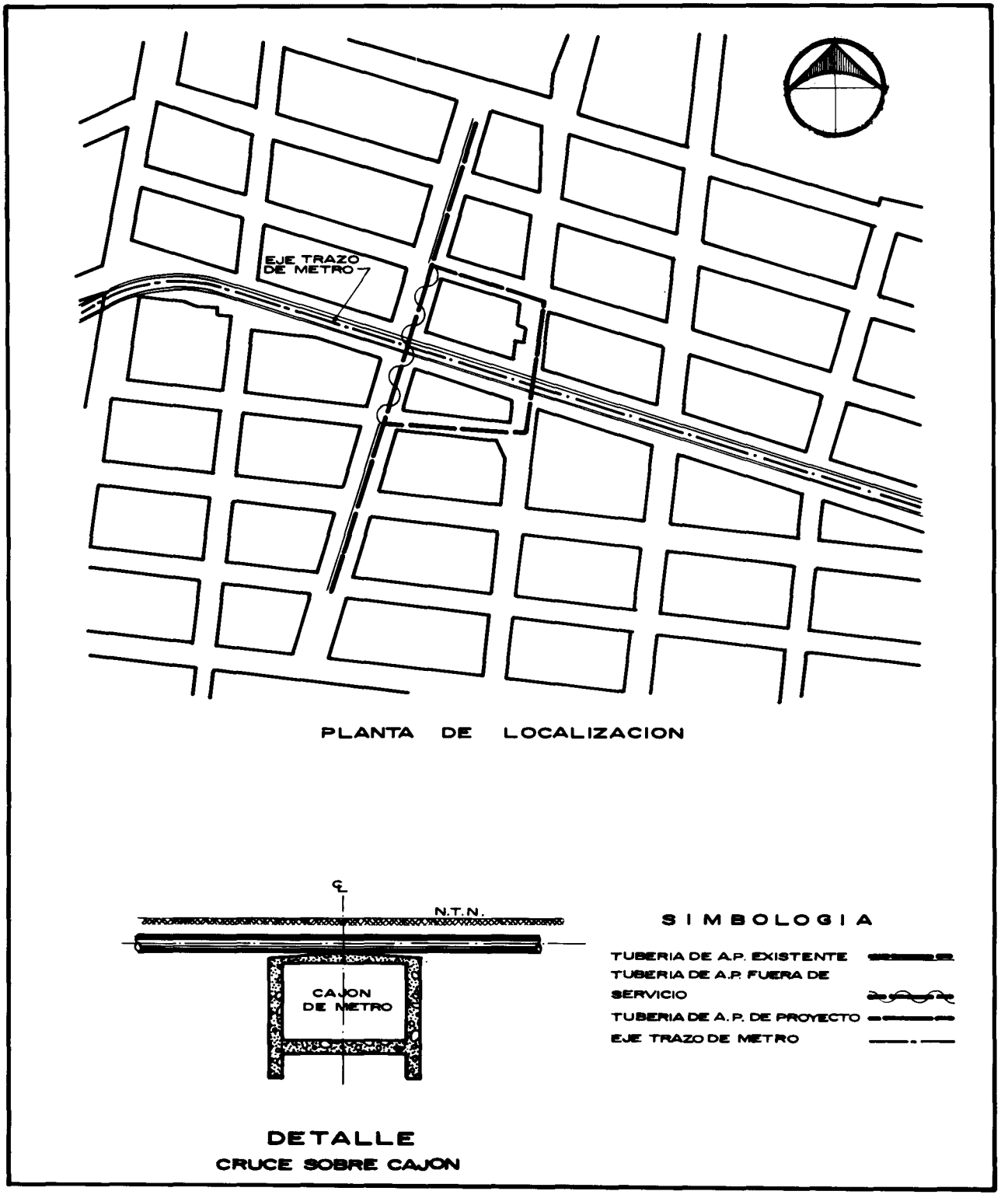


Fig 003-17 **Metro en cajón subterráneo. Solución a interferencia transversal de A.P. primaria. Opción en vialidad paralela**

003.B.01.f Estructuras especiales

Deberán incluirse en el proyecto las estructuras necesarias para la adecuada operación del desvío, como son: cajas de válvulas, atraques y elementos accesorios en cajas, para lo cual regirán las especificaciones de planos tipo de la DGCOH.

003.B.01.g Colchones mínimos sobre tuberías

Deberá existir un colchón mínimo sobre tuberías, apegado a lo especificado en planos tipo por la DGCOH.

003.B.01.h Localización de válvulas en el desvío

Deberán colocarse válvulas de seccionamiento tipo compuerta, en los cruceros de conexión de las tuberías de proyecto y las ya existentes en la línea de proyecto en general; en la rama existente se colocarán sólo cuando así lo solicite la DGCOH.

En desvíos largos, la separación de válvulas de seccionamiento no será mayor de 200 metros.

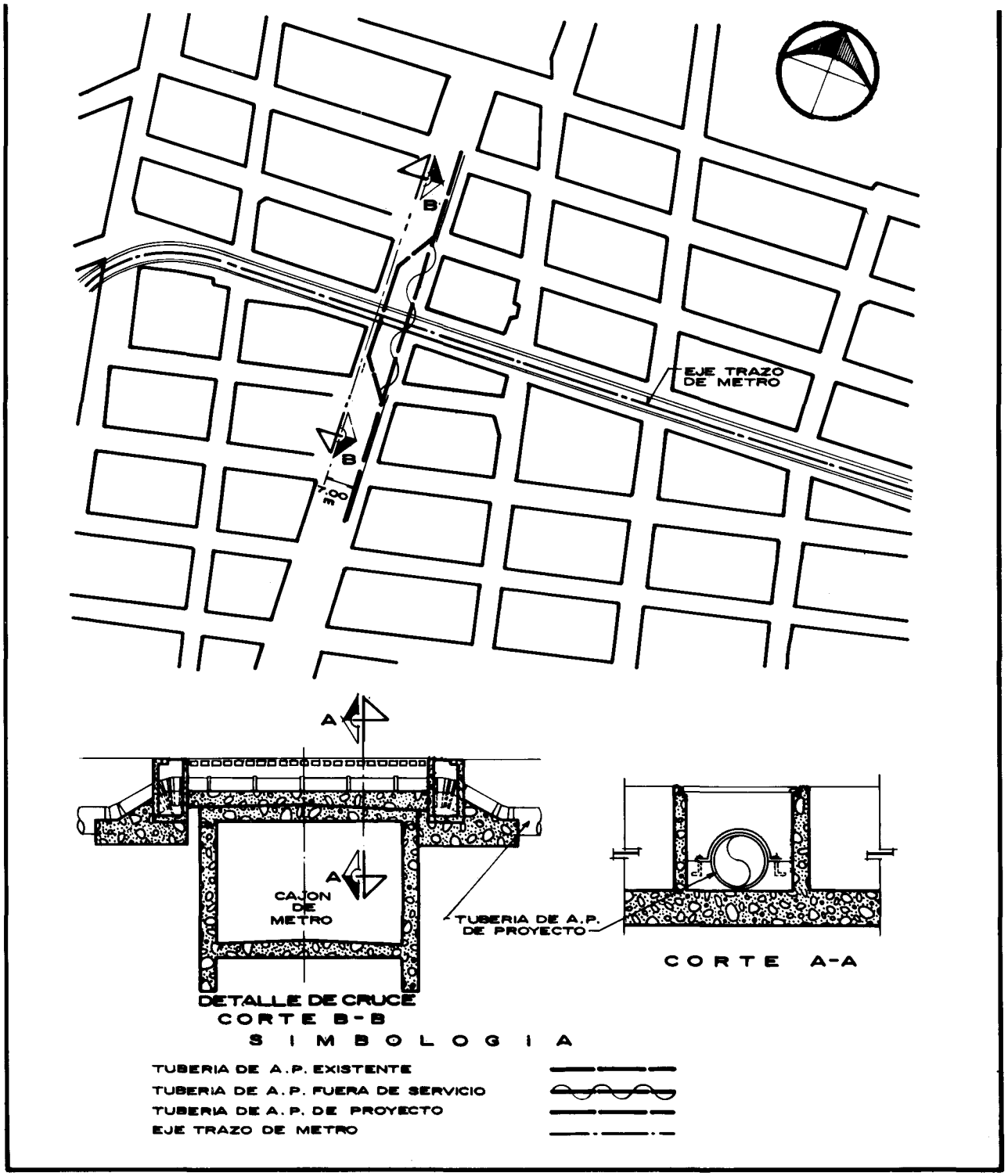


Fig 003-18 Metro en cajón subterráneo. Solución a interferencia transversal de línea de A.P. primaria. Opción en misma vialidad

003.B.02 INTERFERENCIA LONGITUDINAL DE LINEA SECUNDARIA CON METRO SUPERFICIAL

003.B.02.a Trazo de desvío

Se sustituirá la línea secundaria de agua potable existente por otras dos, laterales a la estructura del Metro, para dar servicio en forma independiente a cada paramento de construcción (fig 003-21).

003.B.02.b Acotaciones

Deberá relocalizarse el eje de las tuberías a una distancia S = B + 0.70 m.

003.B.02.c Diámetros de las tuberías en el desvío

Se aplicará lo descrito en 003.B.01.c.

003.B.02.d Pérdidas de carga

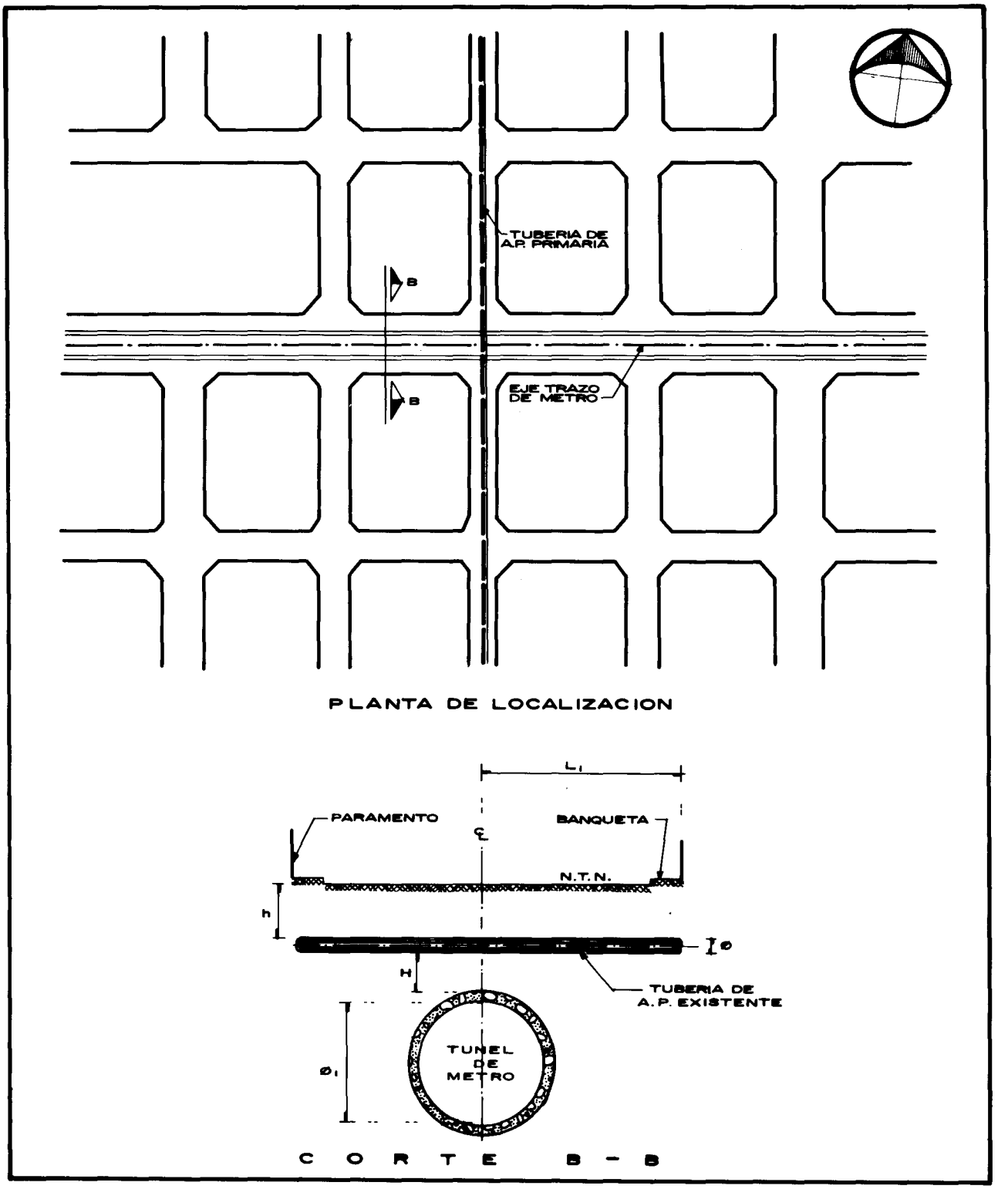


Fig 003-19 Metro en túnel. Interferencia transversal de A.P. primaria. Acotaciones

Se aplicará lo descrito en 003.A.01.d.

003.B.02.e Empuje en deflexiones

Se aplicará lo descrito en 003.A.01.e.

003.B.02.f Estructuras especiales

Deberá aplicarse lo mencionado en 003.B.01.f.

003.B.02.g Colchones mínimos sobre tuberías

Se aplicará lo descrito en 003.B.01.g.

003.B.02.h Localización de válvulas en el desvío

Se aplicará lo descrito en 003.B.01.h.

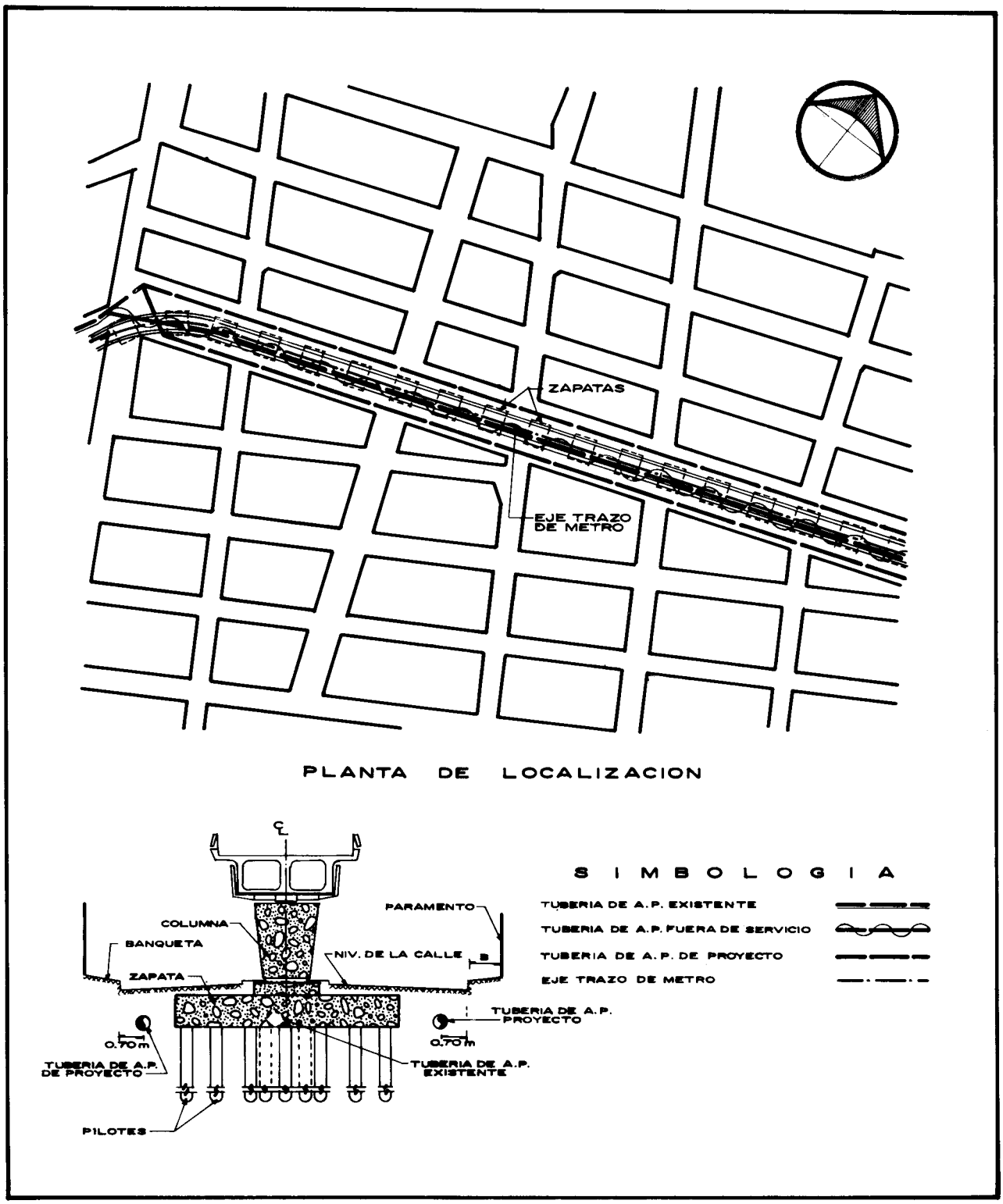


Fig 003-20 Metro en viaducto elevado. Solución a interferencia longitudinal de A.P. secundaria

003.B.03 INTERFERENCIA LONGITUDINAL DE LINEA SECUNDARIA CON METRO EN CAJON SUBTERRANEO

003.B.03.a Trazo de desvío

Se sustituirá la línea de agua potable existente, por otras dos, laterales a la estructura de Metro, para dar servicio en forma independiente a cada paramento de construcción (fig 003-22).

003.B.03.b Acotaciones

Se relocalizará el eje de las tuberías de proyecto, a una distancia S = B + 0.70 m.

Para casos en que así se requiera y el colchón sobre el cajón del Metro lo permita, podrá localizarse alguna tubería sobre el cajón del Metro.

003.B.03.c Diámetro de las tuberías en el desvío

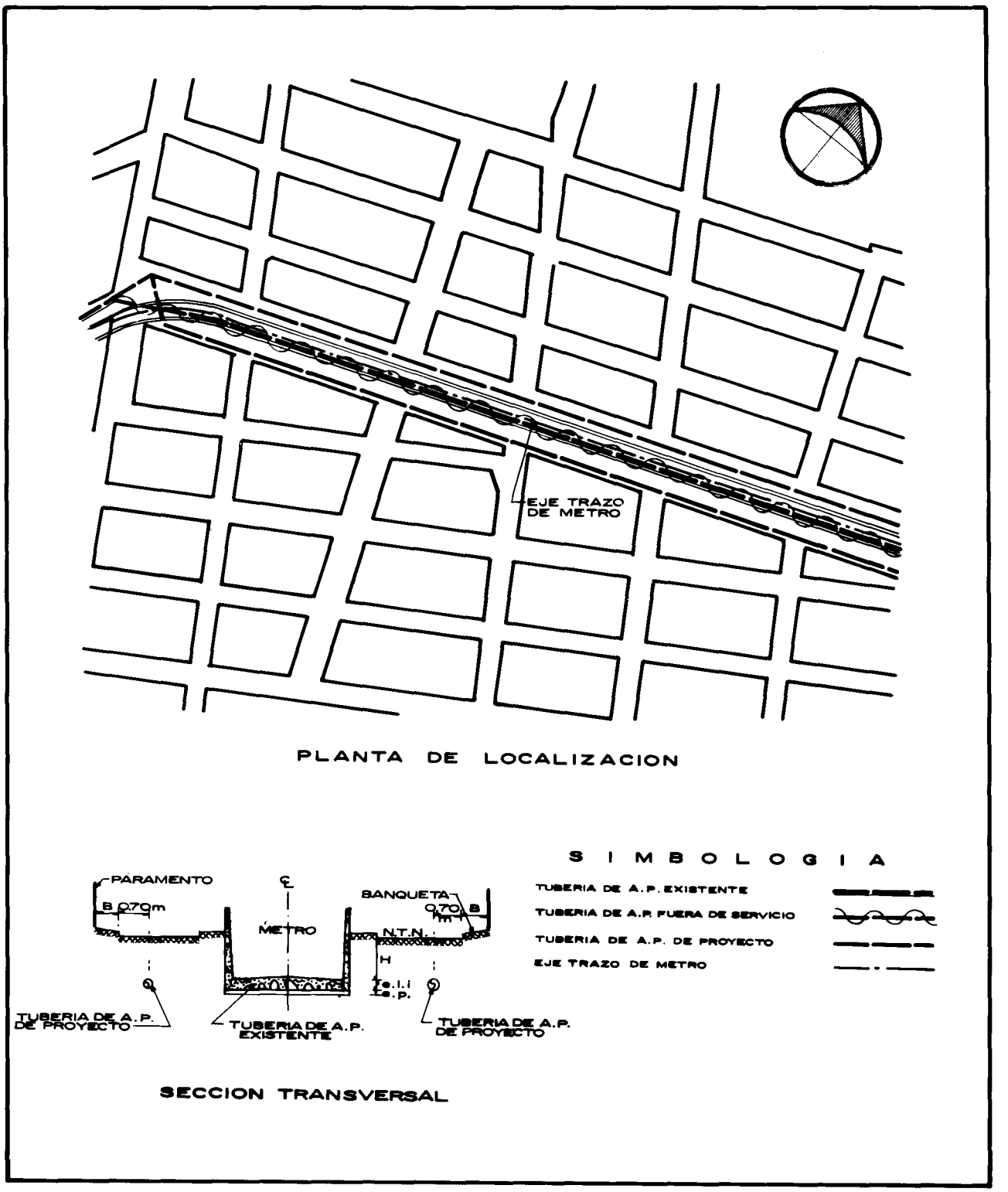


Fig 003-21 Metro Superficial. Solución a interferencia longitudinal de A.P. secundaria

Se aplicará lo descrito en 003.B.01.c.

003.B.03.d Pérdidas de carga

Se aplicará lo descrito en 003.A.01.d.

003.B.03.e Empuje en deflexiones

Se aplicará lo descrito en 003.A.01.e.

003.B.03.f Estructuras especiales

Se aplicará lo descrito en 003.B.01.f.

003.B.03.g Colchones mínimos sobre tuberías

Se aplicará lo descrito en 003.B.01.g.

003.B.03.h Localización de válvulas en el desvío

Se aplicará lo descrito en 003.B.01.h.

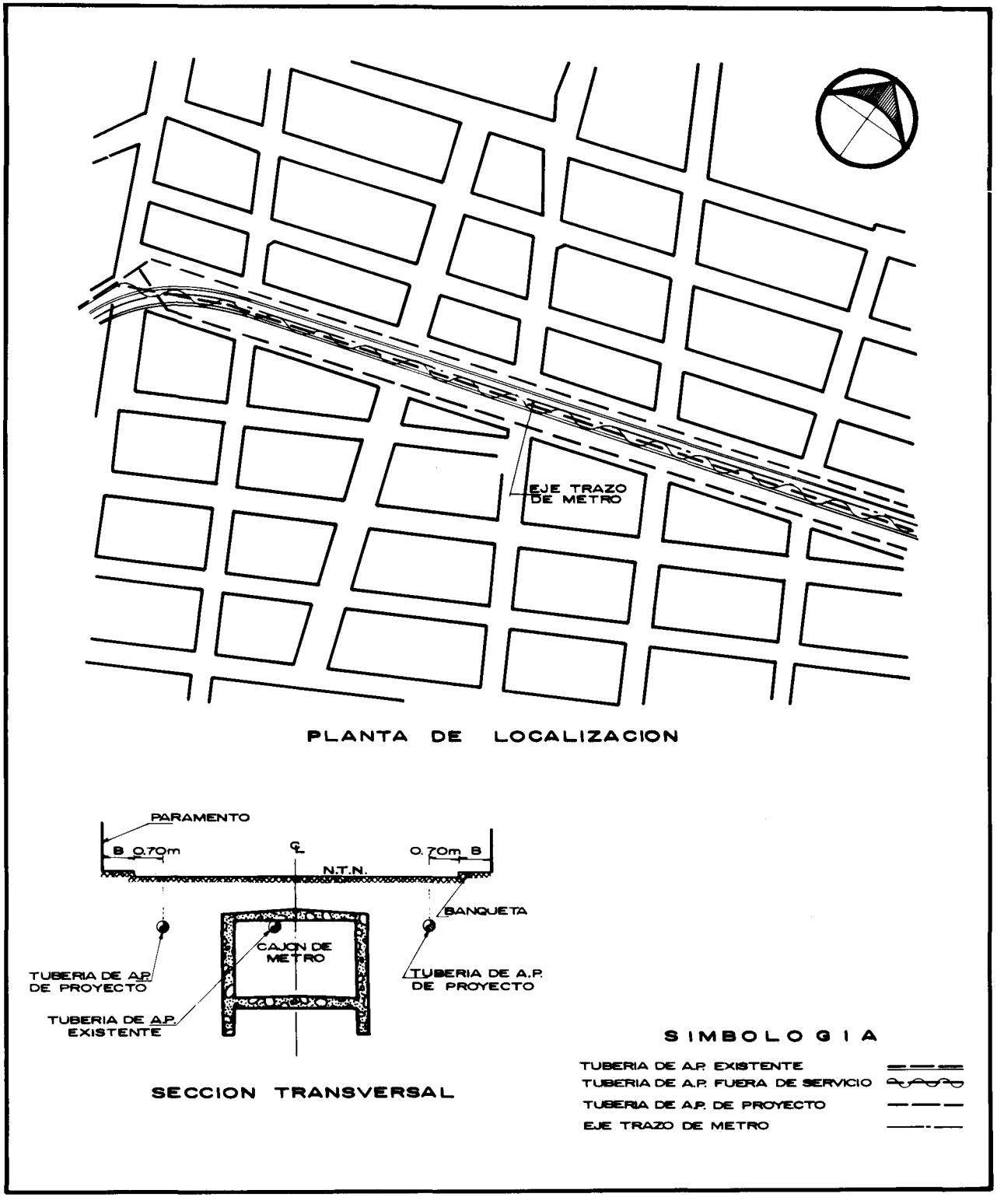


Fig 003-22 Metro en cajón subterráneo. Solución a interferencia longitudinal de A. P. secundaria.

003.B.04 INTERFERENCIA LONGITUDINAL DE LINEA SECUNDARIA CON METRO EN TUNEL

Se procederá a la elaboración precisa de planos en planta y perfil, en que se indique la sobreposición de ambas instalaciones, para información a las áreas de Estructuras y Mecánica de Suelos. La tubería existente no será afectada (fig 003-23).

003.B.05 INTERFERENCIA TRANSVERSAL DE LINEA SECUNDARIA CON METRO EN VIADUCTO ELEVADO

003.B.05.a Trazo de desvío

Se efectuará desvío corto en la misma vialidad librando la estructura con que interfiere (fig 003-24).

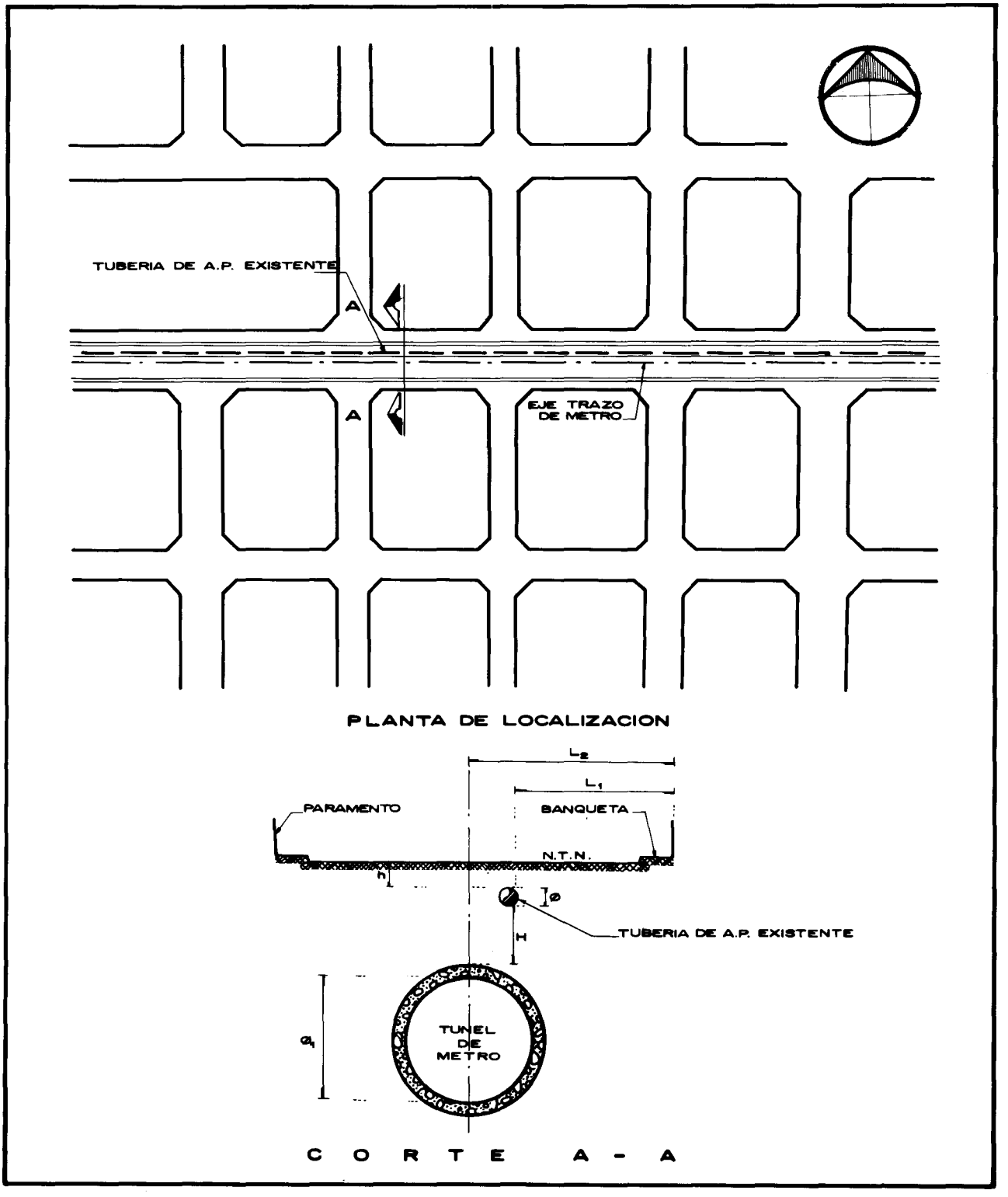


Fig 003-23 Metro en cajón subterráneo. Interferencia longitudinal de A. P. secundaria. Acotaciones

003.B.05.b Acotaciones

Se relocalizará la tubería a una distancia de 3.50 m, entre el paño de Metro y el eje de tubería.

003.B.05.c Diámetro de la tubería en el desvío

Se efectuará el desvío con el mismo diámetro de la tubería existente.

003.B.05.d Pérdidas de carga

Se aplicará lo descrito en 003.A.01.d.

003.B.05.e Empuje en deflexiones

Se aplicará lo descrito en 003.A.01.e.

003.B.05.f Estructuras especiales

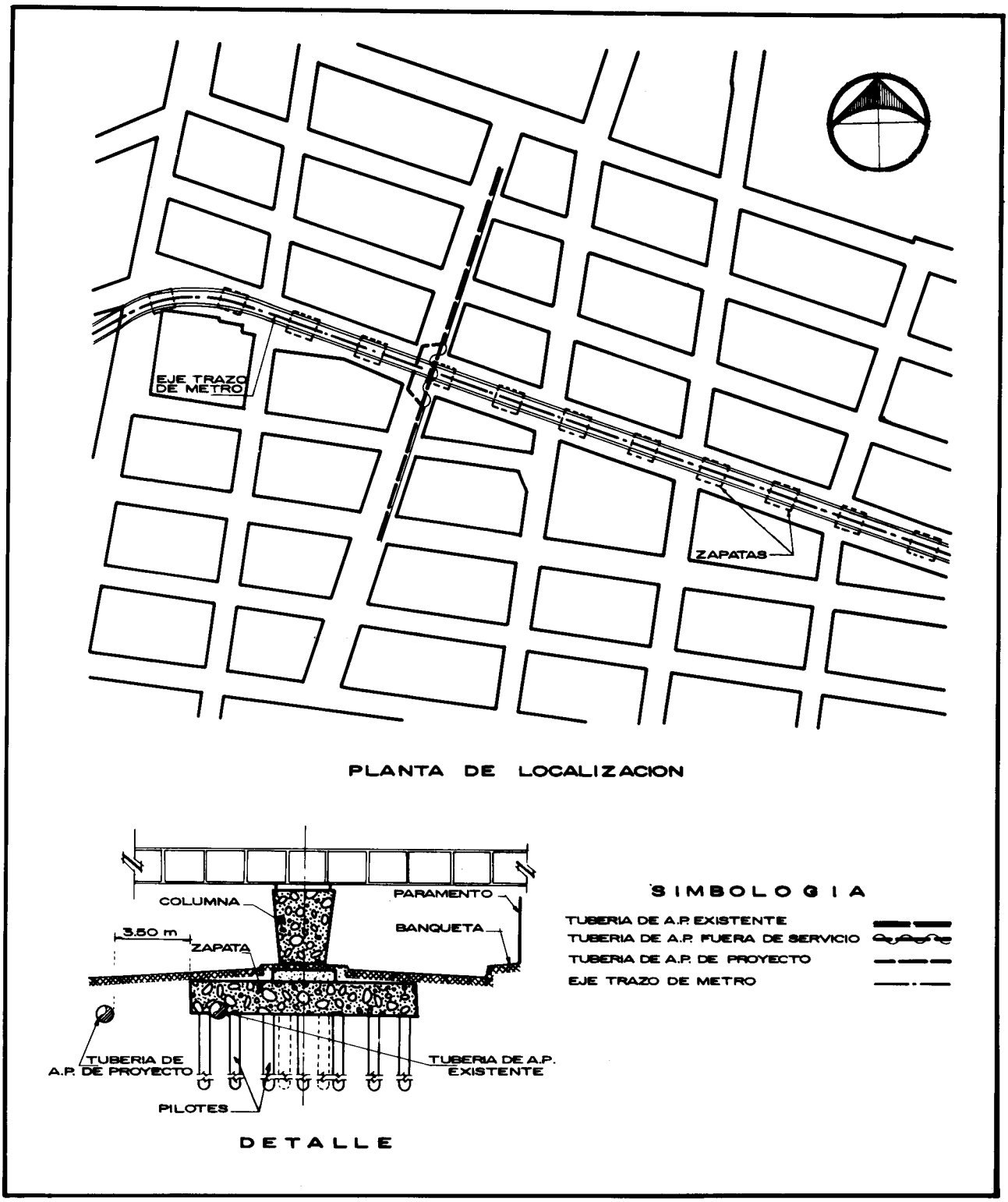


Fig 003-24 Metro en viaducto elevado. Solución a interferencia transversal de A. P. secundaria

Se aplicará lo descrito en 003.B.01.f.

003.B.05.g Colchones mínimos en tuberías

Se aplicará lo descrito en 003:B.01.g.

003.B.05.h Localización de válvulas en el desvío

Se aplicará lo descrito en 003.B.01.h.

003.B.06 INTERFERENCIA TRANSVERSAL DE LINEA SECUNDARIA CON METRO SUPERFICIAL

003.B.06.a Primer caso

La tubería existente interseca la estructura de proyecto del Metro. Se soluciona con sifón invertido.

003.B.06.a.01 *Trazo de desvío.* Se hará un desvío corto y el diseño de un cruce bajo la estructura de Metro mediante un sifón invertido (fig 003-25).

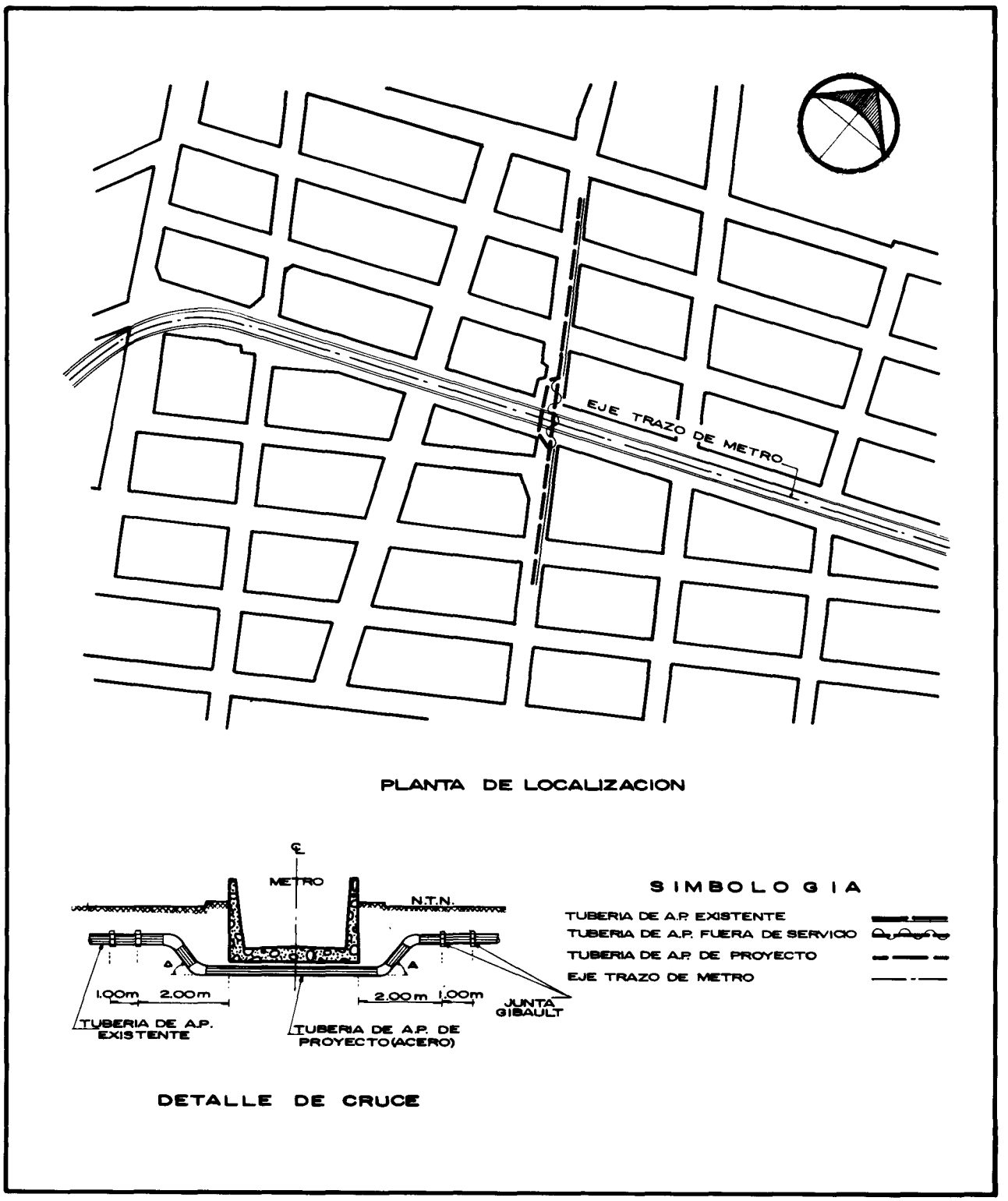


Fig 003-25 Metro superficial. Solución a interferencia transversal de A.P. secundaria

003.B.06.a.02 *Acotaciones*

a) Planta

Se reubicará en la misma vialidad a una distancia mínima de 6.00 m del eje de la tubería existente.

b) Elevación

La deflexión vertical en las rampas del sifón (Δ), será tal que $20° \leqq \Delta \leqq 45°$.

La tubería bajo el cajón de Metro será de acero y deberá protegerse mediante una "camisa" de concreto. En los extremos de la tubería de acero deberán colocarse juntas mecánicas separadas 2.00 m del paño de la sección de Metro. La separación entre desplante de la losa inferior y lomo de la tubería no será menor a 0.50 m (fig 003-25).

003.B.06.a.03 *Diámetro de la tubería en el desvío.* Se aplicará lo descrito en 003.B.05.c.

003.B.06.a.04 *Pérdidas de carga.* Se aplicará lo descrito en 003.A.01.d.

003.B.06.a.05 *Empuje en deflexiones.* Se aplicará lo descrito en 003.A.01.e.

003.B.06.a.06 *Estructuras especiales.* Se aplicará lo descrito en 003.B.01.f.

003.B.06.a.07 *Colchones mínimos sobre tuberías.* Se aplicará lo descrito en 003.B.01.g.

003.B.06.a.08 *Localización de válvulas en el desvío.* Se aplicará lo descrito en 003.B.01.h.

003.B.06.b Segundo caso

La tubería de agua potable secundaria existente, se encuentra bajo el nivel de desplante de la losa de Metro (fig 003-26).

Se solucionará con la sustitución de un tramo determinado de tubería existente, por otro de acero, auxiliándose además de juntas Gibault para absorber movimientos diferenciales, según criterio expuesto en 003.B.06.a.02(b).

003.B.07 INTERFERENCIA TRANSVERSAL DE LINEA SECUNDARIA CON METRO EN CAJON SUBTERRANEO

003.B.07.a Primer caso

La tubería de agua potable secundaria existente cruza sobre la estructura de proyecto del cajón del Metro, sin intersección. Se solucionará mediante sustitución, taponamiento o desvío.

003.B.07.a.01 *Sustitución.* Se sustituirá la tubería existente por tubería de acero con sostenimiento mediante elemento estructural, durante las excavaciones del Metro.

003.B.07.a.02 *Taponamiento.* Para tuberías de 0.10 y 0.15 m de diámetro y se taponará temporalmente, restituyéndose con tubería de acero una vez construido el cajón del Metro.

003.B.07.a.03 *Desvío.* Para tuberías de 0.30 m de diámetro se efectuará desvío corto.

a) Trazo de desvío

Se reubicará en la misma vialidad, sobre el cajón del Metro, con tubería de acero (fig 003-27).

b) Acotaciones

Se relocalizará a una distancia de 6.00 m entre ejes de tuberías.

c) Diámetro de la tubería en el desvío

Se aplicará lo descrito en 003.B.05.c.

d) Pérdidas de carga

Se aplicará lo descrito en 003.A.01.d.

e) Empuje en deflexiones

Se aplicará lo descrito en 003.A.01.e.

f) Estructuras especiales

Se aplicará lo descrito en 003.B.01.f.

g) Colchones mínimos sobre tuberías

Se aplicará lo descrito en 003.B.01.g.

h) Localización de válvulas en el desvío.

Se aplicará lo descrito en 003.B.01.h.

003.B.07.b Segundo caso

La tubería de agua potable secundaria interseca la estructura de proyecto del cajón de Metro. En este caso la solución consiste en desviar la tubería y diseñar un sifón de cruce sobre la estructura del Metro.

003.B.07.b.01 *Trazo de desvío.* Se hará un desvío corto en la misma vialidad.

003.B.07.b.02 *Acotaciones*

a) Planta

Se relocalizará a una distancia de 6.0 m entre ejes de tuberías.

b) Elevación

La deflexión vertical en las rampas del sifón (Δ), será tal que $20° \leqq \Delta \leqq 45°$.

La tubería será de acero; en casos de colchón escaso deberá protegerse mediante una "camisa" de concreto. En los extremos deberán colocarse juntas mecánicas a 2.00 m del paño del cajón de Metro (fig 003-28).

003.B.07.b.03 *Diámetro de la tubería en el desvío.* Se aplicará lo descrito en 003.B.05.c.

003.B.07.b.04 *Pérdidas de carga.* Se aplicará lo descrito en 003.A.01.d.

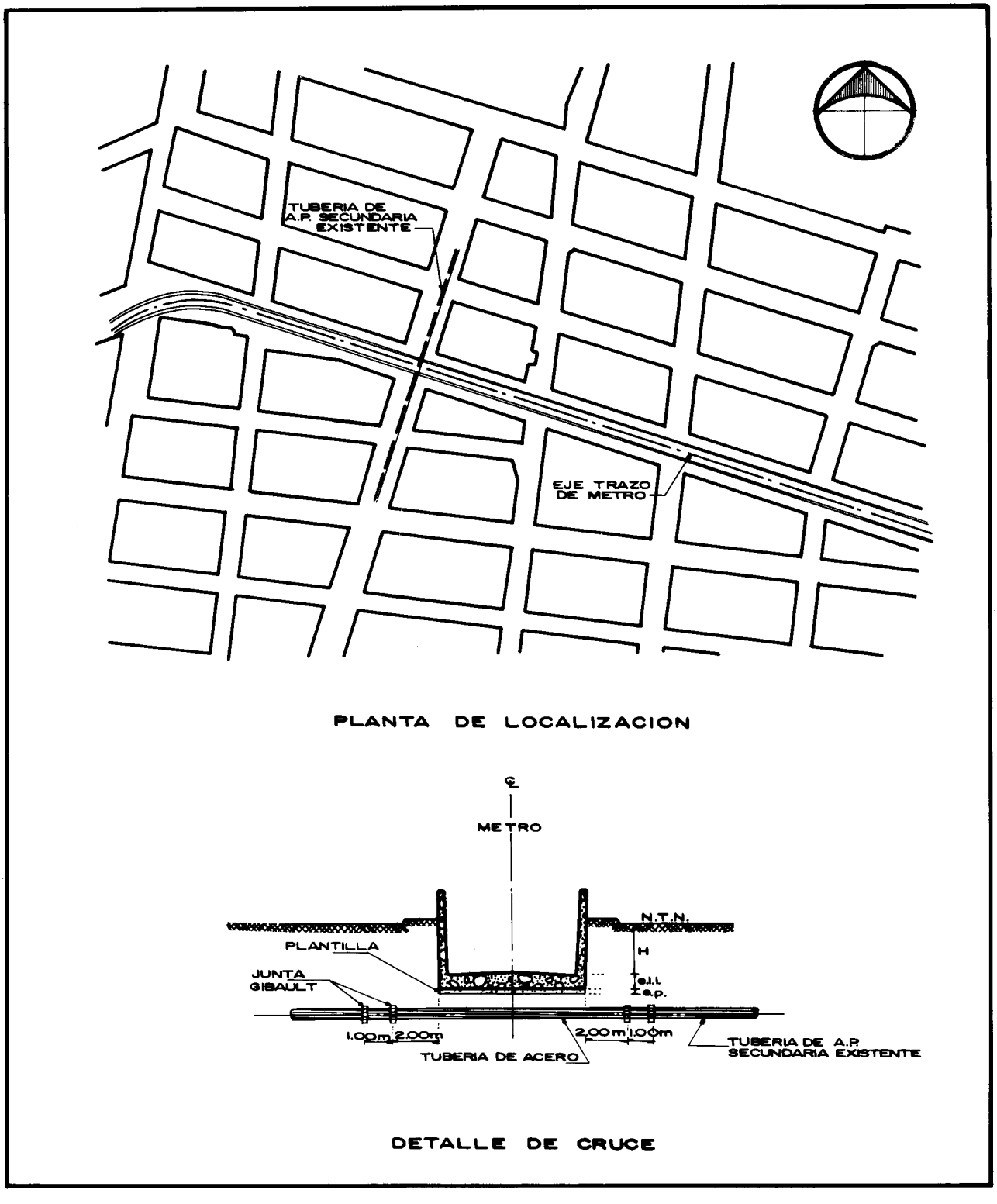


Fig 003-26 Metro superficial. Solución a interferencia transversal de A.P. secundaria

003.B.07.b.05 *Empuje en deflexiones.* Se aplicará lo descrito en 003.A.01.e.

003.B.07.b.06 *Estructuras especiales.* Se aplicará lo descrito en 003.B.01.f.

003.B.07.b.07 *Colchones mínimos sobre tuberías.* Se aplicará lo descrito en 003.B.01.g.

003.B.07.b.08 *Localización de válvulas en el desvío.* Se aplicará lo descrito en 003.B.01.h.

003.B.08. INTERFERENCIA TRANSVERSAL DE LINEA SECUNDARIA CON METRO EN TUNEL

Se procederá a la elaboración precisa de planos en planta y perfil, en que se indique la sobreposición de ambas instalaciones, para información a las áreas de Estructuras y Mecánica de Suelos. La tubería existente no será afectada (fig 003-29).

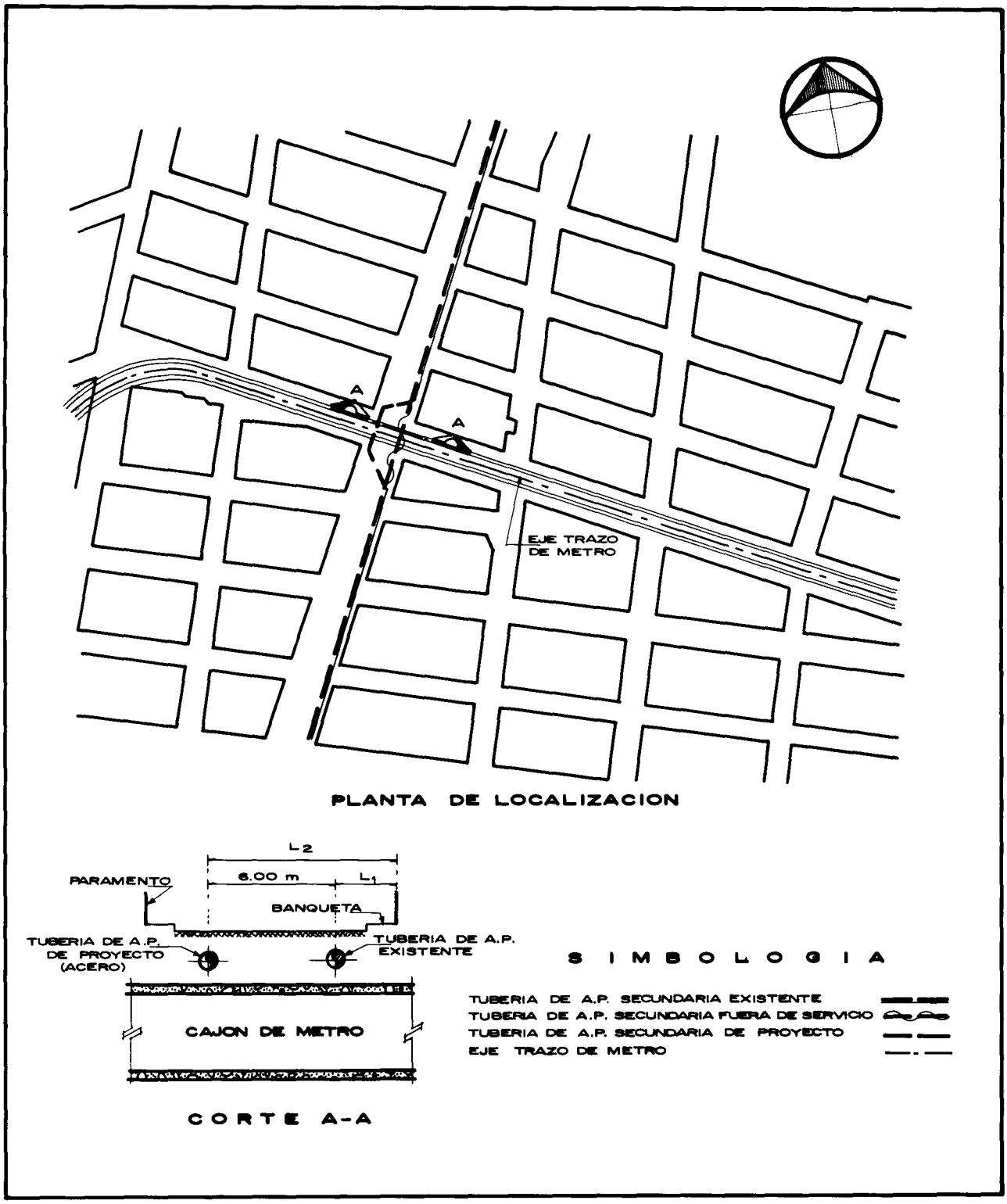
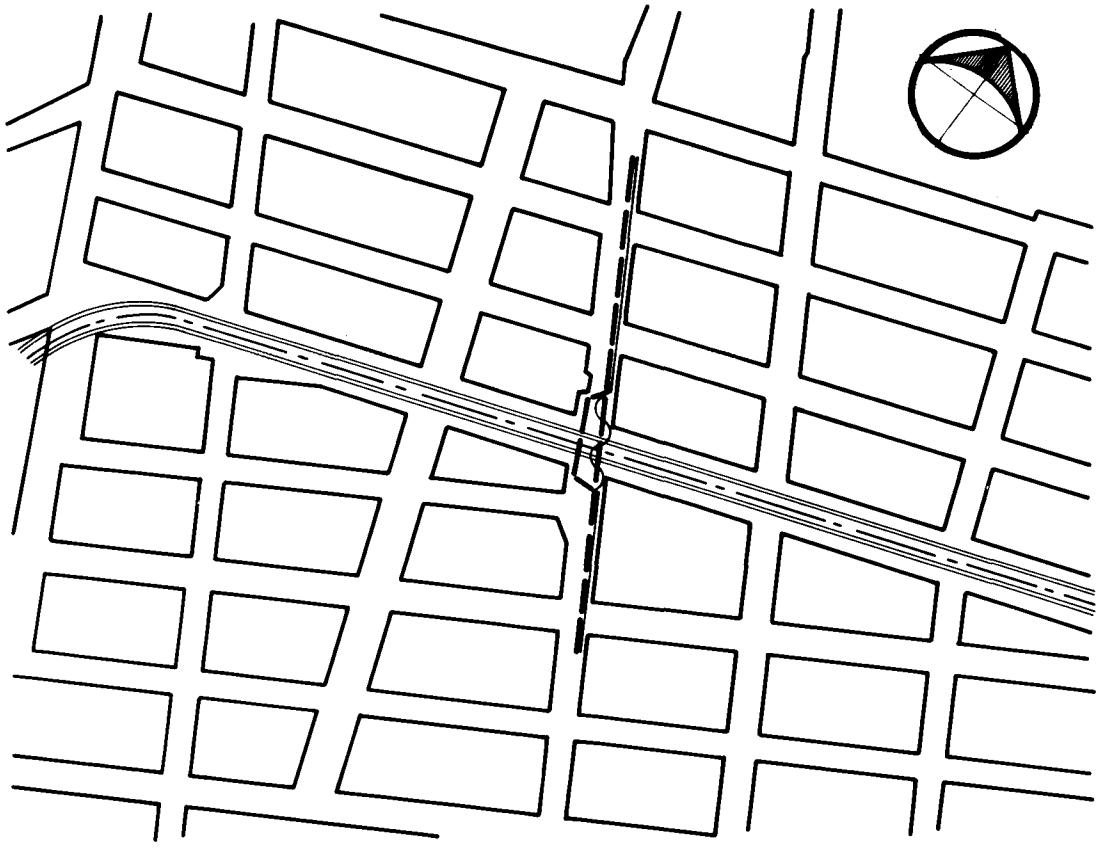
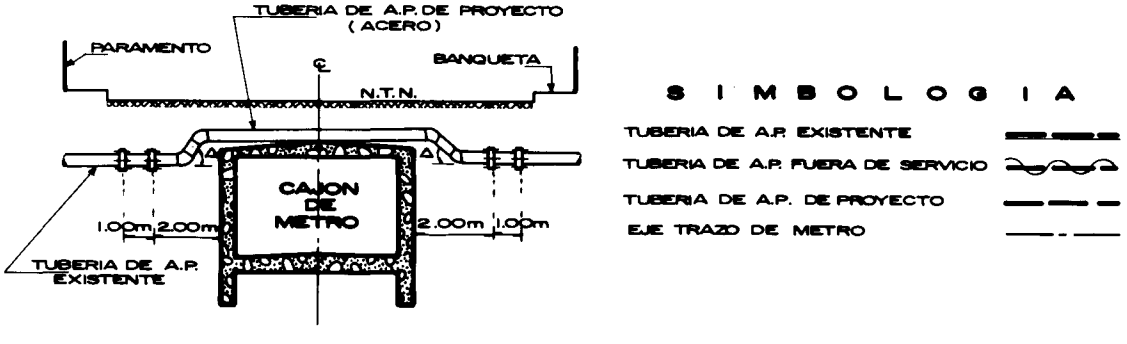


Fig 003 - 27 Metro en cajón subterráneo. Solución a interferencia transversal de A.P. secundaria. Opción en misma vialidad



PLANTA DE LOCALIZACION



DETALLE DE CRUCE

Fig 003-28 Metro en cajón subterráneo. Solución a interferencia transversal de A.P. secundaria

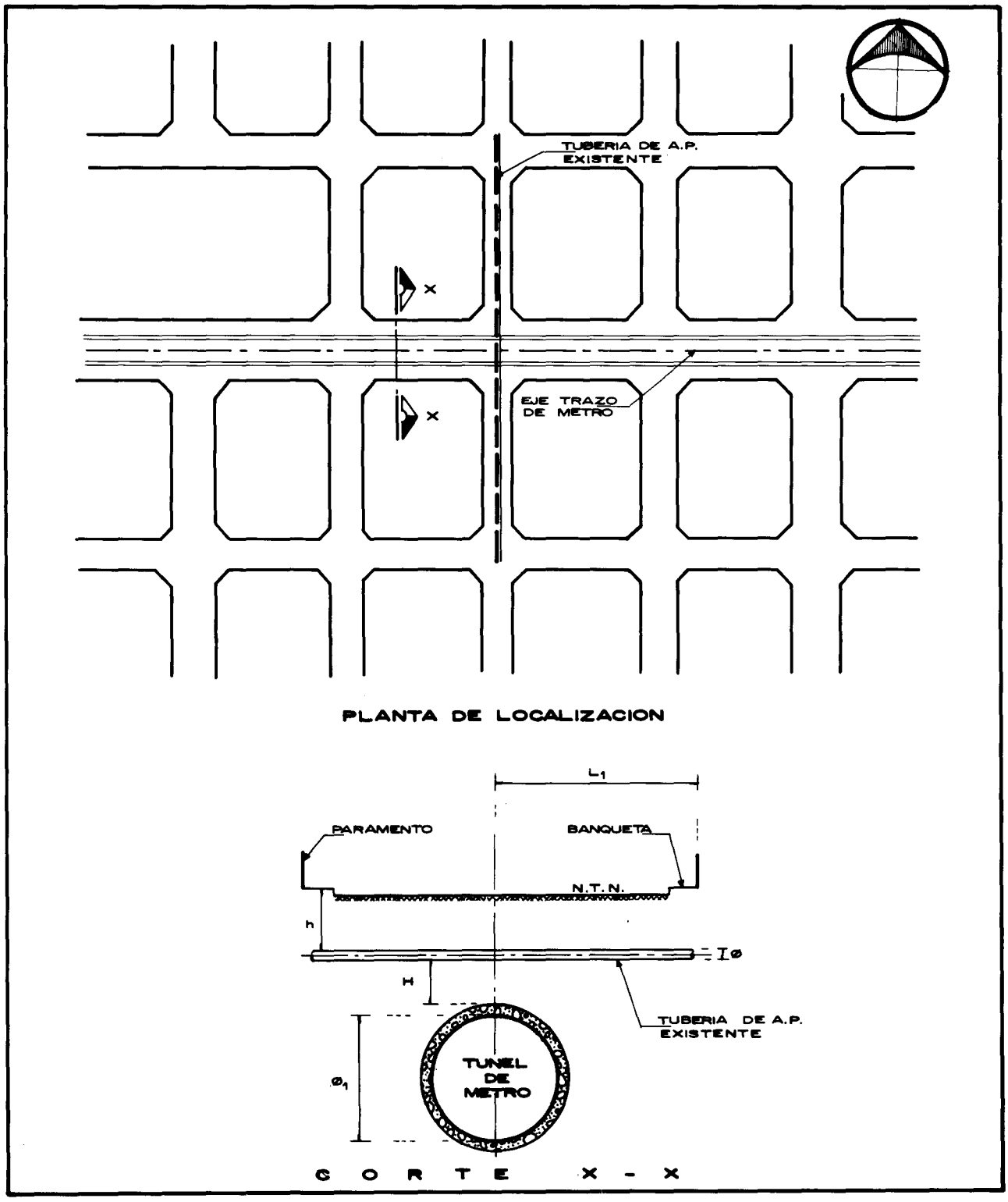


Fig 003-29 Metro en túnel. Interferencia transversal de A. P. secundaria. Acotaciones

CAPITULO 2.05.01.004

INTERFERENCIAS CON LA RED DE ALCANTARILLADO

004.A COLECTORES

Se consideran en esta clasificación los conductos utilizados para la conducción y descarga de aguas negras y pluviales, cuyo diámetro sea de 0.60 m o mayor.

Los diámetros comúnmente usados en la Ciudad de México son: 0.60, 0.76, 0.91, 1.07, 1.22, 1.52, 1.83, 2.13, 2.44 y 3.05 metros.

El tipo de tubería por utilizar, así como las especificaciones que deben cumplir los materiales, son los siguientes:

- Concreto simple: Se utiliza en tuberías con diámetro de 0.60 m. Deberá cumplir la especificación 4.01.01. 017.A., de COVITUR
- Concreto reforzado: Se utiliza en tuberías con diámetro mayor de 0.60 m. Deberá cumplir la especificación 4.01.01. 017.B, de COVITUR
- Concreto presforzado y otros materiales: Sólo los aprobados por la DGCOH

004.A.01 INTERFERENCIA LONGITUDINAL DE COLECTOR CON METRO EN VIADUCTO ELEVADO

004.A.01.a Trazo de desvío

004.A.01.a.01 *Misma vialidad.* Se localizará en la misma vialidad si se dispone de espacio suficiente entre el paño de construcción del Metro y el paramento de edificaciones (fig 004-1).

004.A.01.a.02 *Vialidad paralela.* Cuando no sea aplicable la especificación 004.A.01.a.01, se localizará el trazo en la vialidad paralela apropiada (fig 004-2).

004.A.01.b Acotaciones

004.A.01.b.01 *Misma vialidad.* Para vialidad con camellón central, en que se aloje Metro, la tubería podrá colocarse al eje del arroyo (fig 004-3), a una distancia libre S = B + 4.00 m, entre paramento de construcción y tubería (fig 004-4) o a 4.00 m libres del paño de Metro (fig 004-5). En cualquiera de las opciones la separación entre tubería y otras estructuras, no será menor de 4.00 metros.

004.A.01.b.02 *Vialidad paralela.* Podrá localizarse el desvío al eje del arroyo de vialidad o a una distancia libre entre paño de colector y paramento de construcción S = B + 4.00 m (fig 004-6).

004.A.01.c Diámetro del desvío

004.A.01.c.01 *Mismo diámetro.* Podrá conservarse el mismo diámetro en el desvío del colector, si se cumple que $S_2/S_1 \geqq 0.8$, donde:

S_1 Pendiente del colector existente

S_2 Pendiente del colector en el desvío

Cada proyecto específico estará sujeto a la aprobación de la DGCOH.

003.A.01.c.02 *Aumento en el diámetro*

a) Deberá cambiar el diámetro del colector en el desvío si $S_2/S_1 < 0.8$.

   El cálculo del diámetro apropiado para conducir el mismo gasto con menor pendiente se efectuará mediante fórmulas establecidas, aceptadas por la DGCOH.

b) También cambiará el diámetro del colector en el desvío al recibirse otras aportaciones (fig 004-7).

   En este caso:

I. $Q_1 = f(D_1, S_1)$; $Q_2 = f(D_2, S_2)$;

   $Q_3 = f(D_3, S_3)$

II. $D_1' = f(Q_1, S_1')$; $D_2' = f(Q_1 + Q_2), S_2'$;

   $D_3' = f(Q_1 + Q_3), S_3'$

Para la determinación de gastos y diámetros se aplicarán fórmulas establecidas aceptadas por la DGCOH.

003.A.01.d Pérdidas de carga.

Deberán calcularse las pérdidas de carga por fricción y locales para conocer las condiciones reales de operación del colector en el desvío.

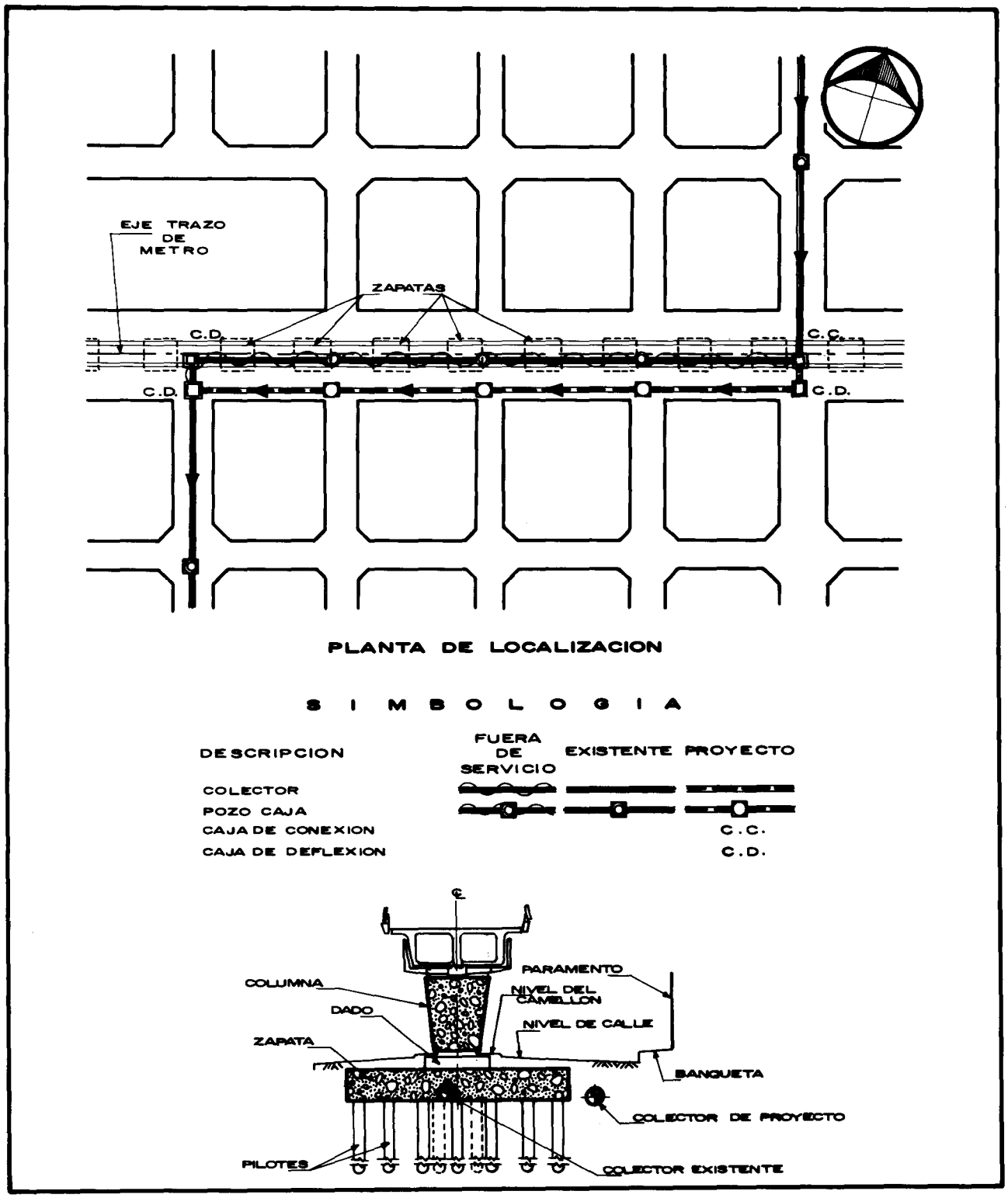


Fig 004-1 Metro en viaducto elevado. Solución a interferencia longitudinal de colector. Opción en misma vialidad

004.A.01.d.01 *Por fricción.* Se obtendrán mediante la aplicación de fórmulas establecidas y aceptadas por la DGCOH.

004.A.01.d.02 *Locales.* Se calcularán las pérdidas por cambios de dirección, ampliación y reducción de la sección, aplicando fórmulas establecidas aceptadas por la DGCOH.

004.A.01.e Estructuras especiales

Deberán incluirse en el proyecto las estructuras especiales necesarias para la adecuada operación del desvío.

004.A.01.e.01 *Cajas de deflexión.* Se proyectarán en los cambios de dirección del trazo.

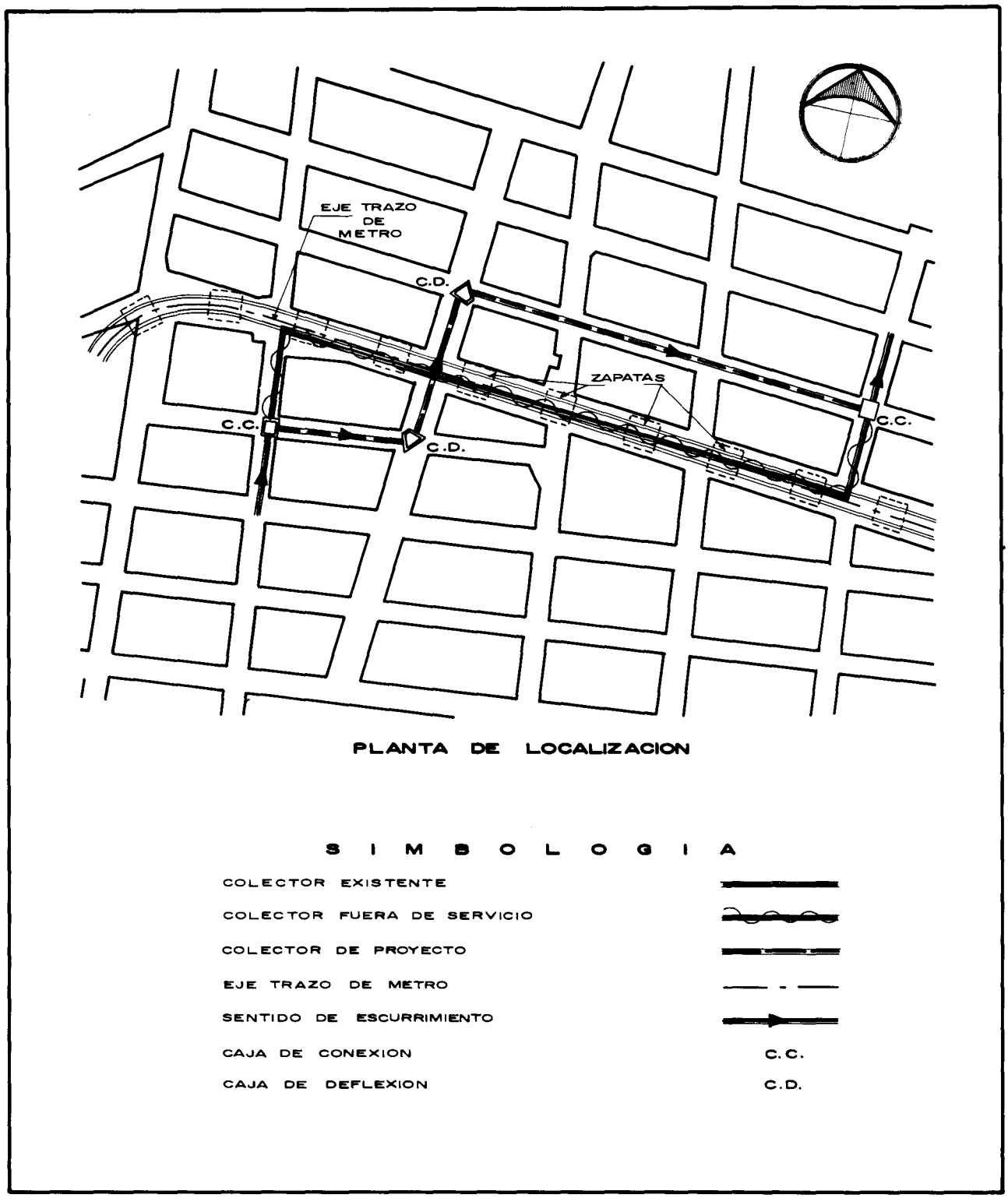


Fig 004 - 2 Metro en viaducto elevado. Solución a interferencia longitudinal de colector. Opción en vialidad paralela

a) Caja tipo trapecial

Se proyectará en deflexiones (β), donde $10° \leqq \beta \leqq 60°$ (fig 004-8).

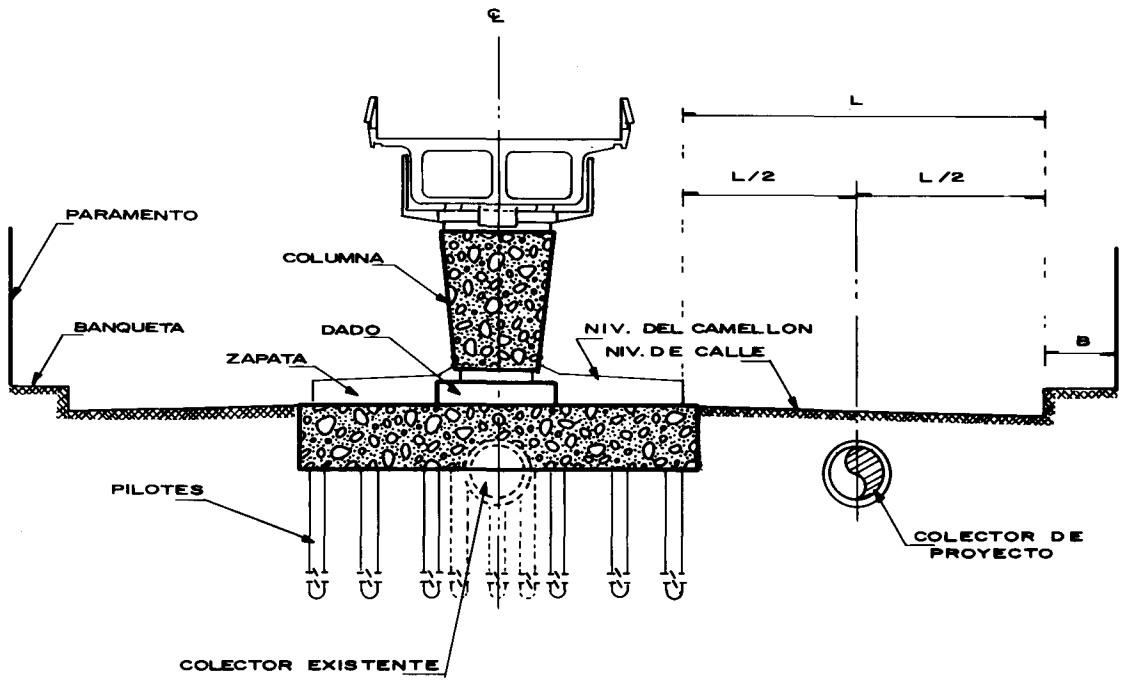
b) Caja tipo hexagonal

Se proyectará en deflexiones (β), en que $60° \leqq \beta \leqq 80°$ (fig 004-9).

c) Caja circular de dovelas tipo DDF

Será aplicable como alternativa a las especificaciones 003.A.01.e.01, (a) y (b). Sus características corresponderán a lo especificado en planos tipo de la DGCOH.

004.A.01.e.02 *Cajas de conexión.* Se proyectarán en la unión de dos o más colectores. La geometría de estas



SECCION TRANSVERSAL

Fig 004 - 3 Metro en viaducto elevado. Solución a interferencia longitudinal de colector. Acotaciones. Opción en misma vialidad

cajas dependerá de: a) número y diámetro de los colectores que concurran a ellas; y b) ángulo de incidencia entre los conductos principales.

a) Caja tipo pentagonal

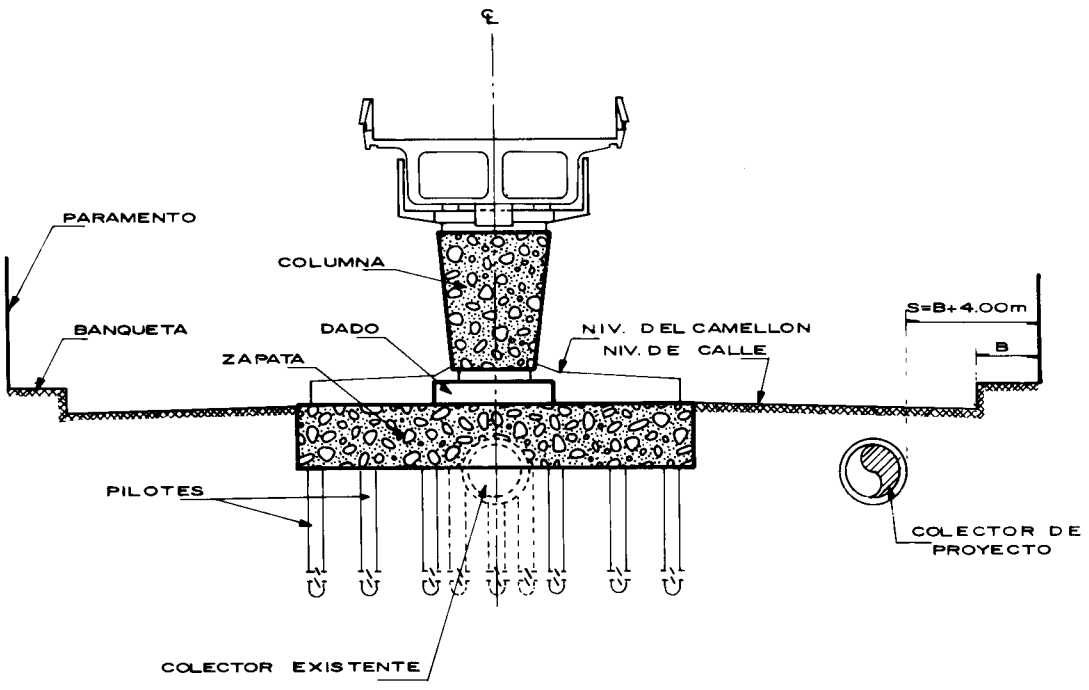
Se utilizará en deflexiones (β), donde $30° \leqq \beta \leqq 90°$ (fig 004-10).

b) Caja circular tipo DDF

Se utilizará para reflexiones donde $30° \leqq \beta \leqq 90°$ y para diámetros de 1.22 m o mayores. Sus características corresponderán a lo especificado en planos tipo de la DGCOH.

c) Caja rectangular

Se utilizará en casos excepcionales, que obliguen a deflexiones (β), donde $80° \leqq \beta \leqq 90°$.



SECCION TRANSVERSAL

Fig 004-4 Metro en viaducto elevado. Solución a interferencia longitudinal de colector Acotaciones. Opción en mismo violidad

d) Caja poligonal irregular

Cuando más de dos colectores se unan en el mismo punto, la geometría de la caja será especial e irregular.

004.A.01.e.03 *Pozo caja en tangente.* Se proyectará para ventilación y limpieza, teniendo preparaciones que faciliten la conexión de atarjeas o subcolectores, en las caras paralelas al trazo.

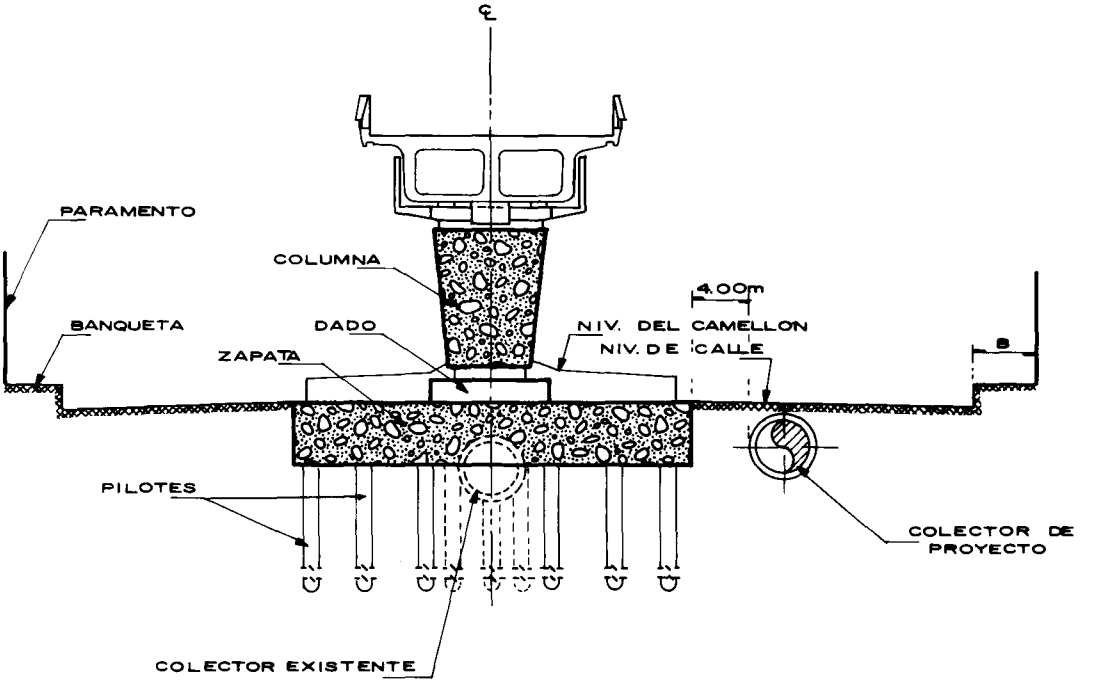
004.A.01.e.04 *Elementos accesorios.* Son las partes complementarias de las estructuras especiales, cuya función facilita la operación y limpieza del sistema.

a) Registros

Serán de tabique rojo y tendrán una altura total de 0.80 m entre la rasante de vialidad y la losa superior de la caja.

b) Registros de acceso en cajas

Su forma en planta es rectangular de 0.60 x



SECCION TRANSVERSAL

Fig 004-5 Metro en viaducto elevado. Solución a interferencia longitudinal de colector Acotaciones. Opción en mismo vialidad

0.70 m; en el claro mayor se ubicarán los escalones de acceso. La tapa de este registro será de fierro fundido. La altura del registro será de 0.80 metros.

c) Registro de ventilación y limpieza en las cajas

Su forma es tronco-cónica, de tabique rojo recocido, de 0.80 m en su base y 0.60 m en la superficie, para coincidir con el diámetro del brocal. Se construirá uno sobre cada llegada y salida de tubos en la caja. La altura será de 0.80 m. El brocal y tapa serán de fierro fundido tipo intermedio.

d) Escalones de acceso

Serán de fo.fo. y tendrán una separación en proyección horizontal de 0.25 m a ejes; en sentido vertical estarán a cada 0.40 m alternadamente.

004.A.01.f Velocidades de proyecto

004.A.01.f.01 *Velocidad mínima.* La velocidad mínima de escurrimiento en colectores deberá ser suficiente para evitar la sedimentación de los materiales sólidos en suspensión. No será menor a 0.60 m/s, a tubo lleno.

004.A.01.f.02 *Velocidad máxima.* En este caso la velocidad máxima de escurrimiento se limitará a 3.0 m/s, a tubo lleno, para evitar la erosión prematura del conducto.

004.A.01.g Separación de estructuras en tangente

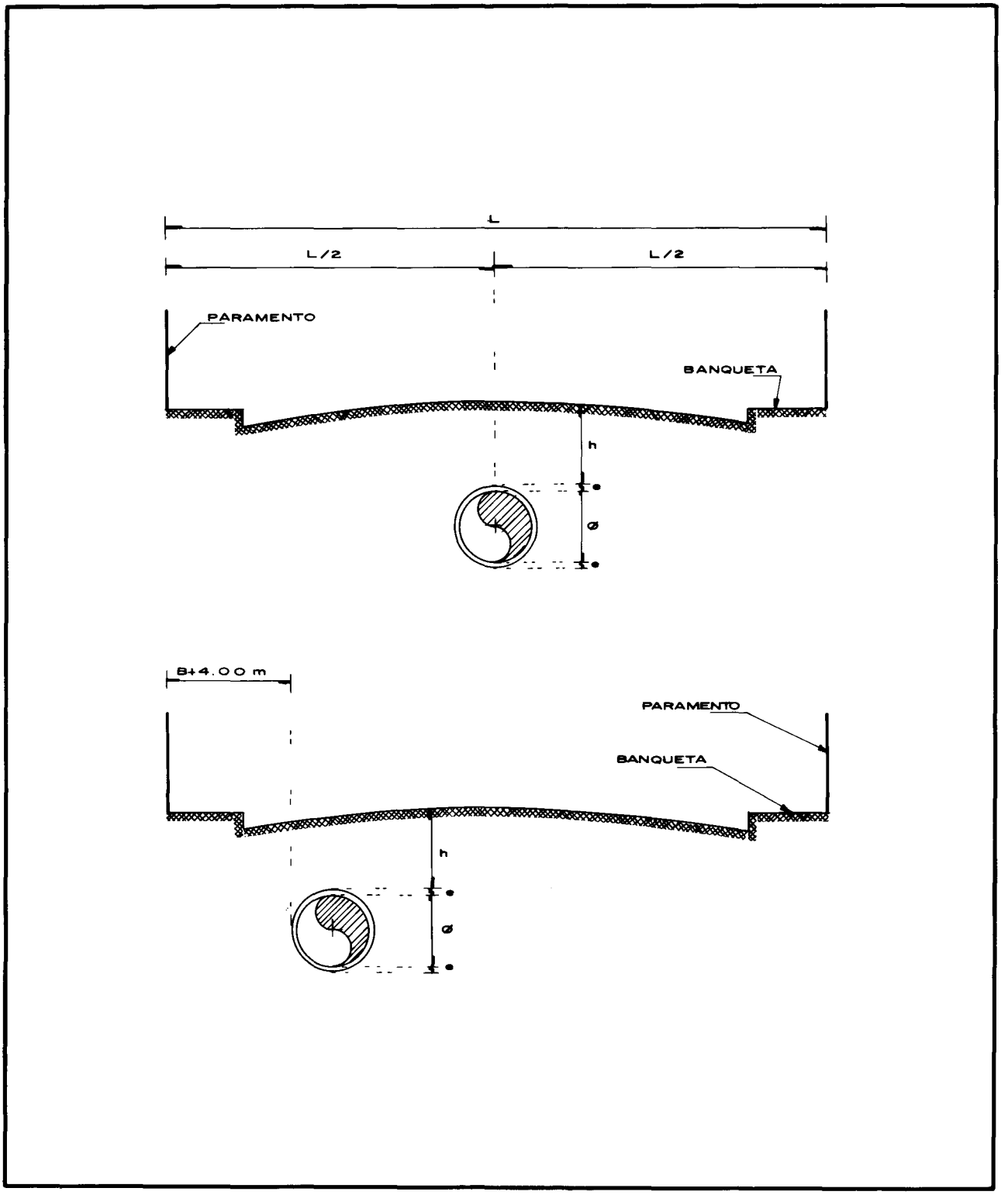


Fig 004-6 Metro en viaducto elevado. Solución a interferencia longitudinal de colector. Acotaciones. Opción en vialidad paralela

La separación máxima entre pozos de visita comunes o tipo caja deberá ajustarse a la siguiente tabla:

Diámetro, en m	Separación máxima, en m
0.60	60
0.76	60
0.91	60
1.07	80
1.22	80
1.52	80
1.83	80
2.13	80
2.44	80
3.05	80

004.A.01.h Colchones mínimos sobre colectores

Para colectores de 0.60 y 0.76 m de diámetro, será de 1.20 m; de 0.91 a 3.05 m deberá ser igual a un diámetro del conducto que se instala.

Para casos extraordinarios en que no se cumpla con lo anterior será necesario un procedimiento constructivo especial, sujeto a la aprobación de la DGCOH.

004.A.02 INTERFERENCIA LONGITUDINAL DE COLECTOR CON METRO SUPERFICIAL

004.A.02.a Trazo de desvío

004.A.02.a.01 *Misma vialidad.* Se reubicará en la misma vialidad si se dispone de espacio suficiente entre el área de construcción del Metro y el paramento de edificaciones (fig 004-11).

004.A.02.a.02 *Vialidad paralela.* Se aplicará lo descrito en 004.A.01.a.02 (fig 004-12).

004.A.02.b Acotaciones

004.A.02.b.01 *Misma vialidad.* Se aplicará lo descrito en 004.A.01.b.01 (figs 004-13, 14 y 15).

004.A.02.b.02 *Vialidad paralela.* Se aplicarán los criterios expuestos en 004.A.01.b.02.

004.A.02.c Diámetro del colector en el desvío

Se aplicará lo descrito en 004.A.01.c.

004.A.02.d Pérdidas de carga

Se aplicará lo expuesto en 004.A.01.d.

004.A.02.e Estructuras especiales

Se aplicarán los criterios indicados en 004.A.01.e.

004.A.02.f Velocidades de proyecto

Se aplicará lo descrito en 004.A.01.f.

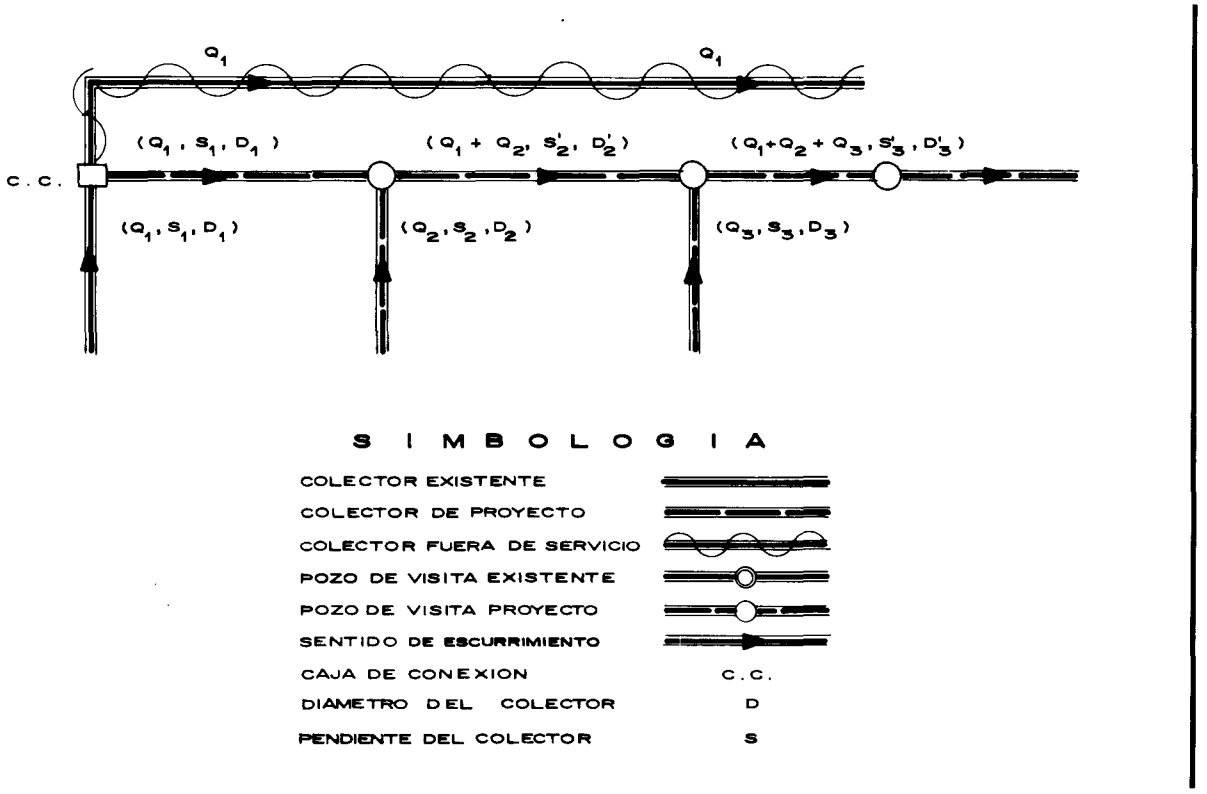


Fig 004-7 Variación de diámetros en desvío de colector por otras aportaciones

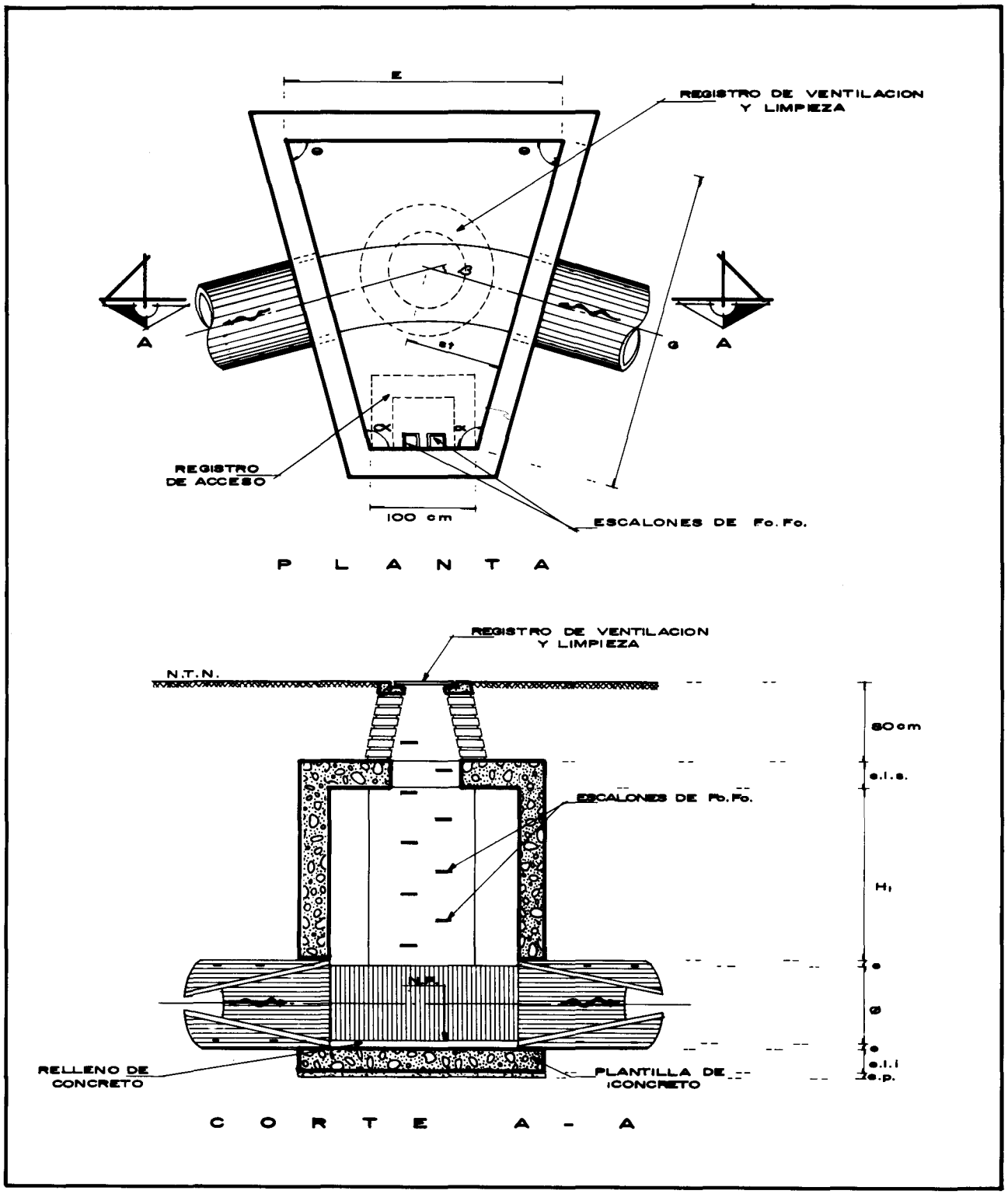


Fig 004-8 Diseño geométrico de cajas de deflexión. Trapecial

004.A.02.g Separación de estructuras en tangente

Se aplicará la tabla de la especificación 004.A.01.g.

004.A.02.h Colchones mínimos sobre colectores

Se aplicará lo descrito en 004.A.01.h.

004.A.03 INTERFERENCIA LONGITUDINAL DE COLECTOR CON METRO EN CAJON SUBTERRANEO

004.A.03.a Trazo de desvío

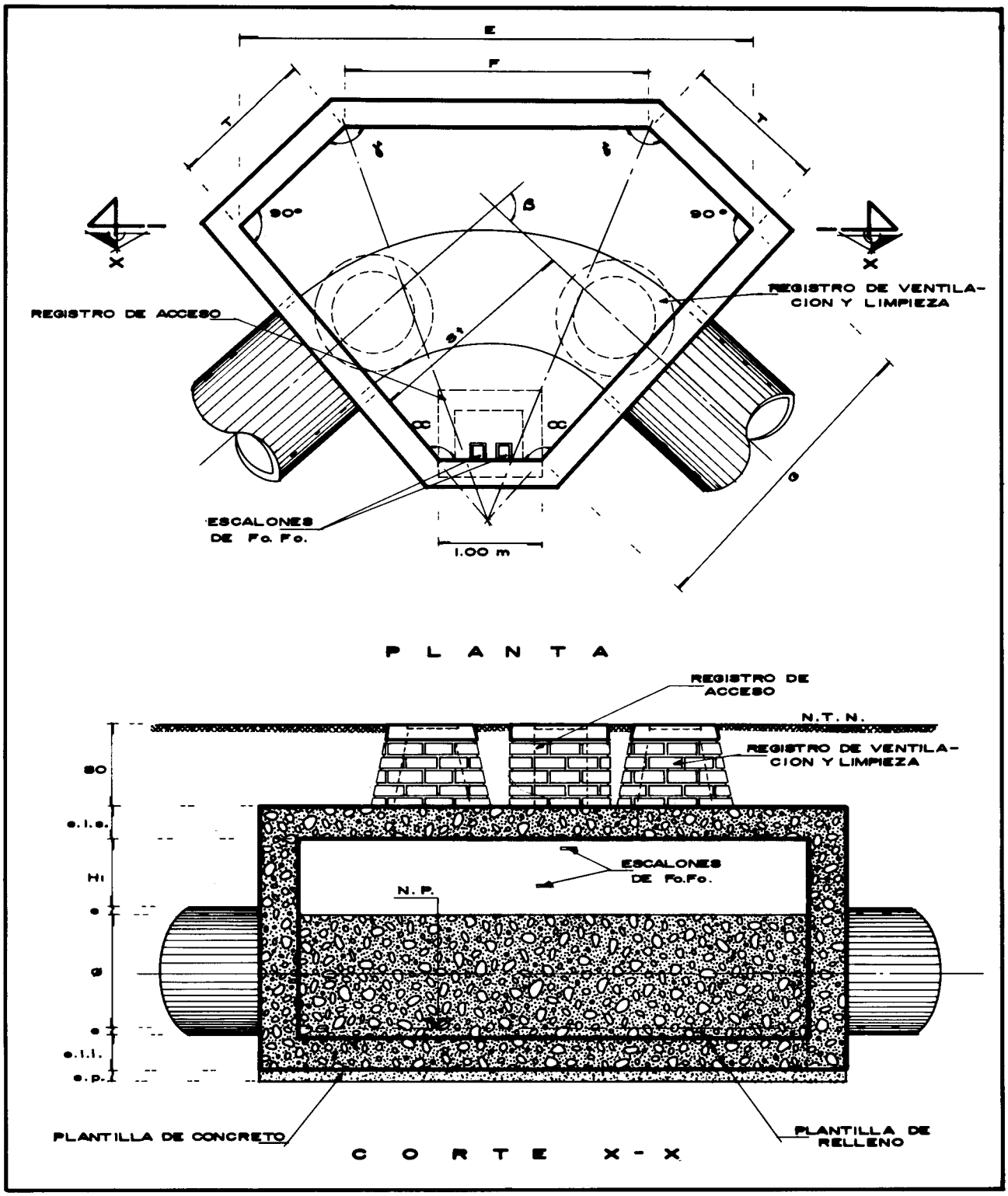


Fig 004-9 Diseño geométrico de cajas de deflexión. Hexagonal

004.A.03.a.01 *Misma vialidad.* Se localizará en la misma vialidad si se dispone de espacio suficiente entre el paño de construcción del cajón del Metro y el paramento de edificaciones (fig 004-16).

004.A.03.a.02 *Vialidad paralela.* Se aplicará lo descrito en 004.A.01.a.02 (fig 004-17).

004.A.03.b Acotaciones

004.A.03.b.01 *Misma vialidad.* La tubería podrá colocarse al centro del espacio entre el paño del Metro y el paramento de construcción, a una distancia libre S = B + 4.00 m entre paramento de construcción y tubería o a 4.00 m del paño del Metro. En cualquiera de las opciones la separación entre tubería y otras estructuras no será menor de 4.00 m (figs 004-18, 19 y 20).

004.A.03.b.02 *Vialidad paralela.* Se aplicarán los criterios expuestos en 004.A.01.b.02.

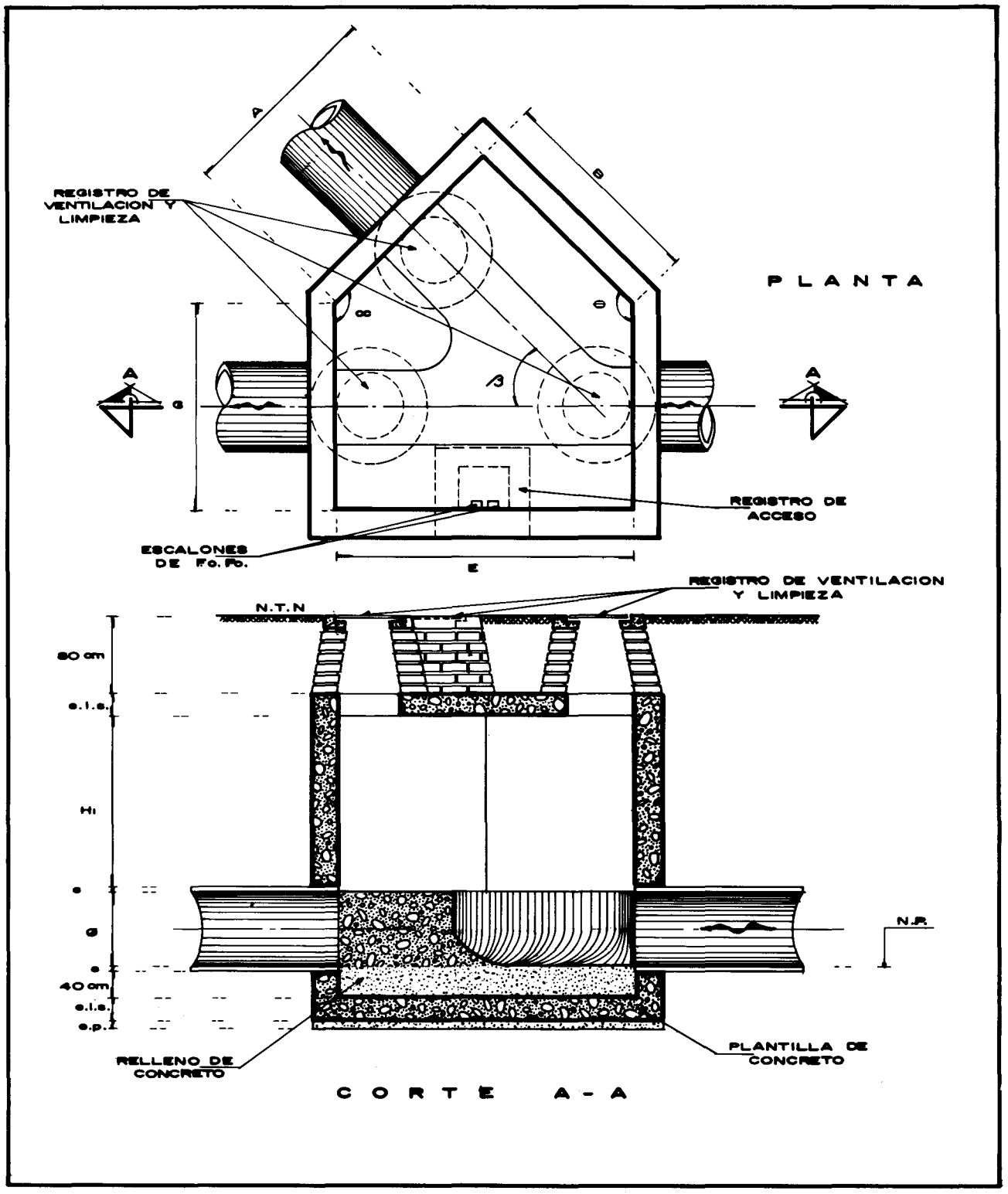


Fig 004-10 Diseño geométrico de cajas de conexión. Pentagonal

004.A.03.c Diámetro del colector en el desvío

Se aplicará lo descrito en 004.A.01.c.

004.A.03.d Pérdidas de carga

Se aplicará lo descrito en 004.A.01.d.

004.A.03.e Estructuras especiales

Se aplicará lo descrito en 004.A.01.e.

004.A.03.f Velocidades de proyecto

Se aplicará lo descrito en 004.A.01.f.

004.A.03.g Separación de estructuras en tangente

Se aplicará la tabla de la especificación 004.A.01.g.

004.A.03.h Colchones mínimos sobre colectores

Se aplicará lo descrito en 004.A.01.h.

004.A.04 INTERFERENCIA LONGITUDINAL DE COLECTOR CON METRO EN TUNEL

Se procederá a la elaboración precisa de planos en planta y perfil en que se indique la sobreposición de ambas instalaciones, para información a las áreas de Estructuras y Mecánica de Suelos. La tubería existente no será afectada (fig 004-21).

004.A.05 INTERFERENCIA TRANSVERSAL DE COLECTOR CON METRO EN VIADUCTO ELEVADO

004.A.05.a Trazo de desvío

004.A.05.a.01 *Misma vialidad.* Se reubicará en la misma vialidad si se dispone de suficiente espacio entre el paño de construcción del Metro y el paramento de edificaciones (fig 004-22).

004.A.05.a.02 *Vialidad paralela.* Cuando no sea aplicable la especificación 004.A.05.a.01, se localizará

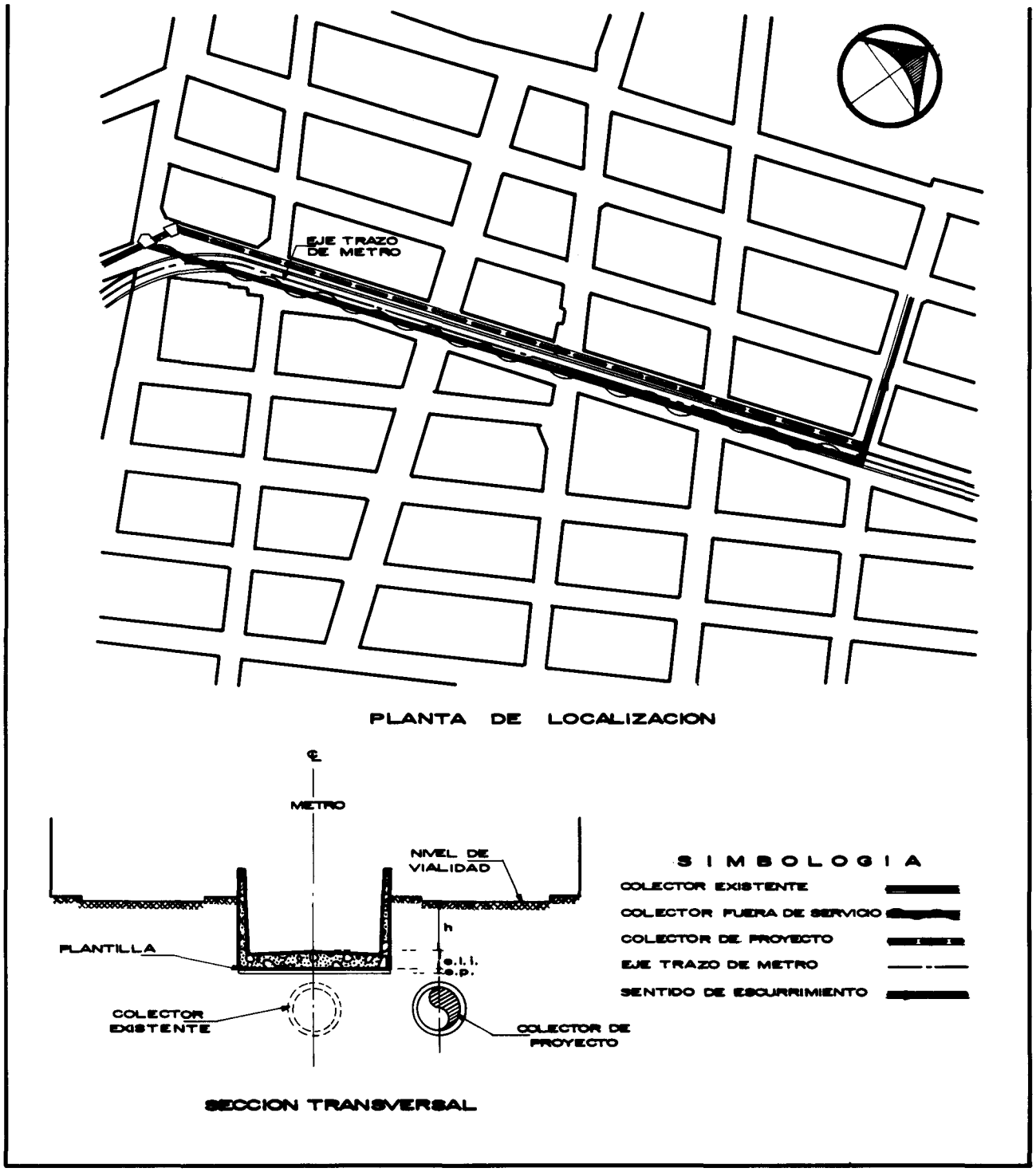


Fig 004-11 Metro superficial. Solución a interferencia longitudinal de colector. Opción en misma vialidad

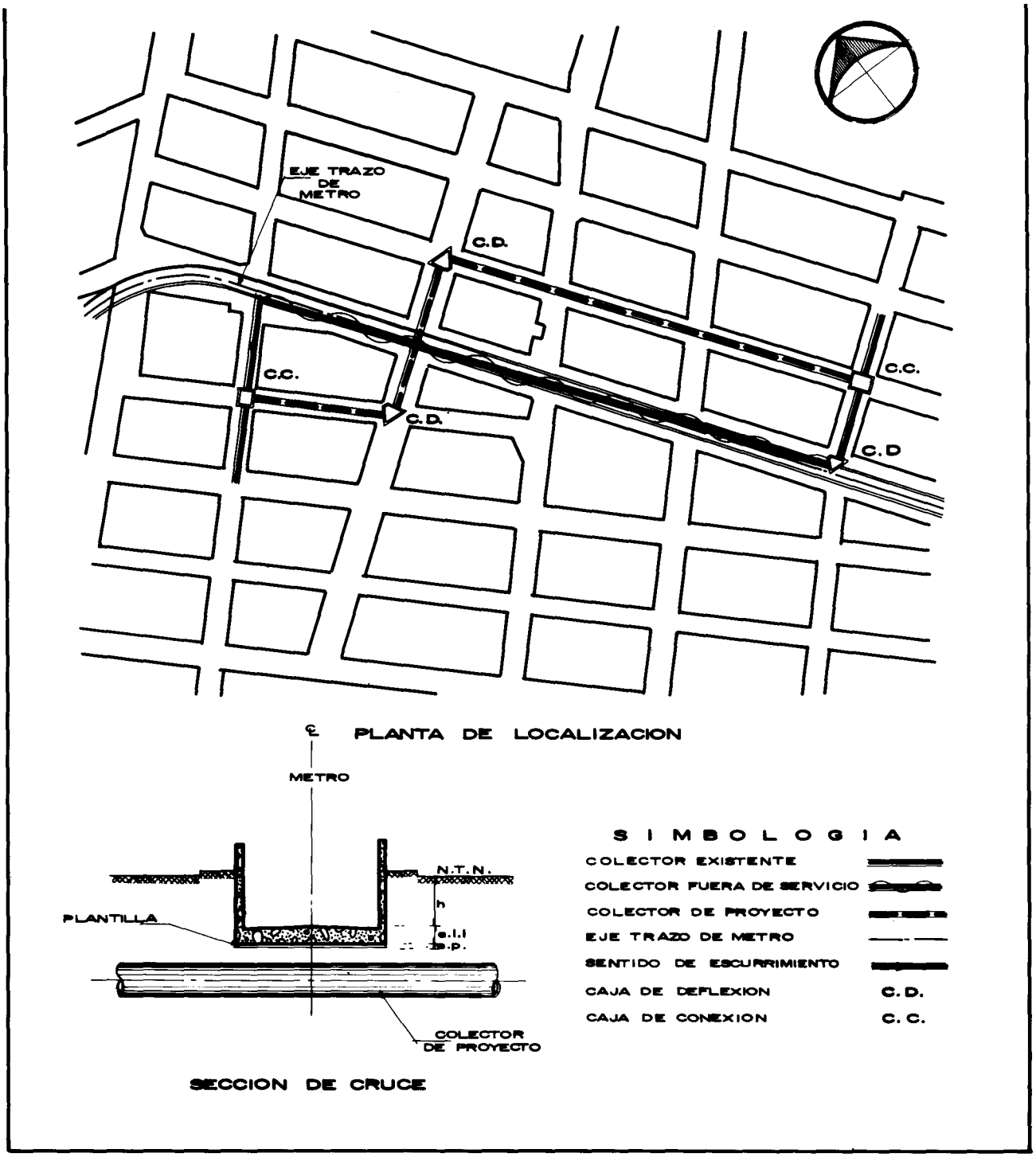


Fig 004-12 Metro superficial. Solución a interferencia longitudinal de colector. Opción en vialidad paralela

el trazo en la vialidad paralela apropiada (fig 004-23).

004.A.05.b Acotaciones

004.A.05.b.01 *Misma vialidad.* Se relocalizará a una distancia libre entre el paño del Metro y la costilla del colector de 4.00 metros.

004.A.05.b.02 *Vialidad paralela.* Se aplicará lo descrito en 004.A.01.b.02.

004.A.05.c Diámetro del colector en el desvío

Se aplicará lo descrito en 004.A.01.c.

004.A.05.d Pérdidas de carga

Se aplicará lo expuesto en 004.A.01.d.

004.A.05.e Estructuras especiales

Se aplicarán los criterios indicados en 004.A.01.e.

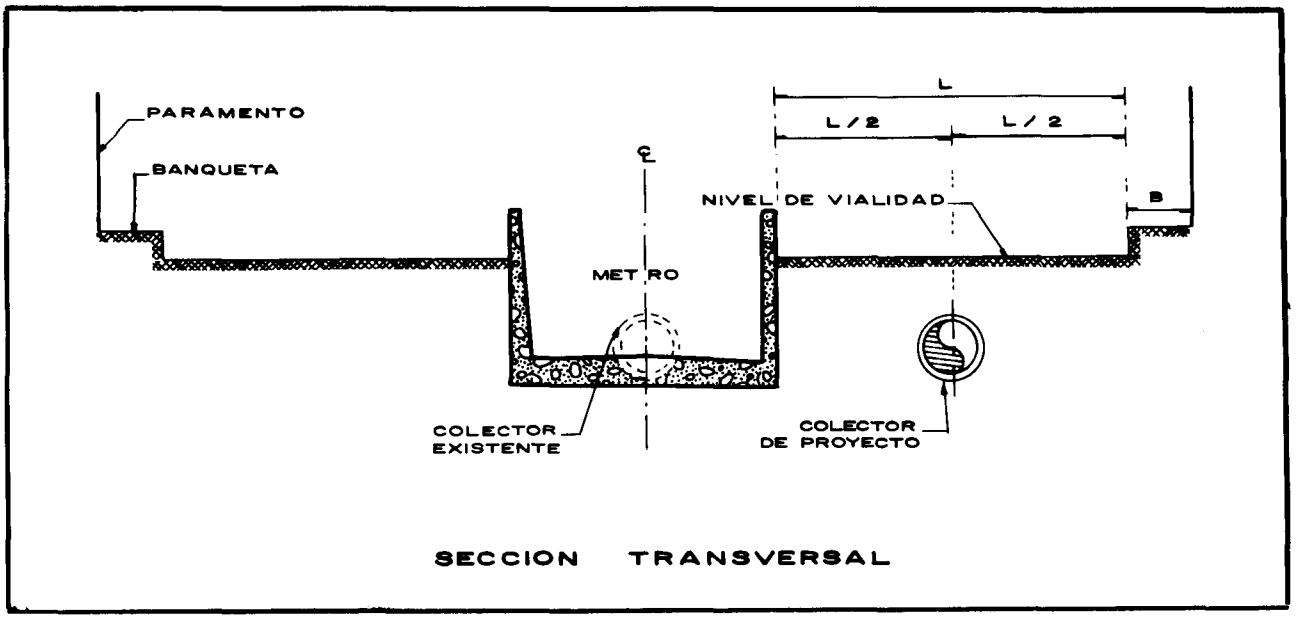


Fig 004-13 Metro superficial. Solución a interferencia longitudinal de colector. Acotaciones

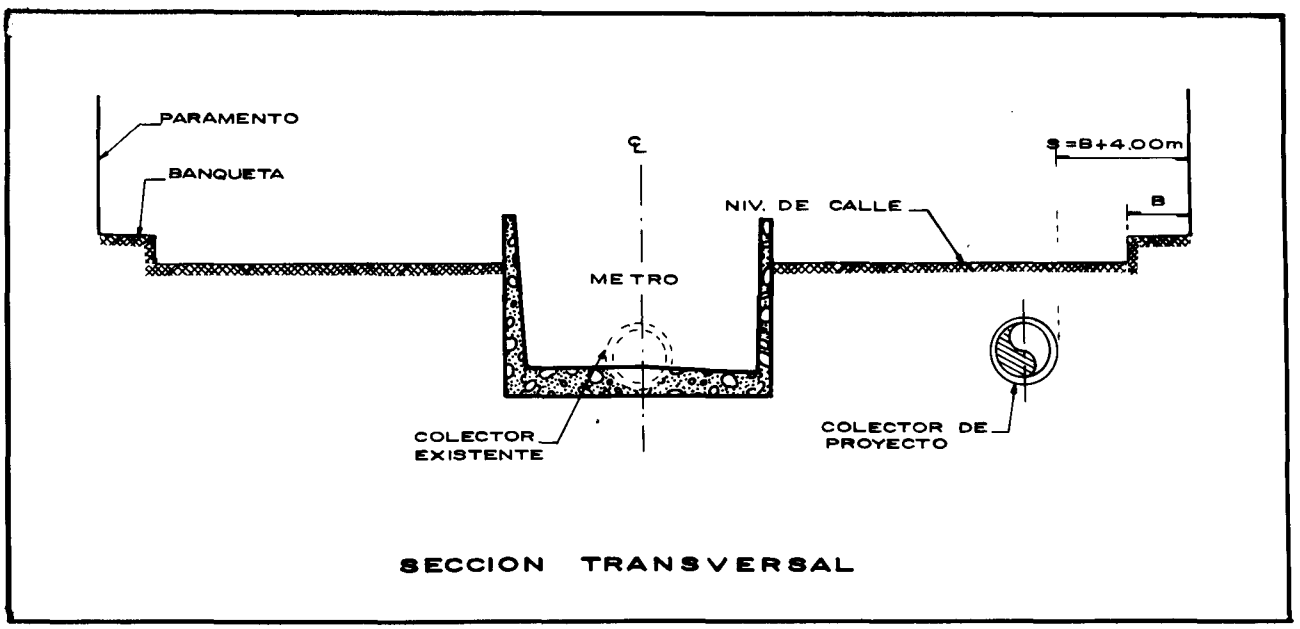


Fig 004-14 Metro superficial. Solución a interferencia longitudinal de colector. Acotaciones

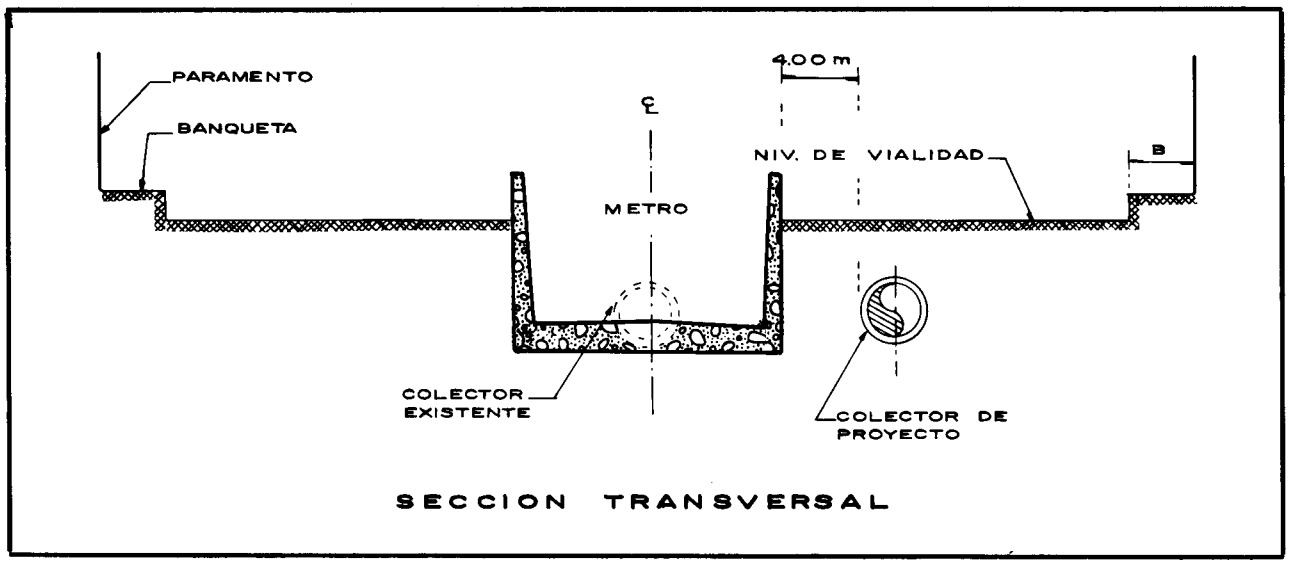


Fig 004-15 Metro superficial. Solución a interferencia longitudinal de colector. Acotaciones

004.A.05.f Velocidades de proyecto

Se aplicará lo indicado en 004.A.01.f.

004.A.05.g Separación de estructuras en tangente

Se aplicará la tabla de la especificación 004.A.01.g.

004.A.05.h Colchones mínimos sobre colectores

Se aplicará lo descrito en 004.A.01.h.

004.A.06 INTERFERENCIA TRANSVERSAL DE COLECTOR CON METRO SUPERFICIAL

004.A.06.a Primer caso

La sección de Metro interseca al colector existente (fig 004-24). La solución consiste en desviar el colector hasta donde el perfil del Metro permita el cruce de ambas estructuras.

004.A.06.a.01 *Trazo de desvío.* Si se dispone de espacio suficiente, una parte del desvío se alojará en la misma vialidad que el Metro; en caso contrario, se reubicará la tubería en vialidad paralela (figs 004-25 y 26).

004.A.06.a.02 *Acotaciones*

a) Misma vialidad

Se aplicará lo descrito en 004.A.03.b.01.

b) Vialidad paralela

Se aplicará lo descrito en 004.A.03.b.02.

004.A.06.a.03 *Diámetro del colector en el desvío.* Se aplicará lo descrito en 004.A.01.c.

004.A.06.a.04 *Pérdidas de carga.* Se aplicará lo descrito en 004.A.01.d.

004.A.06.a.05 *Estructuras especiales.* Se aplicará lo descrito en 004.A.01.e.

004.A.06.a.06 *Velocidades de proyecto.* Se aplicará lo descrito en 004.A.01.f.

004.A.06.a.07 *Separación de estructuras en tangente.* Se aplicará la tabla de la especificación 004.A.01.g.

004.A.06.a.08 *Colchones mínimos sobre colectores.* Se aplicará lo descrito en 004.A.01.h.

004.A.06.b Segundo caso

El espacio libre entre el colector y el desplante de la losa del Metro es menor de un metro. Se elaborará un plano detallado de localización y niveles de la tubería, para información a las áreas de Estructuras y Mecánica de Suelos los que dictaminarán la protección necesaria y el procedimiento constructivo adecuado (fig 004-27).

004.A.06.c Tercer caso

El espacio libre entre el colector y el desplante de la losa del Metro es mayor o igual que un metro. Se elaborará plano detallado de localización y niveles de la tubería para información a las áreas de Estructuras y Mecánica de Suelos. La tubería no será afectada.

004.A.07 INTERFERENCIA TRANSVERSAL DE COLECTOR CON METRO EN CAJON SUBTERRANEO

004.A.07.a Primer caso

El colector existente cruza sobre el cajón del proyecto Metro, sin intersecarlo. La solución consiste en sostenimiento o desvío corto.

004.A.07.a.01 *Sostenimiento.* El colector será soportado mediante un elemento estructural de sección "U" (fig 004-28).

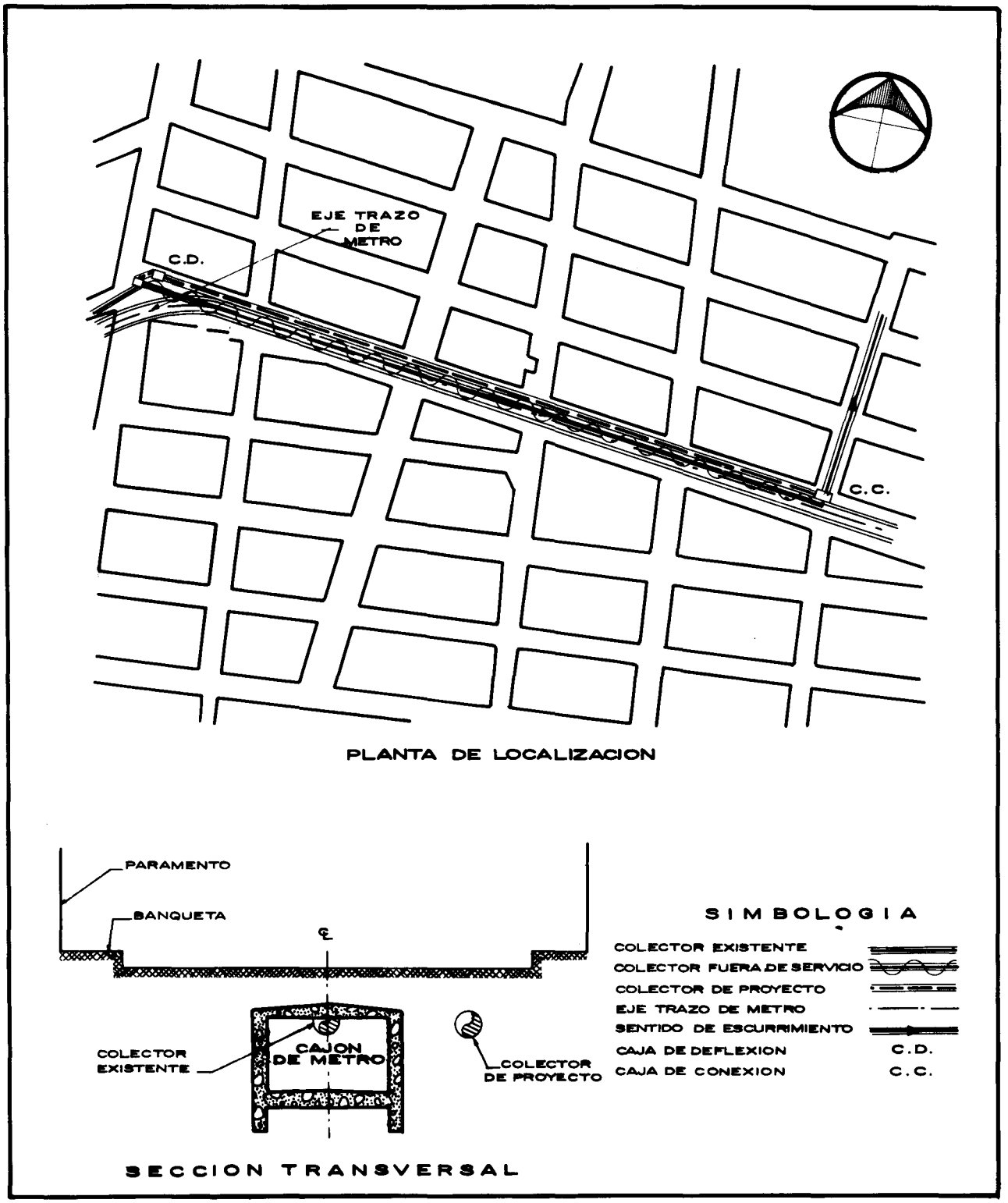


Fig 004-16 Metro en cajón subterráneo. Solución a interferencia longitudinal de colector. Opción en misma vialidad

004.A.07.a.02 *Desvío corto del colector*

a) Trazo de desvío

— Misma vialidad. Se reubicará en la misma vialidad si existe espacio suficiente entre el paño del colector existente y el paramento de construcciones.

— Vialidad paralela. En caso de no cumplirse la especificación anterior para la misma vialidad, se reubicará en la vialidad paralela apropiada.

b) Acotaciones

— Misma vialidad. La separación mínima entre

ejes de colector existente y colector de proyecto será de 3.50 veces el diámetro del conducto (fig 004-29).

— Vialidad paralela. Se aplicará lo expuesto en 004.A.01.b.02 (fig 004-30).

c) Diámetro del colector en el desvío

Se aplicará lo descrito en 004.A.01.c.

d) Pérdidas de carga

Se aplicará lo descrito en 004.A.01.d.

e) Estructuras especiales

Se aplicará lo descrito en 004.A.01.e.

f) Velocidades de proyecto

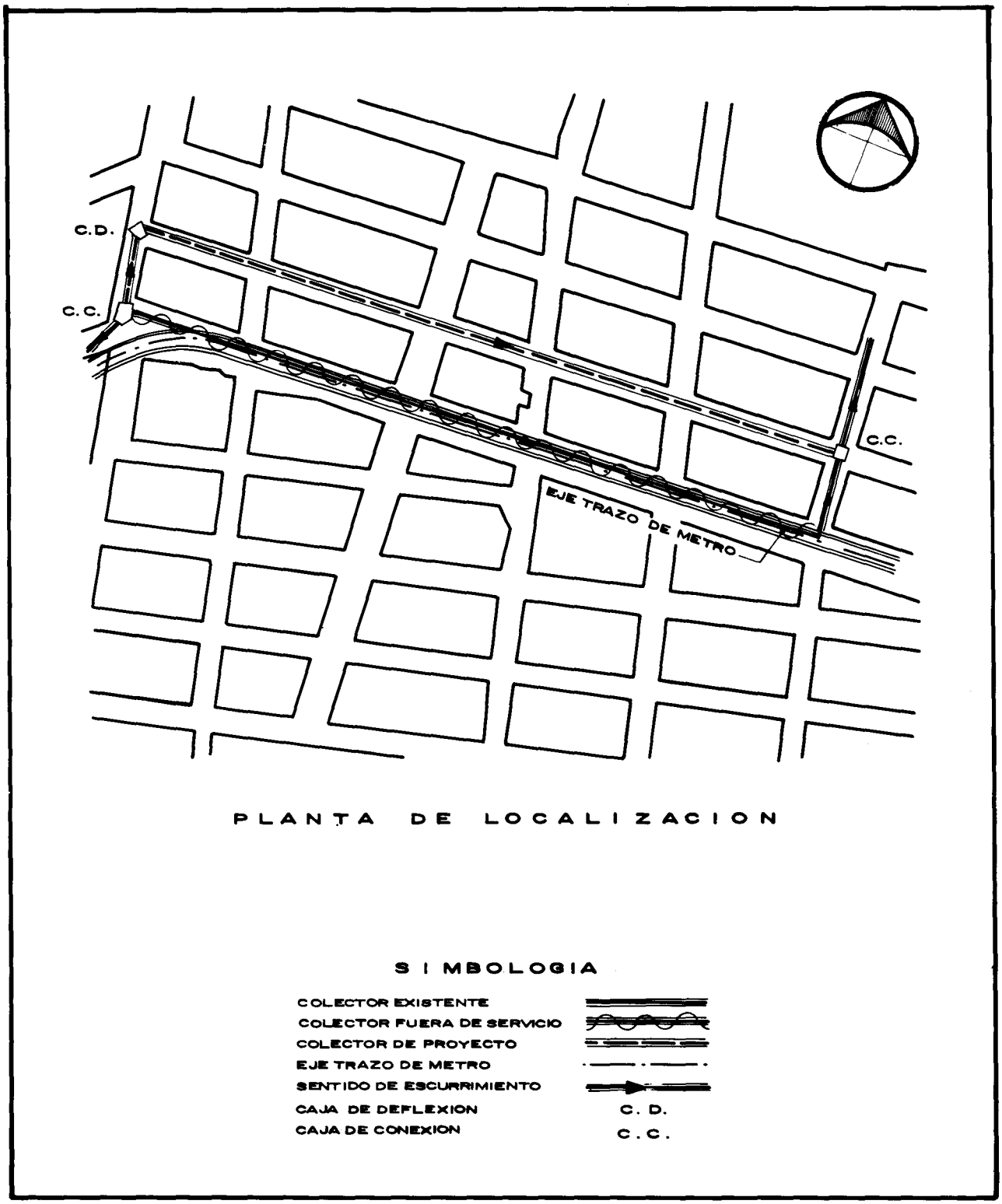


Fig 004-17 Metro en cajón subterráneo. Solución a interferencia longitudinal de colector. Opción en vialidad paralela

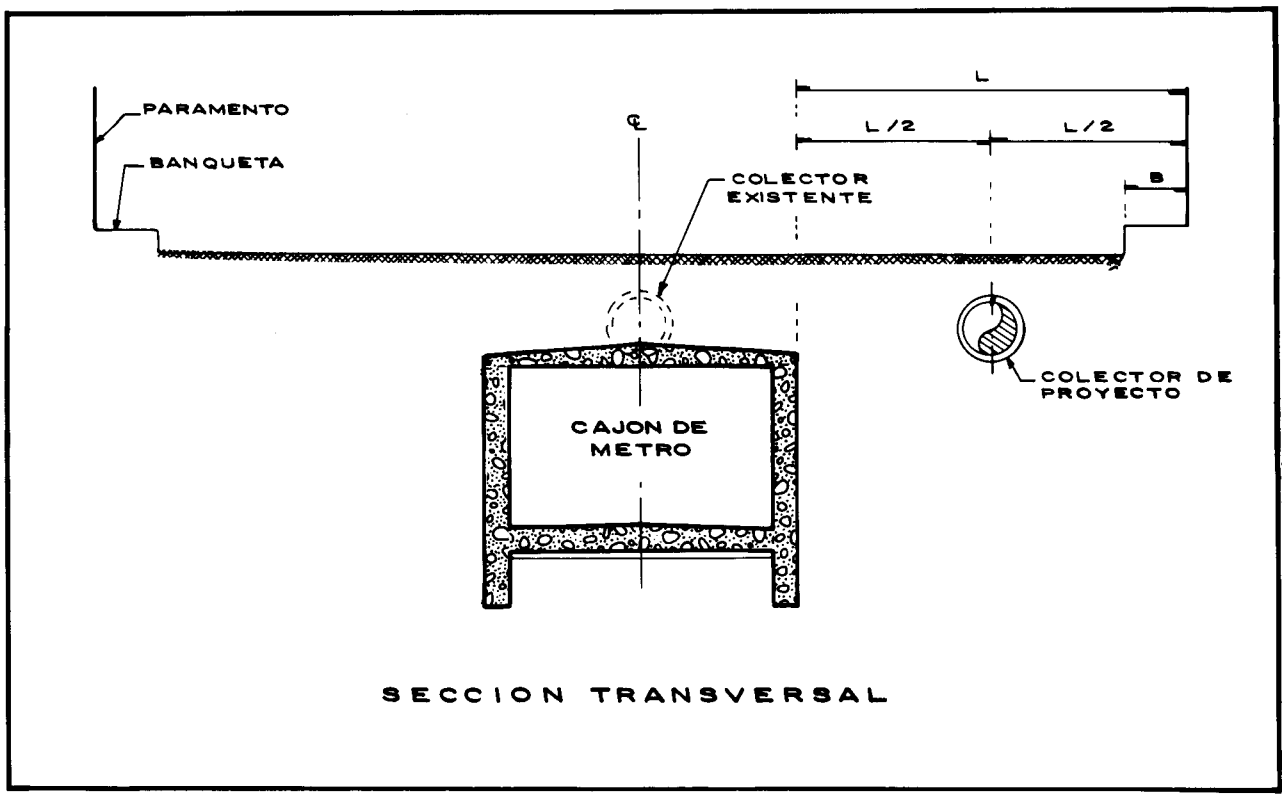


Fig 004-18 Metro en cajón subterráneo. Solución a interferencia longitudinal de colector. Acotaciones

Se aplicará lo descrito en 004.A.01.f.

g) Separación de estructuras en tangente

Se aplicará la tabla de la especificación 004.A.01.g.

h) Colchones mínimos sobre colectores

Se aplicará lo descrito en 004.A.01.h.

004.A.07.b Segundo caso

El colector existente, interseca la estructura de proyecto del Metro. La solución consiste en desvío largo con cruce sobre cajón de Metro o desvío con sifón.

004.A.07.b.01 *Desvío largo.* Se proyectará el desvío del colector hasta el sitio donde pueda cruzar sobre el cajón de Metro de proyecto, apegándose a la siguiente especificación:

a) Trazo de desvío

Se ajustará a lo indicado en 004.A.07.a.02(a) para vialidad paralela.

b) Acotaciones

Regirá lo indicado en 004.A.01.b.02.

c) Diámetro del colector en el desvío

Se aplicará lo descrito en 004.A.01.c.

d) Pérdidas de carga en el desvío

Regirá lo expuesto en 004.A.01.d.

e) Estructuras especiales

Se adoptarán los criterios indicados en 004.A.01.e.

f) Velocidades de proyecto

Deberán ajustarse a lo mencionado en 004.A.01.f.

g) Separación de estructuras en tangente

Se aplicará la tabla de la especificación 004.A.01.g.

h) Colchones mínimos sobre colectores

Se aplicará lo descrito en 004.A.01.h.

004.A.07.b.02 *Desvío con sifón.* Se efectuará el desvío en la misma vialidad o en vialidad paralela con sifón invertido para cruzar bajo el cajón de Metro.

a) Trazo de desvío en planta

Se ajustará a la especificación 004.A.07.a.02(a) (figs 004-31 y 32).

b) Trazo de desvío en elevación

El ángulo de inclinación en las rampas del sifón deberá ser $20° \leqq \Delta \leqq 60°$. La deflexión mayor de 60° se tratará como caso especial (figs 004-31 y 32).

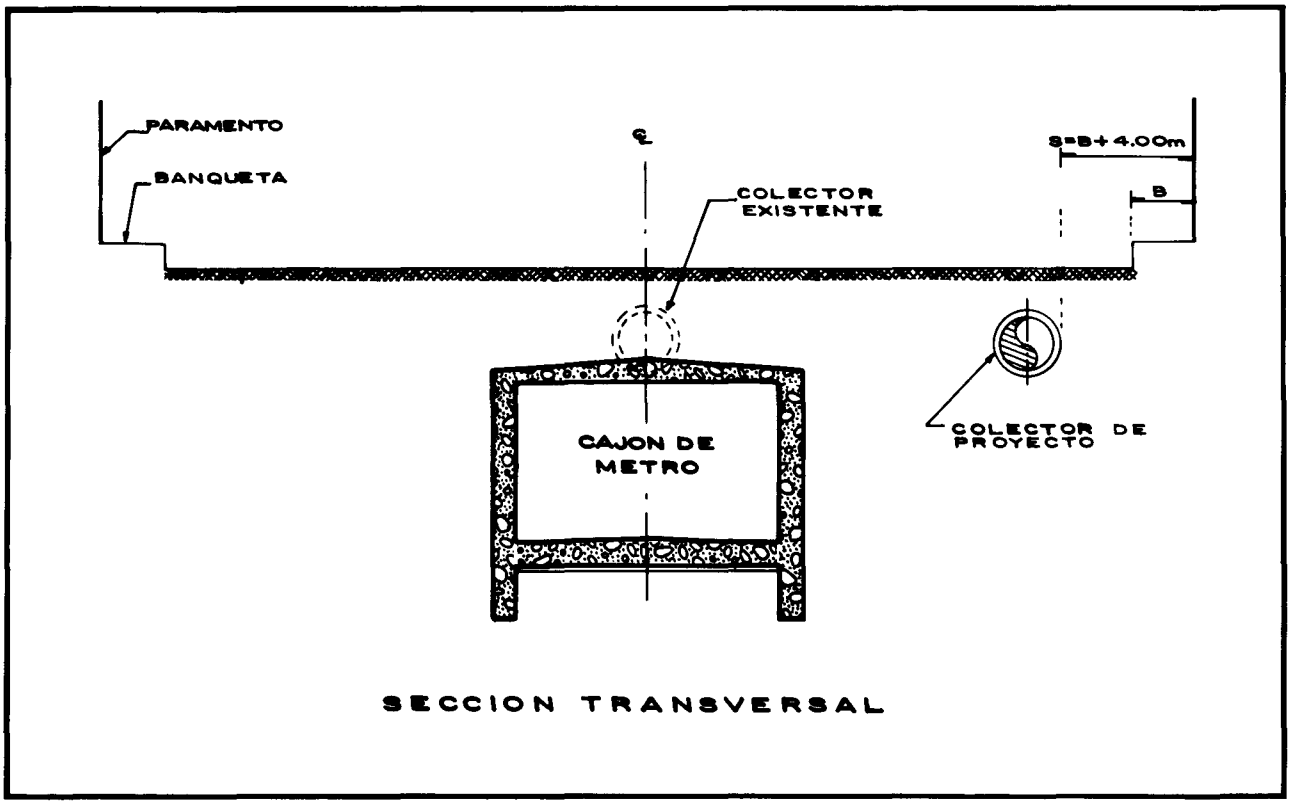


Fig 004-19 Metro en cajón subterráneo. Solución a interferencia longitudinal de colector. Acotaciones

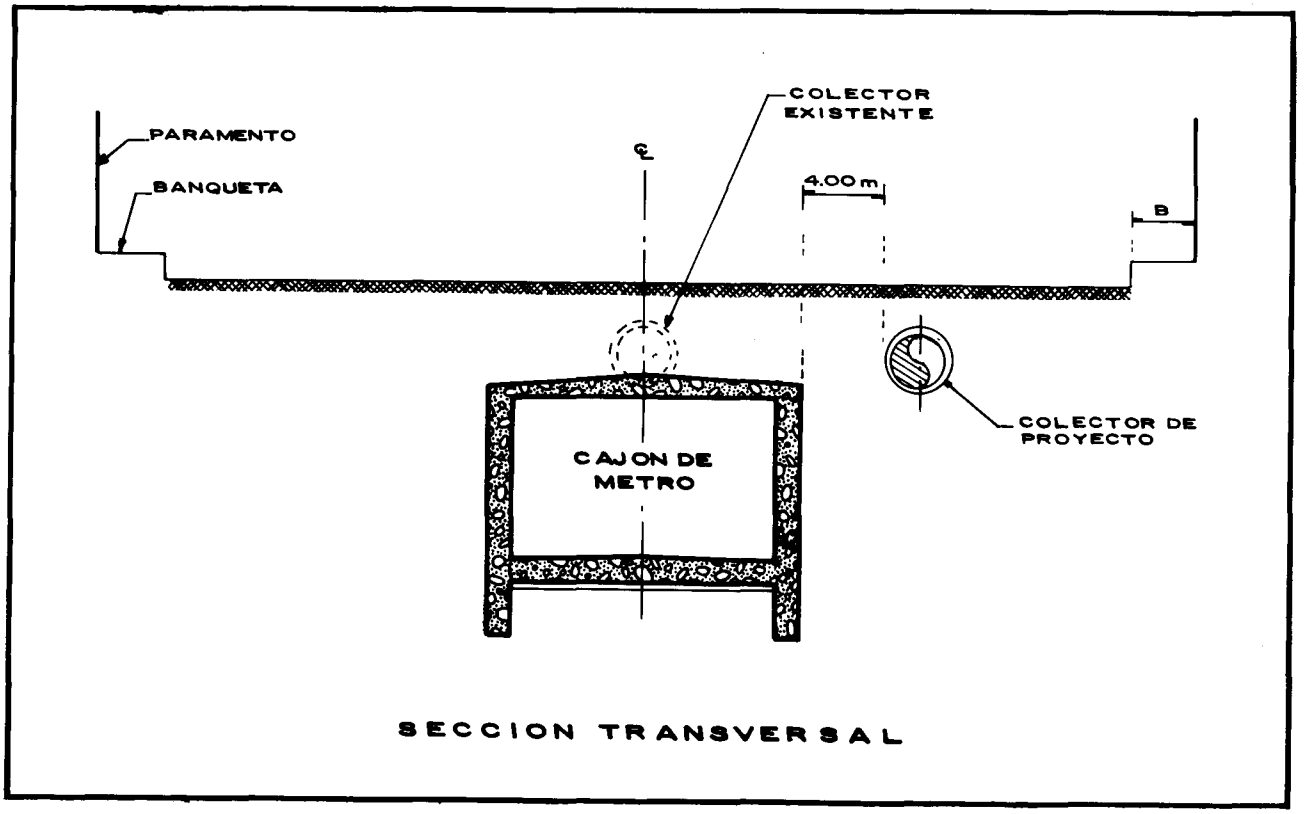


Fig 004-20 Metro en cajón subterráneo. Solución a interferencia longitudinal de colector. Acotaciones

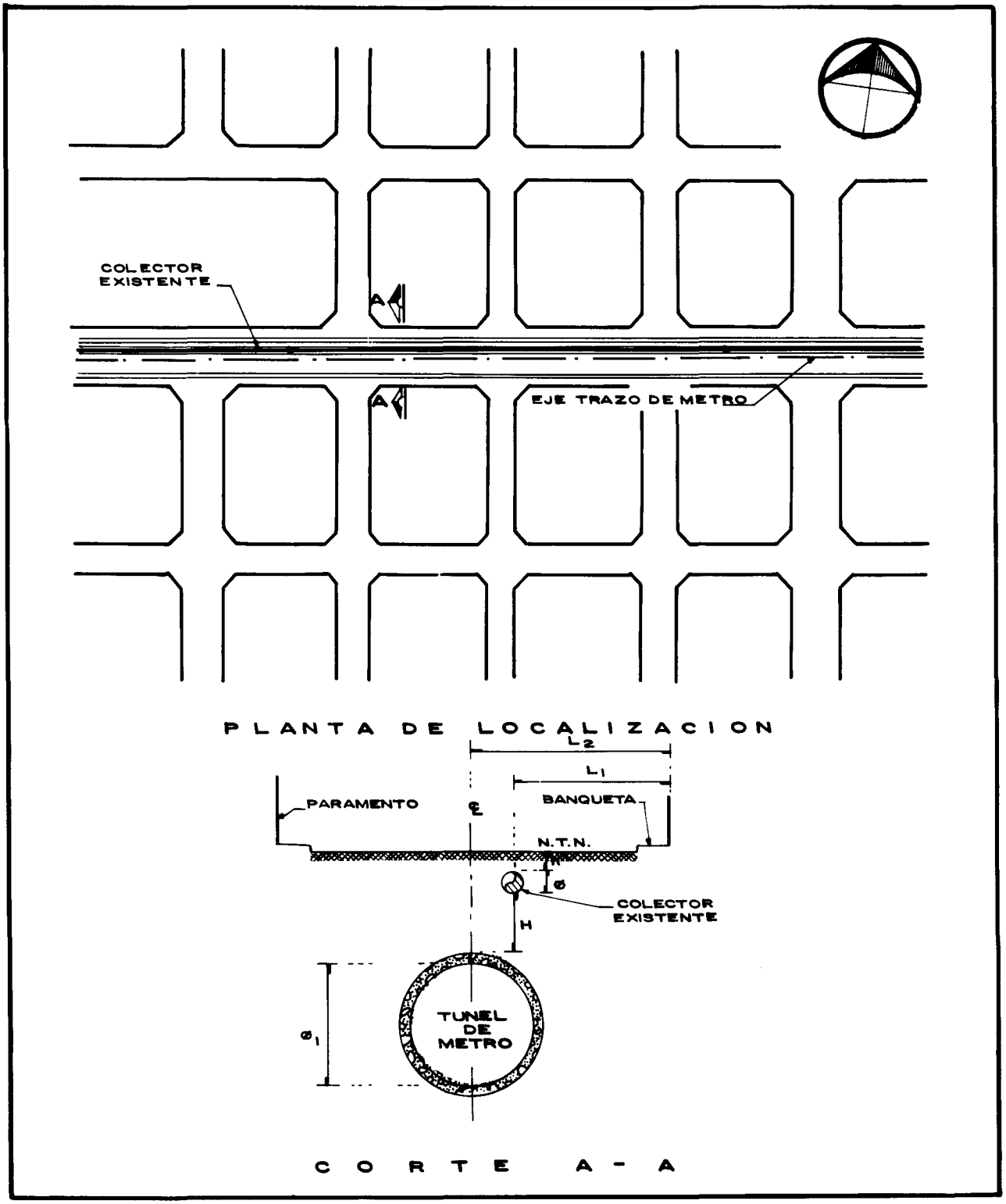


Fig 004-21 Metro en túnel. Interferencia longitudinal de colector. Acotaciones

c) Acotaciones

Se aplicará lo descrito en 004.A.07.a.02(b).

d) Determinación del diámetro del sifón

— Un sólo conducto. Se proyectará un sólo conducto del mismo diámetro del existente, en colectores de diámetro menor o igual a 1.22 m. Para colectores de 1.52 m y mayores, con pendiente general de 1/1000, se utilizará un solo conducto, del mismo diámetro, si como resultado de los aforos efectuados se obtiene que el gasto en época de estiaje cumple con lo siguiente:

Diámetro, en m	Mínimo porcentaje del gasto a tubo lleno
1.52	55
1.83	45
2.13	40
2.44	35
3.05	30

La condición anterior garantiza una velocidad mínima de 0.60 m/s de flujo en el sifón.

Para pendientes diferentes a la indicada se efectuarán análisis particulares del porcentaje requerido para cumplir con la velocidad mínima especificada en el sifón.

— Doble conducto. Se proyectará doble conducto cuando el análisis anterior para un solo conducto arroje velocidades menores de 0.60 m/s.

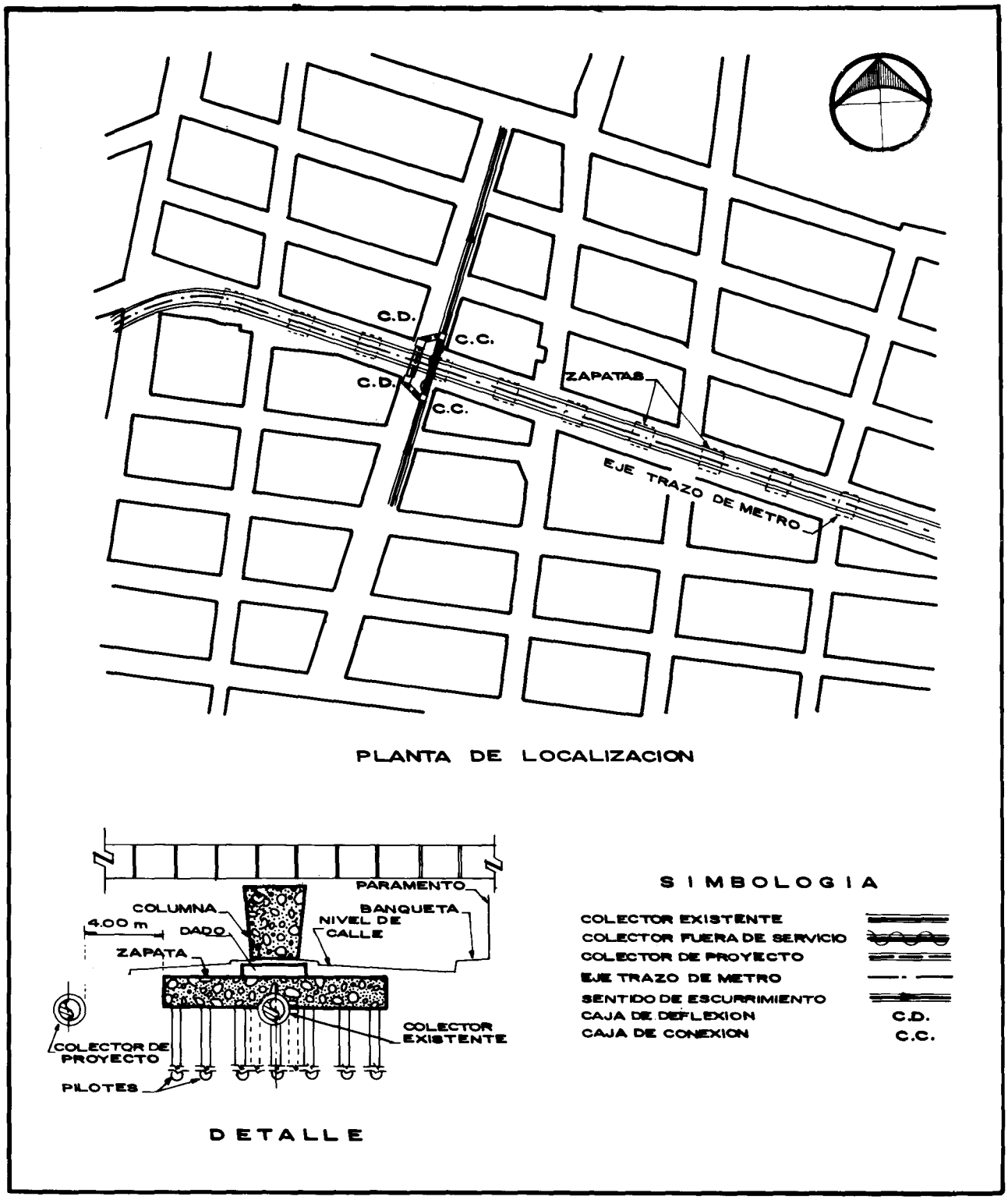


Fig 004-22 Metro en viaducto elevado. Solución a interferencia transversal de colector. Opción en misma vialidad

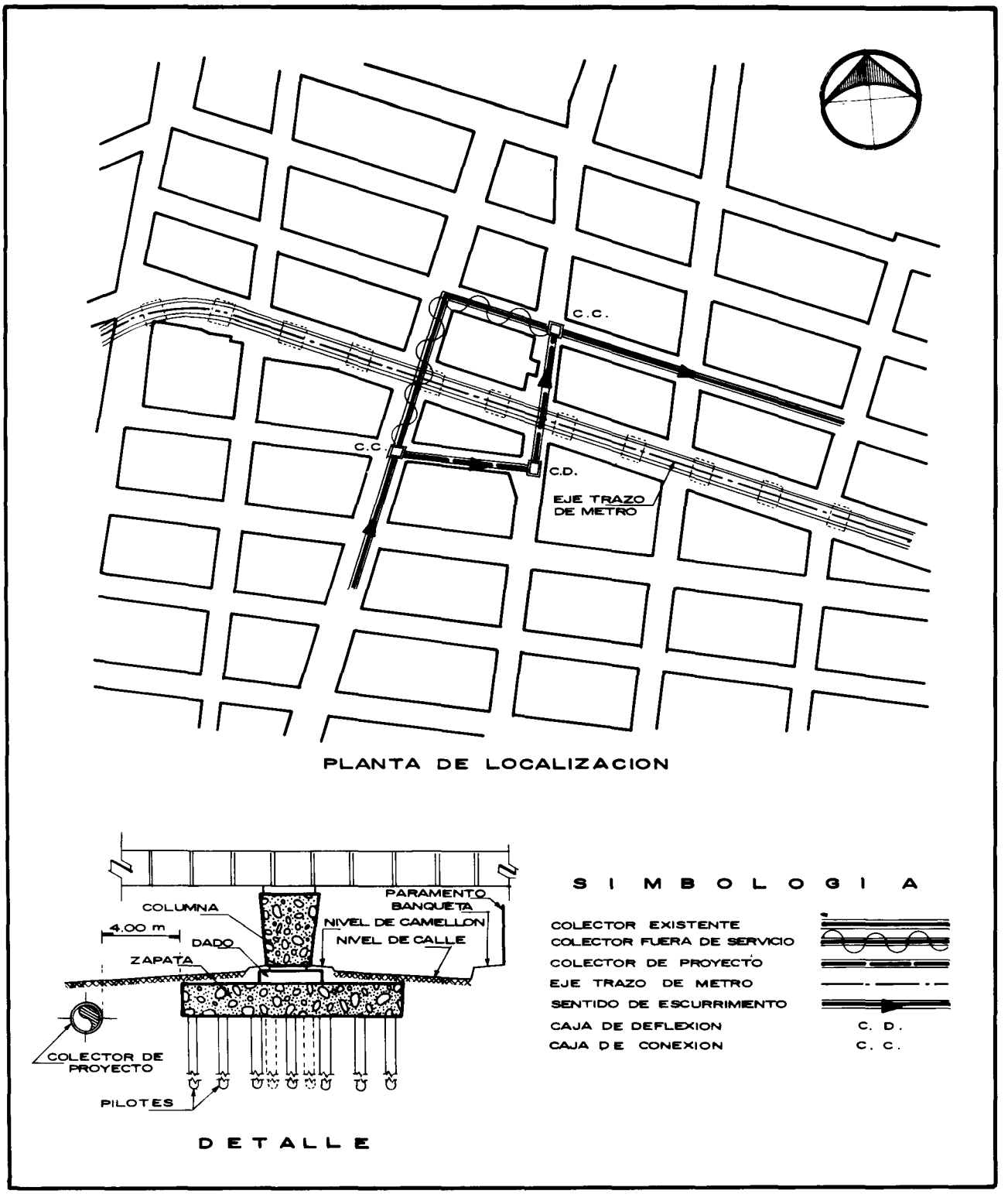


Fig 004-23 Metro en viaducto elevado. Solución a interferencia transversal de colector. Opción en vialidad paralela

El diámetro del conducto menor será el apropiado para conducir el gasto de estiaje a una velocidad mínima de 0.60 m/s. En ningún caso será menor de 0.91 metros.

El conducto mayor será del mismo diámetro que el colector existente.

e) Pérdidas de carga

Regirá lo expuesto en 004.A.01.d.

f) Estructuras especiales

Se aplicará lo descrito en 004.A.01.e.

004.A.07.c Tercer caso

El colector existente cruza bajo la estructura de pro-

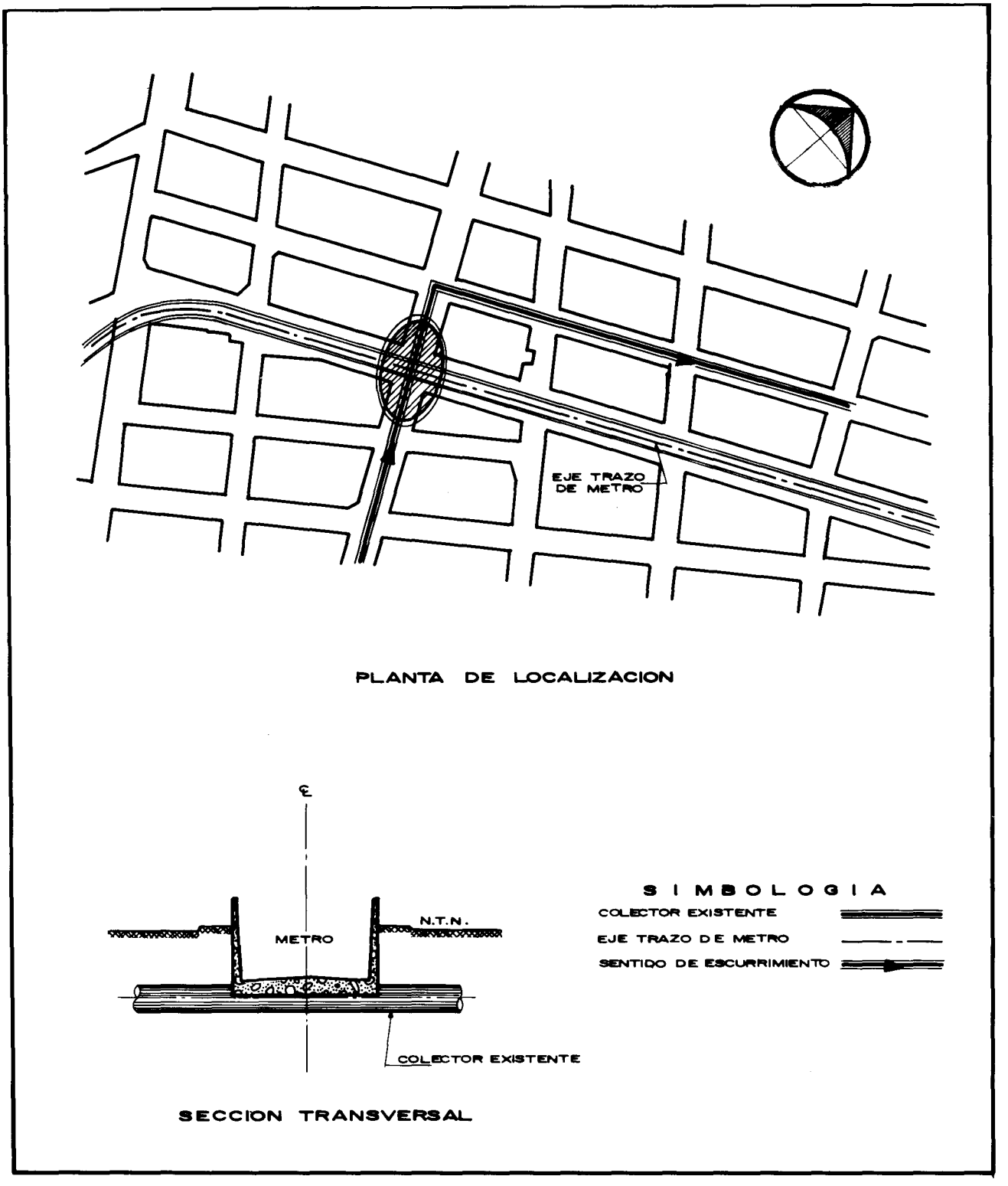


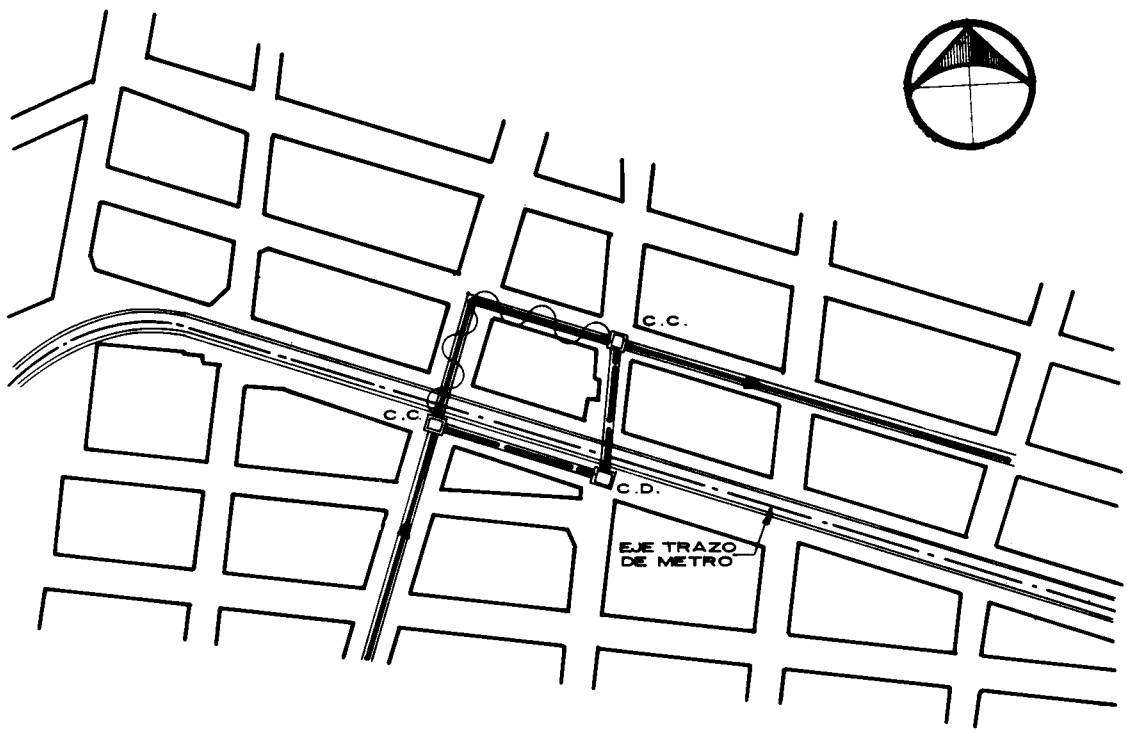
Fig 004-24 Metro superficial. Interferencia transversal de colector

yecto del Metro (fig 004-33).

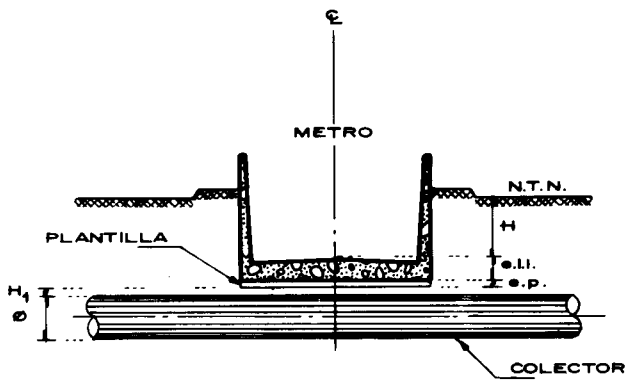
Se elaborará plano detallado, en planta y perfil, indicando la sobreposición de ambas instalaciones para información a las áreas de Estructuras y Mecánica de Suelos, los que dictaminarán la protección, en su caso, del colector existente.

004.A.08 INTERFERENCIA TRANSVERSAL DE COLECTOR CON METRO EN TUNEL

Se procederá a la elaboración precisa de planos, en planta y perfil para información a las áreas de Estructuras y Mecánica de Suelos. La tubería existente no será afectada (fig 004-34).



PLANTA DE LOCALIZACION



DETALLE DE CRUCE

S I M B O L O G I A

COLECTOR EXISTENTE	
COLECTOR FUERA DE SERVICIO	
COLECTOR DE PROYECTO	
EJE TRAZO DE METRO	
SENTIDO DE ESCURRIMIENTO	
CAJA DE DEFLEXION	C.D.
CAJA DE CONEXION	C.C.

Fig 004-25 Metro superficial. Solución a interferencia transversal de colector. Opción en vialidad paralela

004.B ATARJEAS

Se consideran en esta clasificación los conductos utilizados para recolección de aguas negras y pluviales, cuyo diámetro sea menor de 0.60 metros.

Los diámetros comúnmente usados en la Ciudad de México son: 0.30, 0.38 y 0.45 m, siendo el primero de éstos el mínimo aceptable.

El tipo de tubería por utilizar, así como las especificaciones que deben cumplir los materiales son los siguientes:

— Concreto simple: Deberá cumplir la especificación 4.01.01.017.A de COVITUR.

— Otros materiales: Sólo los aprobados por la DGCOH.

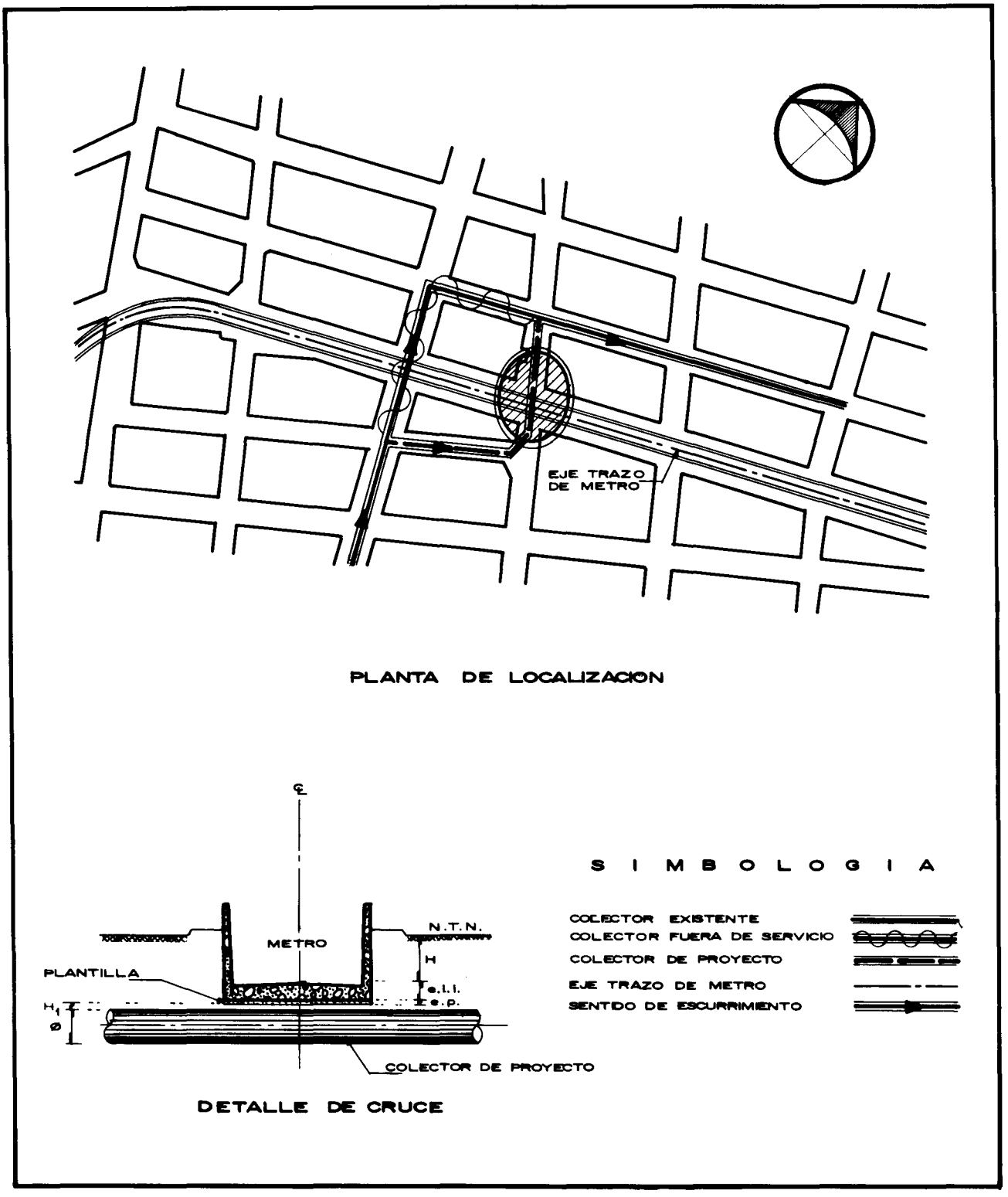


Fig 004 - 26 Metro superficial. Solución a interferencia transversal de colector. Opción en vialidad paralela

Para reposición de descargas domiciliarias y de coladeras pluviales, afectadas por las obras del Metro, regirán las especificaciones de planos tipo de la DGCOH.

004.B.01 INTERFERENCIA LONGITUDINAL DE ATARJEA CON METRO EN VIADUCTO ELEVADO

004.B.01.a Trazo de desvío

Tratándose de vialidad con camellón central, en que se aloje el trazo de Metro en viaducto elevado, con atarjea existente localizada en el mismo camellón, se solucionará la interferencia mediante dos atarjeas en la misma vialidad, para dar servicio a cada paramento de construcción (fig 004-35).

004.B.01.b Acotaciones

Deberá localizarse el eje de atarjeas, a una distancia mínima S = B + 1.80 m (fig 004-35).

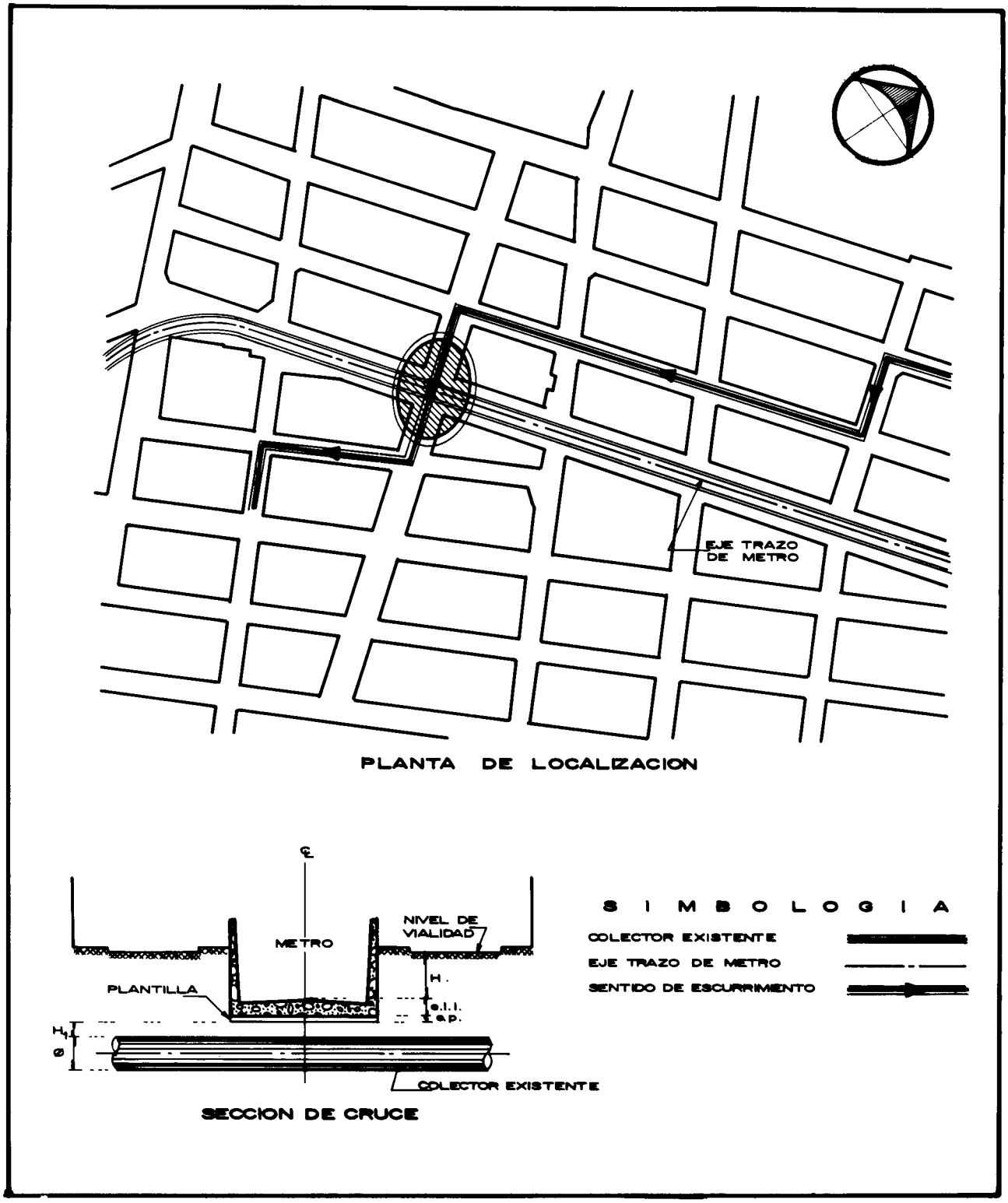


Fig 004-27 Metro superficial. Interferencia transversal de colector

004.B.01.c Diámetro de atarjeas en el desvío

— Cuando menos una de las dos atarjeas de proyecto tendrá el mismo diámetro en la existente siempre y cuando se cumpla lo siguiente: que $S_2/S_1 \geq 0.8$, donde:

S_1 Pendiente de la atarjea existente

S_2 Pendiente resultante en el desvío

Para $S_2/S_1 < 0.8$ deberá aumentarse el diámetro aplicando el criterio de la especificación 003.A. 01.c.02(a).

— La atarjea adicional a la indicada anteriormente podrá cabecearse en el diámetro mínimo especificado.

— Cambiará el diámetro de las atarjeas de desvío, cuando reciban otras aportaciones (fig 004-36).

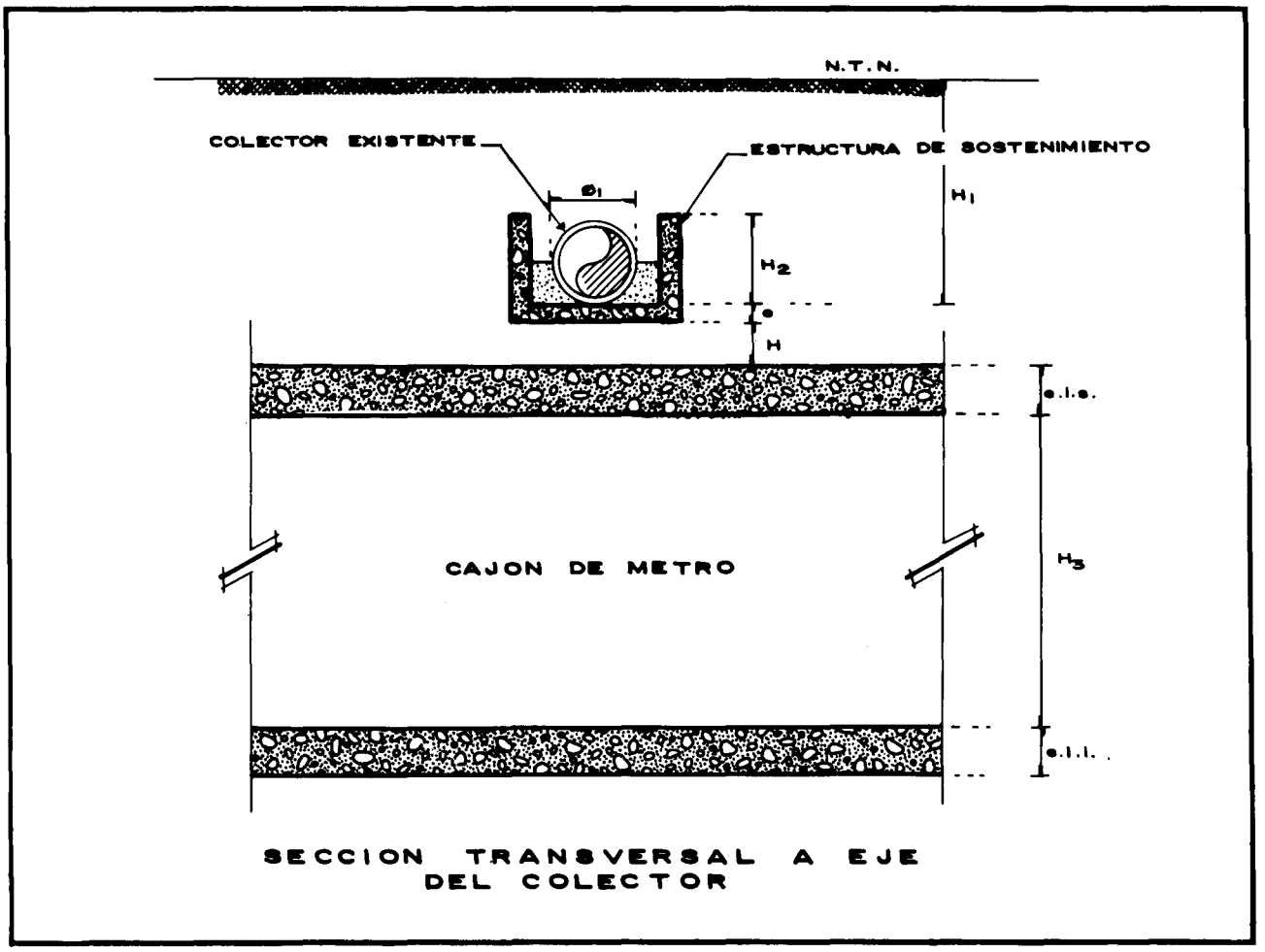


Fig 004-28 Metro en cajón subterráneo. Solución a interferencia transversal de colector. Opción conservando el colector ensusitio

En este caso:

I. $Q_1 = f(D_1, S_1)$; $Q_2 = f(D_2, S_2)$;

$Q_3 = f(D_3, S_3)$

II. $D_1' = f(Q_1, S_1')$; $D_2' = f[(Q_1 + Q_2), S_2']$;

$D_3' = f[(Q_1 + Q_2 + Q_3), S_3']$

La obtención de los gastos y diámetros se hará de acuerdo a lo arriba indicado.

004.B.01.d Pérdidas de carga en el desvío

Se aplicará lo descrito en 004.A.01.d.

004.B.01.e Estructuras especiales

El proyecto incluirá pozos de visita en cambios de dirección y en tangente, así como registros de acceso, ventilación y limpieza, escalones, brocales y tapas, cuyas características correspondan a lo especificado en planos tipo de la DGCOH.

004.B.01.f Velocidades de proyecto

Se aplicará el criterio establecido en 004.A.01.f.

004.B.01.g Separación de estructuras en tangente

La separación máxima entre pozos de visita deberá ajustarse a la tabla siguiente:

Diámetro, en m	Separación máxima, en m
0.30	60
0.38	60
0.45	60

004.B.01.h Colchones mínimos sobre atarjeas

El colchón mínimo sobre atarjeas será de 1.20 metros.

004.B.02 INTERFERENCIA LONGITUDINAL DE ATARJEA CON METRO SUPERFICIAL

004.B.02.a Trazo de desvío

Se solucionará la interferencia mediante dos atarjeas, localizadas a cada lado de la vialidad, para dar servicio a los dos paramentos, en forma independiente (fig. 004-37).

004.B.02.b. Acotaciones

Tratándose de vialidad con camellón central, en que se aloje el Metro, deberá localizarse el eje de atarjea, a una distancia mínima S = B + 1.80 m (fig 004-37).

004.B.02.c Diámetro de atarjea en el desvío

Se aplicará lo descrito en 004.A.01.c.

004.B.02.d Pérdidas de carga en el desvío

Se aplicará lo descrito en 004.A.01.d.

004.B.02.e Estructuras especiales

Se aplicará lo descrito en 004.B.01.e.

004.B.02.f Velocidades de proyecto

Se aplicará lo descrito en 004.A.01.f.

004.B.02.g Separación de estructuras en tangente

Se aplicará lo descrito en 004.B.01.g.

004.B.02.h Colchones mínimos sobre atarjeas

Se aplicará lo descrito en 004.B.01.h.

004.B.03 INTERFERENCIA LONGITUDINAL DE ATARJEA CON METRO EN CAJON SUBTERRANEO

004.B.03.a Trazo de desvío

Se solucionará la interferencia mediante dos atarjeas, localizadas a cada lado de la vialidad, para dar servicio a los dos paramentos, en forma independiente (fig 004-38).

004.B.03.b Acotaciones

Deberá localizarse el eje de atarjeas a una distancia mínima S = B + 1.80 m (fig 004-38).

En caso de no cumplirse la condición anterior, podrán localizarse las atarjeas sobre el cajón del Metro.

004.B.03.c Diámetro de atarjeas en el desvío

Se aplicará lo descrito en 004.B.01.c.

004.B.03.d Pérdidas de carga en el desvío

Se aplicará lo descrito en 004.A.01.d.

004.B.03.e Estructuras especiales

Se aplicará lo descrito en 004.B.01.e.

004.B.03.f Velocidades de proyecto

Se aplicará lo descrito en 004.A.01.f.

004.B.03.g Separación de estructuras en tangente

Se aplicará lo descrito en 004.B.01.g.

004.B.03.h Colchones mínimos sobre atarjeas

Se aplicará lo descrito en 004.B.01.h.

004.B.04 INTERFERENCIA LONGITUDINAL DE ATARJEA CON METRO EN TUNEL

Se procederá a la elaboración de planos en planta y perfil, en que se indique la sobreposición de ambas instalaciones, para información a las áreas de Estructuras y Mecánica de Suelos. La tubería no será afectada (fig 004-39).

004.B.05 INTERFERENCIA TRANSVERSAL DE ATARJEA CON METRO EN VIADUCTO ELEVADO

004.B.05.a Trazo de desvío

Se proyectará desvío corto en la misma vialidad librando la estructura del Metro con que se interfiere (fig 004-40).

004.B.05.b Acotaciones

Se relocalizará a 1.80 m como mínimo de la guarnición de banqueta (fig 004-40).

004.B.05.c Diámetro de atarjea en el desvío

Se efectuará el desvío con el mismo diámetro de la atarjea existente.

004.B.05.d Pérdidas de carga en el desvío

Se aplicará lo descrito en 004.A.01.d.

004.B.05.e Estructuras especiales

Se aplicará lo descrito en 004.B.01.e.

004.B.05.f Velocidades de proyecto

Se aplicará lo descrito en 004.A.01.f.

004.B.05.g Separación de estructuras en tangente

Se aplicará lo descrito en 004.B.01.g.

004.B.05.h Colchones mínimos sobre atarjeas

Se aplicará lo descrito en 004.B.10.h.

004.B.06 INTERFERENCIA TRANSVERSAL DE ATARJEA CON METRO SUPERFICIAL

004.B.06.a Primer caso

La atarjea existente interseca la estructura del Metro. Se solucionará mediante desvío y cruce bajo estructura del Metro (fig 004-41).

004.B.06.a.01 *Trazo de desvío.* Se proyectará desvío paralelo al trazo del Metro, cruzando bajo éste donde el perfil lo permita, hasta conectarse a la misma atarjea o a un colector cuya situación haya sido resuelta.

Deberán incluirse las atarjeas necesarias para dar servicio a todo paramento que resulte afectado (fig 004-42).

004.B.06.a.02 *Acotaciones.* Se alojarán las atarjeas de proyecto a una distancia mínima S = B + 1.80 metros.

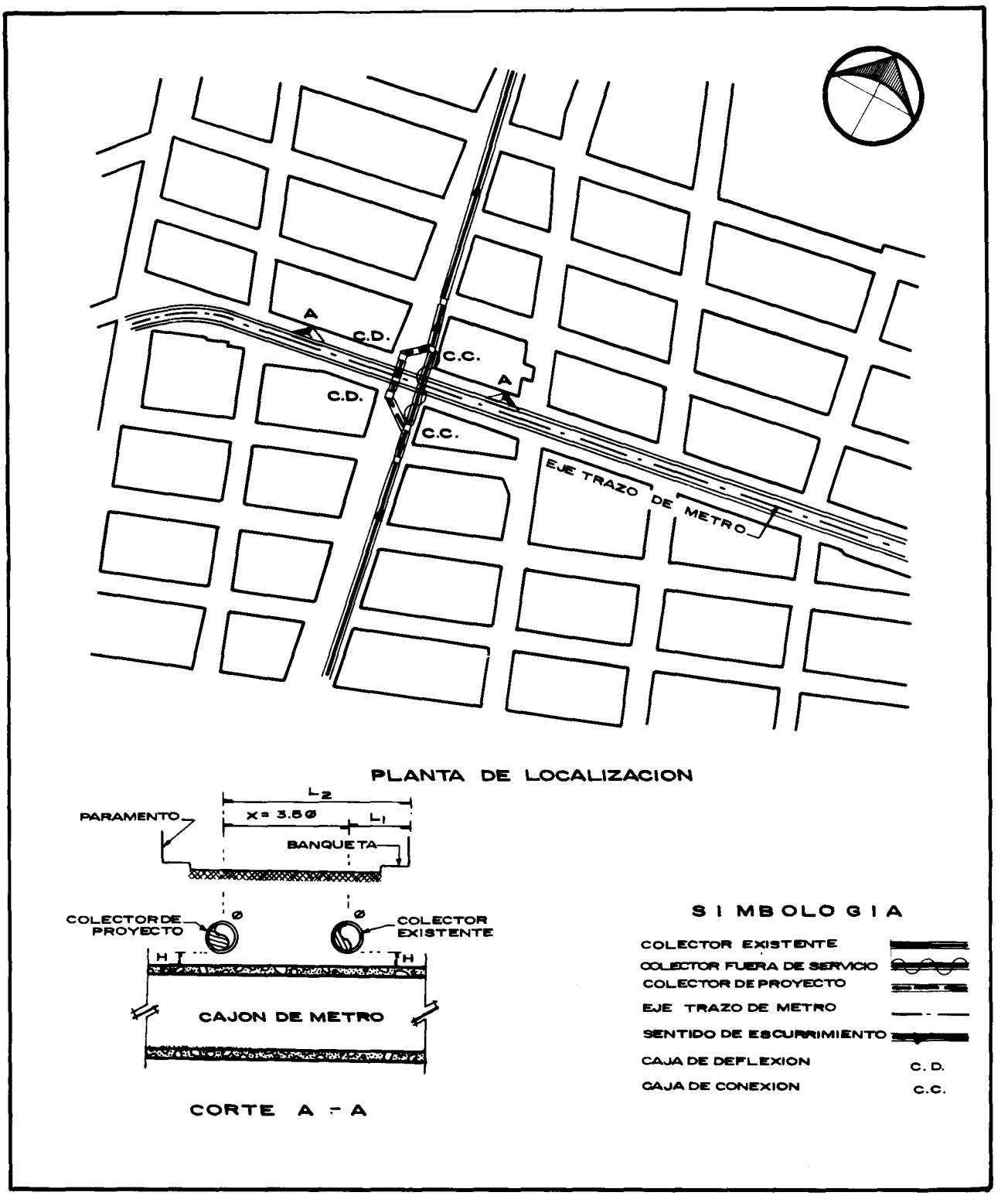


Fig 004-29 Metro en cajón subterráneo. Solución a interferencia transversal de colector. Opción en misma vialidad

004.B.06.a.03 *Diámetro de atarjea en el desvío.* Se aplicará lo descrito en 004.B.01.c o 004.B.05.c, según sea el caso.

004.B.06.a.04 *Pérdidas de carga en el desvío.* Se aplicará lo descrito en 004.A.01.d.

004.B.06.a.05 *Estructuras especiales.* Se aplicará lo descrito en 004.B.01.e.

004.B.06.a.06 *Velocidades de proyecto.* Se aplicará lo descrito en 004.A.01.f.

004.A.06.a.07 *Separación de estructuras en tangente.* Se aplicará lo descrito en 004.B.01.g.

004.B.06.a.08 *Colchones mínimos sobre atarjeas.* Se aplicará lo descrito en 004.B.01.h.

004.B.06.b Segundo caso

El espacio libre entre la atarjea y el desplante de la

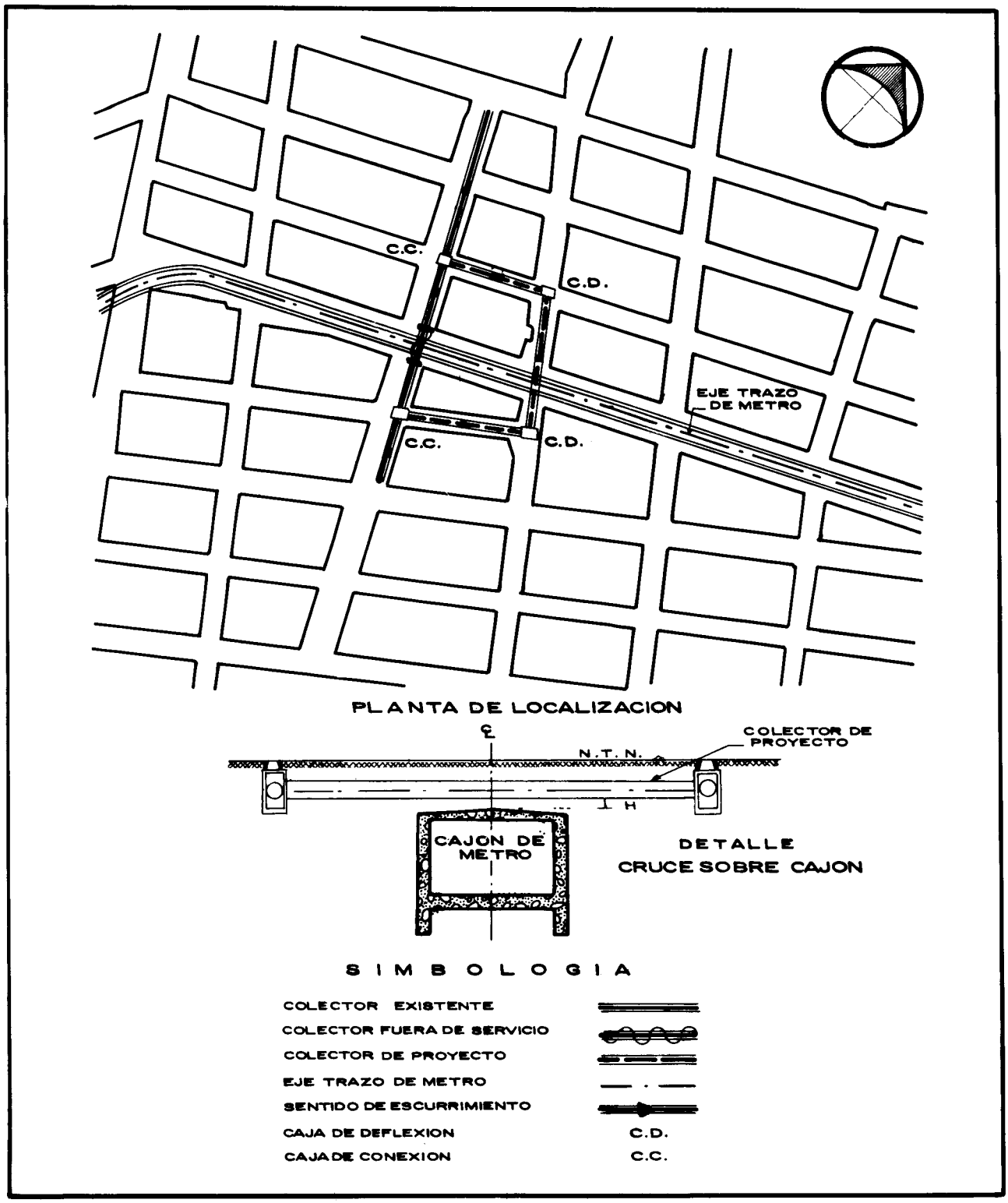


Fig 004-30 Metro en cajón subterráneo. Solución a interferencia transversal de colector. Opción en vialidad paralela

losa es menor de un metro. Se procederá a la elaboración de plano en planta y perfil, en que se indique la sobreposición de ambas instalaciones, para información a las áreas de Estructuras y Mecánica de Suelos, quienes dictaminarán, en su caso, la protección de la tubería existente.

004.B.06.c Tercer caso

El espacio libre entre la atarjea y el desplante de la losa es mayor de un metro. Se procederá a la elaboración de planos, en planta y perfil, en que se indique la sobreposición de ambas instalaciones, para información a las áreas de Estructuras y Mecánica de Suelos. La tubería no será afectada (fig 004-43).

004.B.07 INTERFERENCIA TRANSVERSAL DE ATARJEA CON METRO EN CAJON SUBTERRANEO

004.B.07.a Primer caso

La atarjea existente cruza sobre el cajón de proyecto

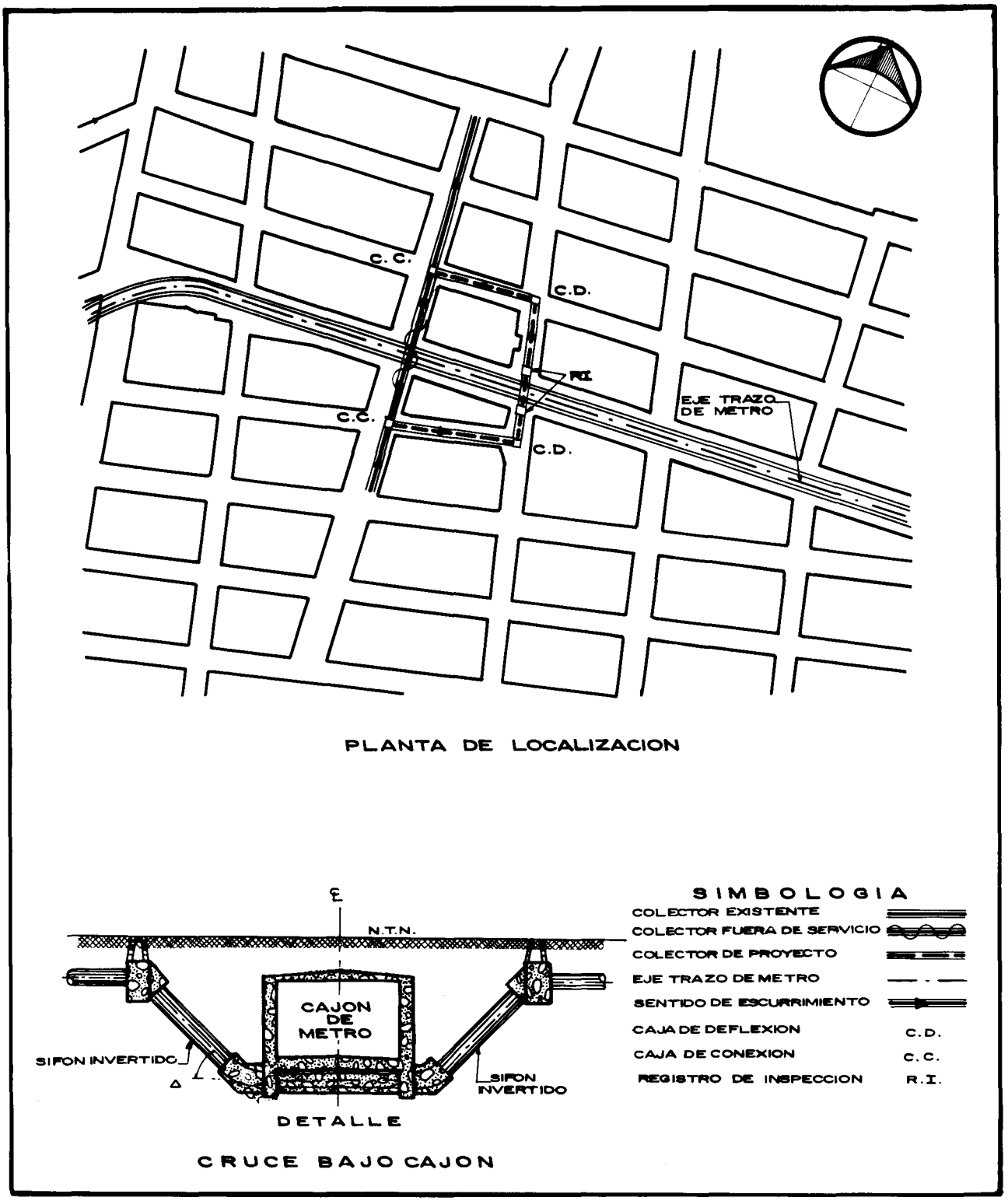


Fig 004-31 Metro en cajón subterráneo. Solución a interferencia transversal de colector. Opción sifón en vialidad paralela

Metro, sin intersecarlo. Se solucionará con un desvío corto.

004.B.07.a.01 *Trazo de desvío.* Se realizará el desvío corto en la misma vialidad sobre la losa construida del Metro, según se indica en fig 004-44.

004.B.07.a.02 *Acotaciones.* Se relocalizará la atarjea a 6.00 m como mínimo del eje de la tubería existente (fig 004-44).

004.B.07.a.03 *Diámetro de la atarjea de desvío.* Se efectuará el desvío con el mismo diámetro de la atarjea existente.

004.B.07.a.04 *Pérdidas de carga en el desvío.* Se aplicará lo descrito en 004.A.01.d.

004.B.07.a.05 *Estructuras especiales.* Se aplicará lo descrito en 004.B.01.e.

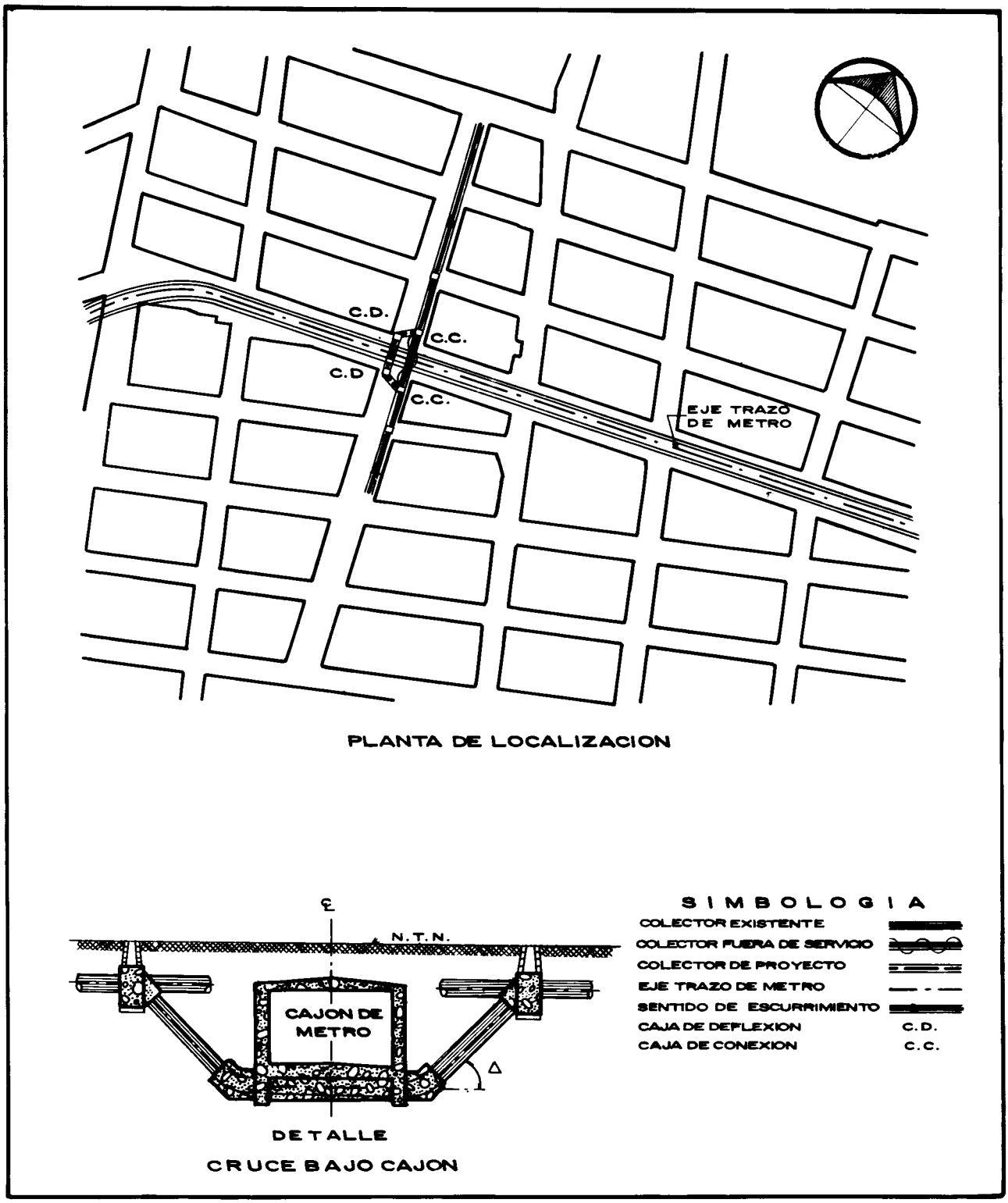


Fig 004-32 Metro en cajón subterráneo. Solución a interferencia transversal de colector. Opción sifón en vialidad paralela

004.B.07.a.06 *Velocidades de proyecto.* Se aplicará lo descrito en 004.A.01.f.

004.B.07.a.07 *Separación de estructuras en tangente.* Se aplicará lo descrito en 004.B.01.g.

004.B.07.a.08 *Colchones mínimos sobre atarjeas.* Se aplicará lo descrito en 004.B.01.h.

004.B.07.b Segundo caso

La atarjea existente interseca la estructura de proyecto del Metro. Se solucionará cambiando la descarga de la atarjea.

004.B.07.b.01 *Trazo de desvío.* Se proyectará un desvío paralelo al trazo del Metro hasta descargar a un colector cuya situación haya sido resuelta (fig 004-45).

004.B.07.b.02 *Acotaciones.* Se localizará el eje de la

atarjea a un mínimo de 1.80 m del paramento de construcción.

004.B.07.b.03 *Diámetro de atarjea en el desvío.* Se desviará la atarjea con el mismo diámetro de la existente, excepto cuando reciba otras aportaciones, en cuyo caso se aplicará lo descrito en 004.B.01.c.03.

004.B.07.b.04 *Pérdidas de carga en el desvío.* Se aplicará lo descrito en 004.A.01.d.

004.B.07.b.05 *Estructuras especiales.* Se aplicarán los criterios indicados en 004.B.01.e.

004.B.07.b.06 *Velocidades de proyecto.* Se aplicará lo descrito en 004.A.01.f.

004.B.07.b.07 *Separación de estructuras en tangente.* Se aplicará lo descrito en 004.B.01.g.

004.B.07.b.08 *Colchones mínimos sobre atarjeas.* Se aplicará lo descrito en 004.B.01.h.

00.B.08 INTERFERENCIA TRANSVERSAL DE ATARJEA CON METRO EN TUNEL

Se procederá a la elaboración de planos en planta y perfil, en que se indique la sobreposición de ambas instalaciones, para información a las áreas de Estructuras y Mecánica de Suelos. La tubería no será afectada (fig 004-46).

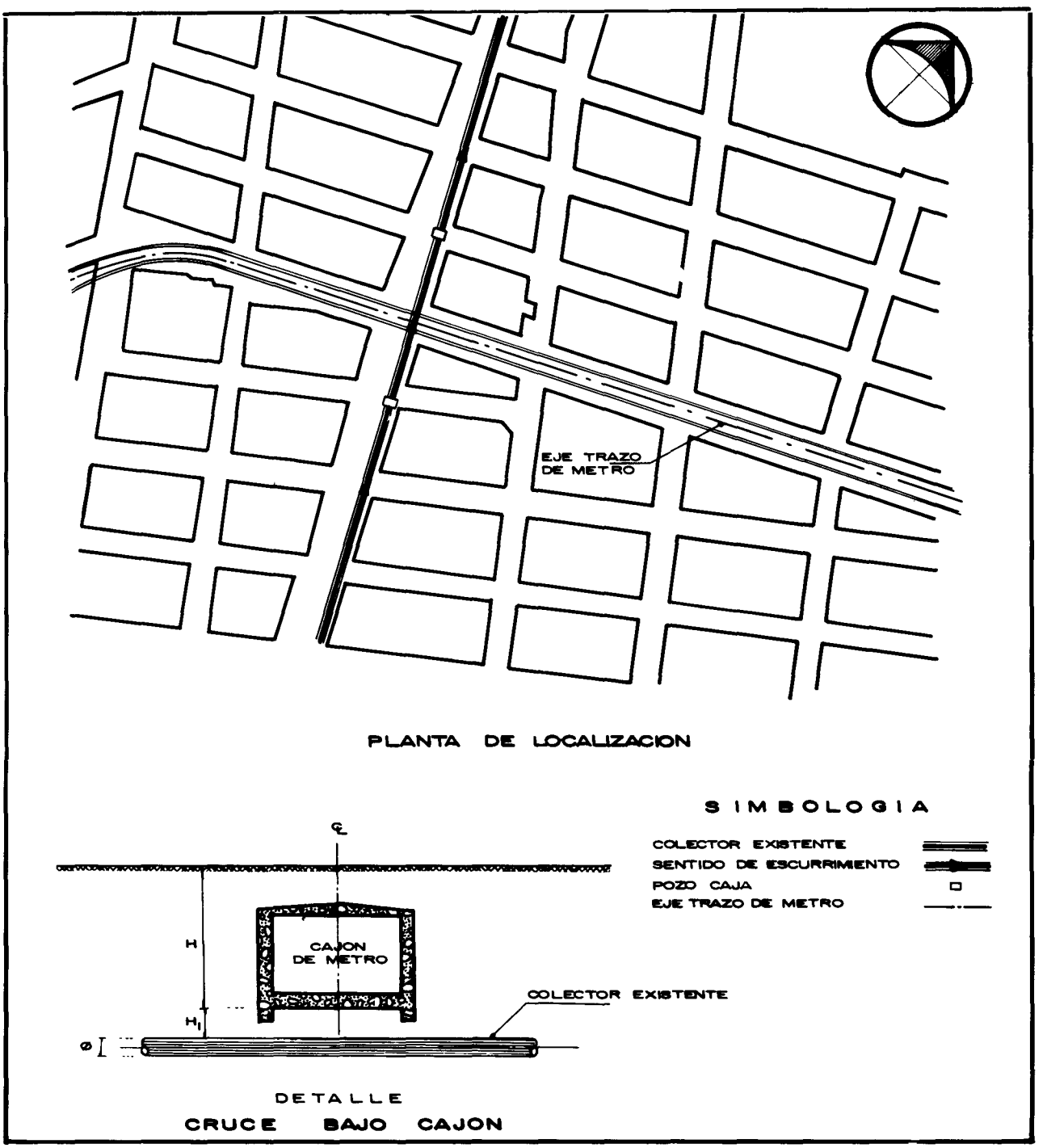


Fig 004-33 Metro en cajón subterráneo. Solucion a interferencia transversal de colector

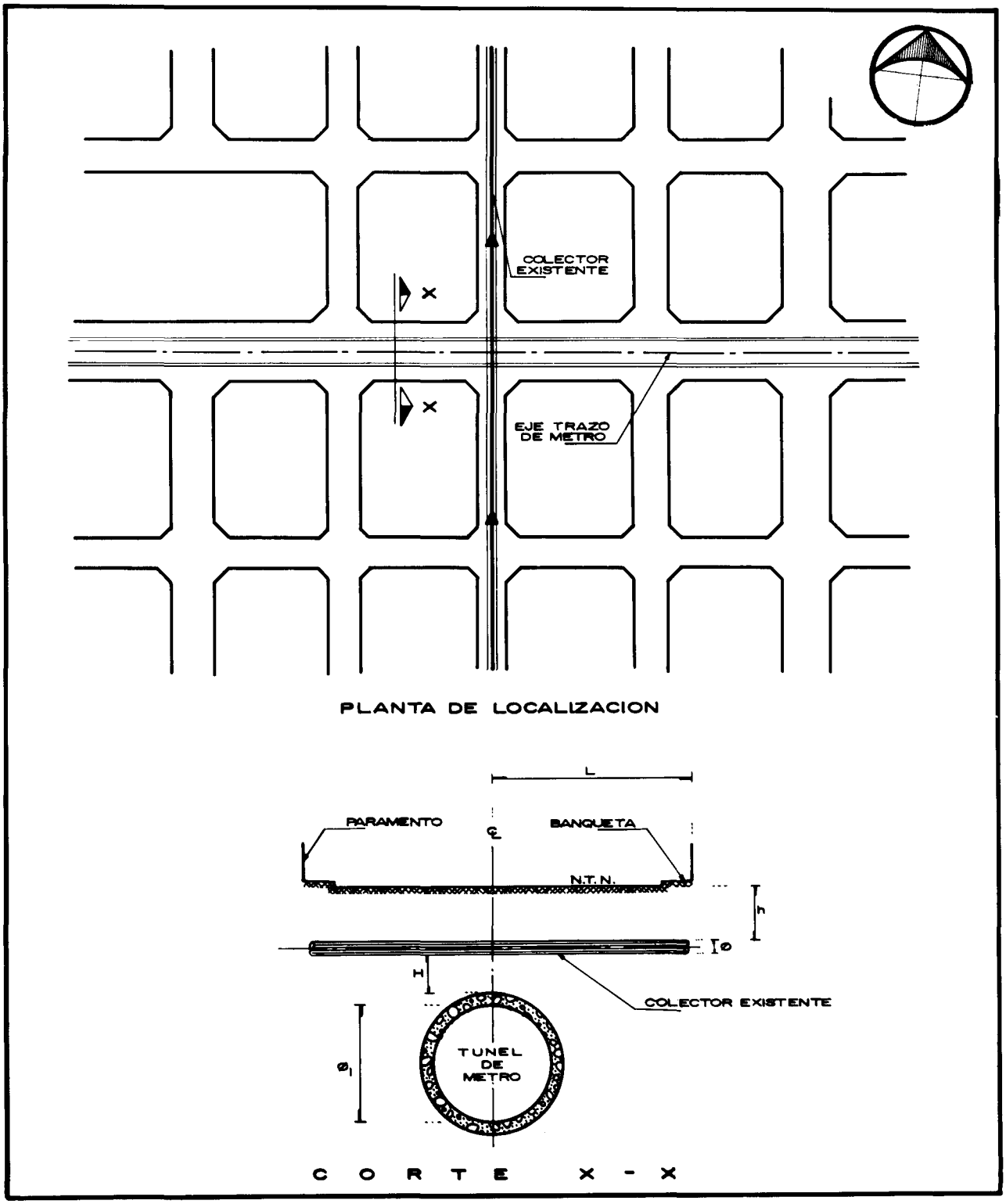


Fig 004-34 Metro en túnel. Interferencia transversal de colector. Acotaciones

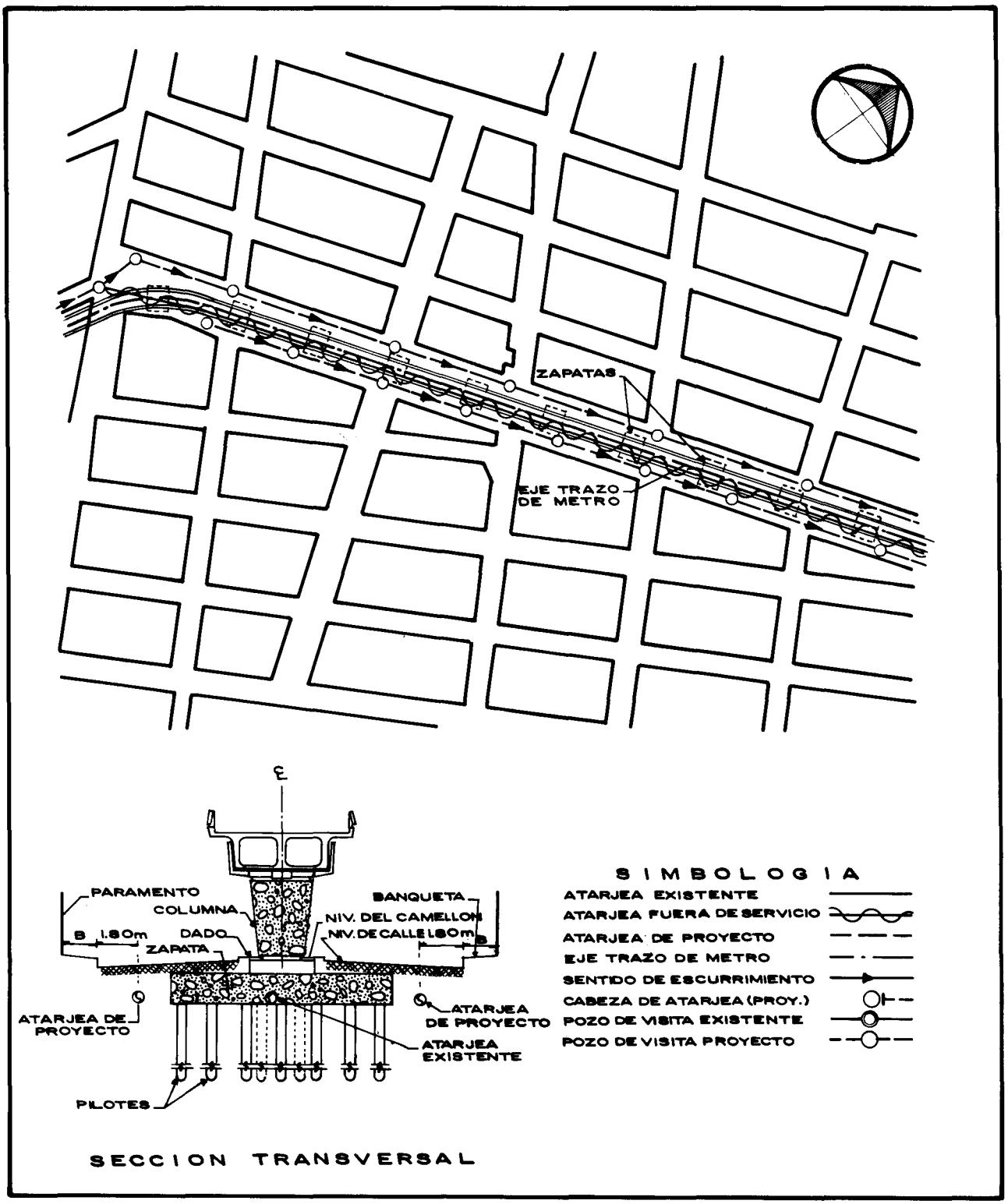


Fig 004-35 Metro en viaducto elevado. Solución a interferencia longitudinal de atarjea

4-35

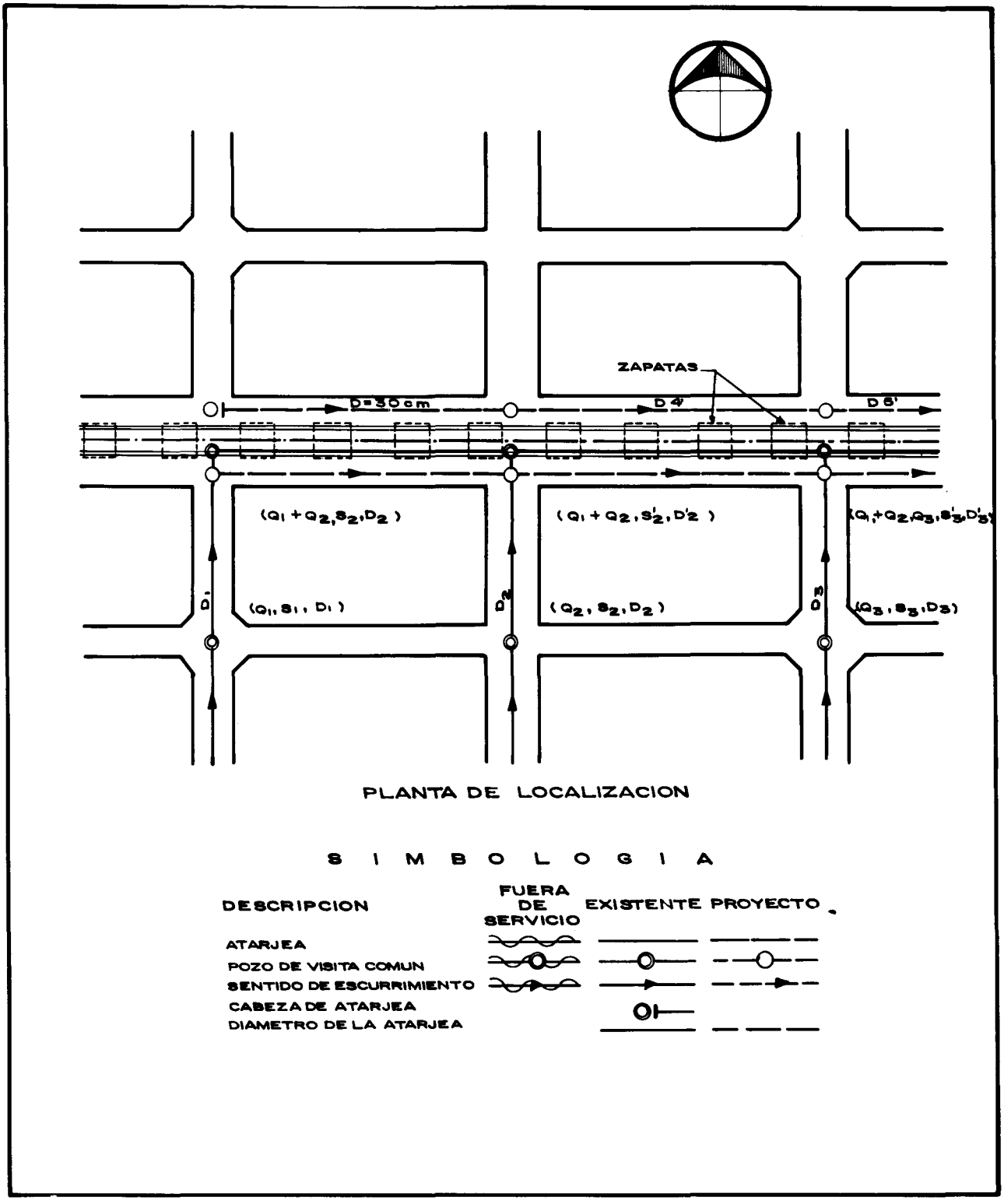


Fig 004-36 Metro en viaducto elevado. Solución a interferencia longitudinal de atarjea. Diametros del desvío

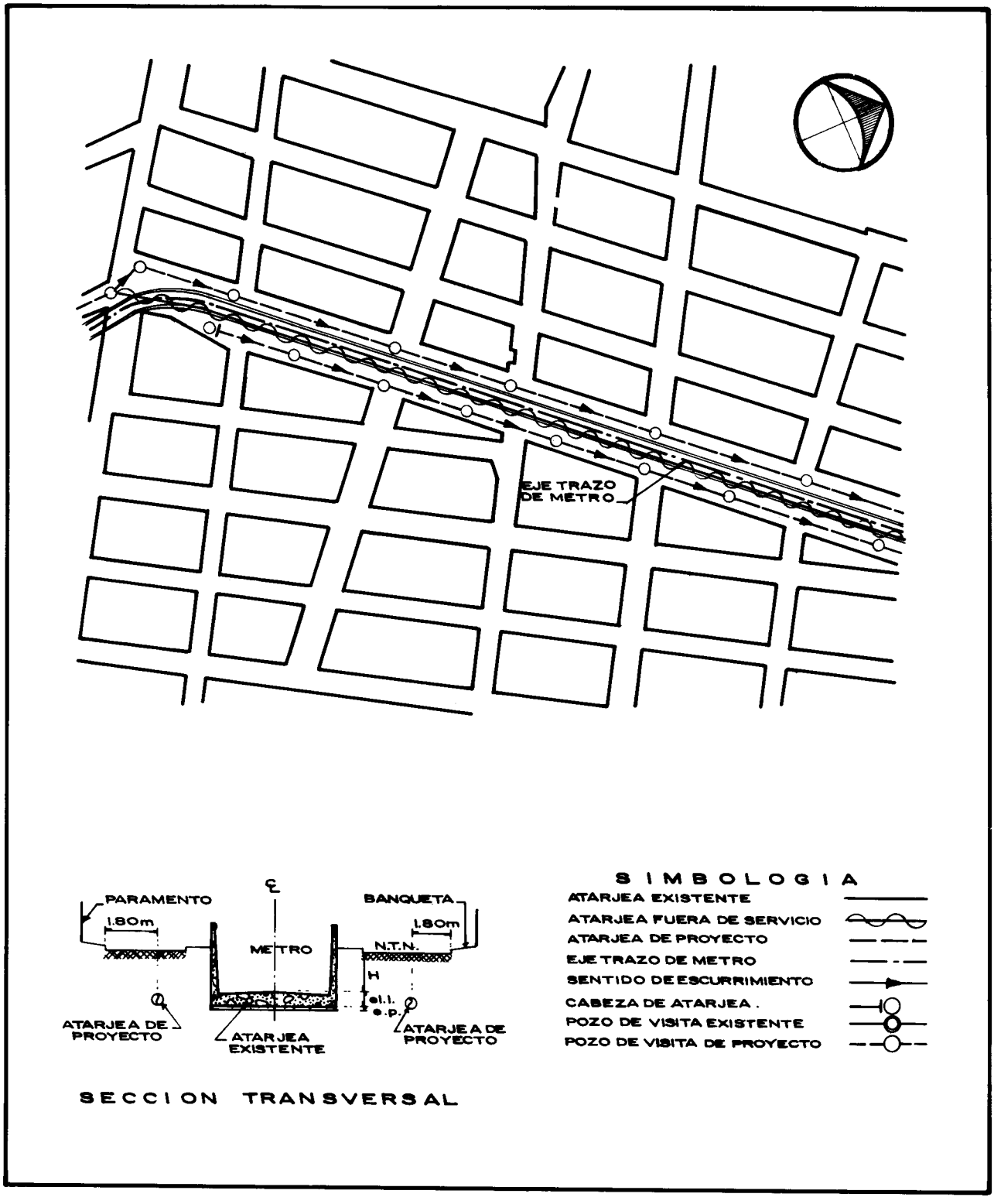


Fig 004-37 Metro superficial. Solución a interferencia longitudinal de atarjea

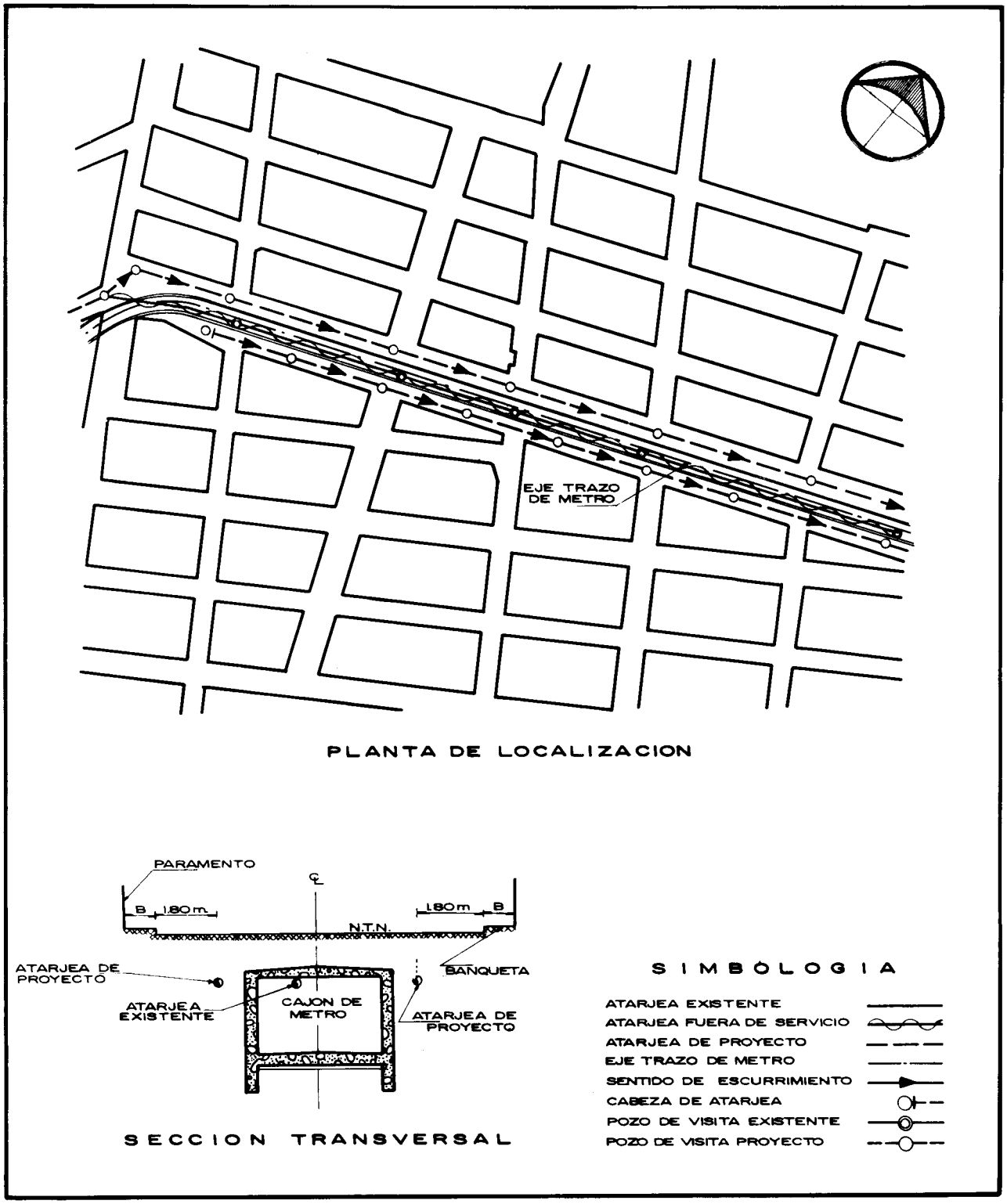


Fig 004-38 Metro en cajón subterráneo. Solución a interferencia longitudinal de atarjea

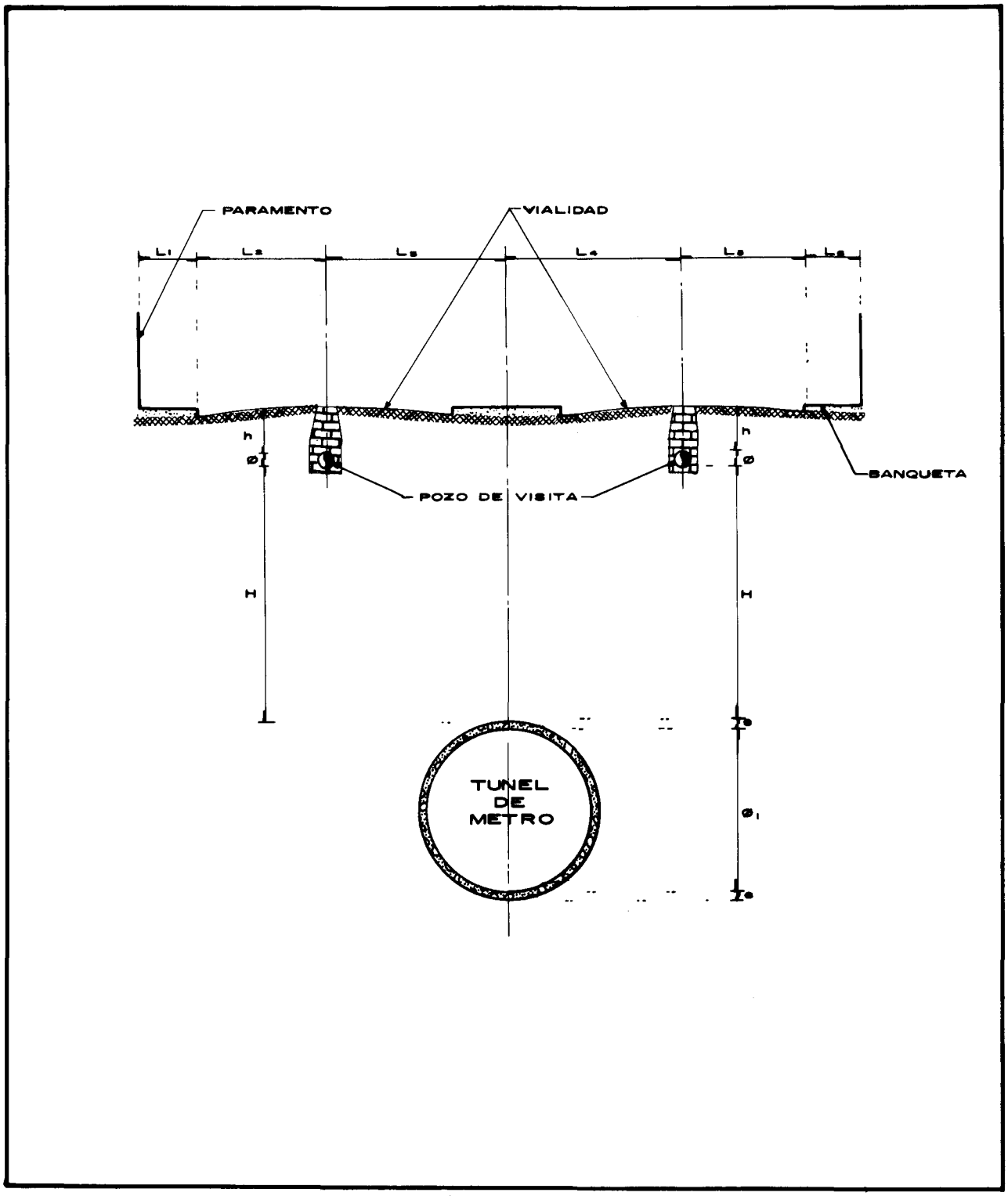


Fig 004-39 Metro en túnel. Interferencia longitudinal de atarjea. Acotaciones

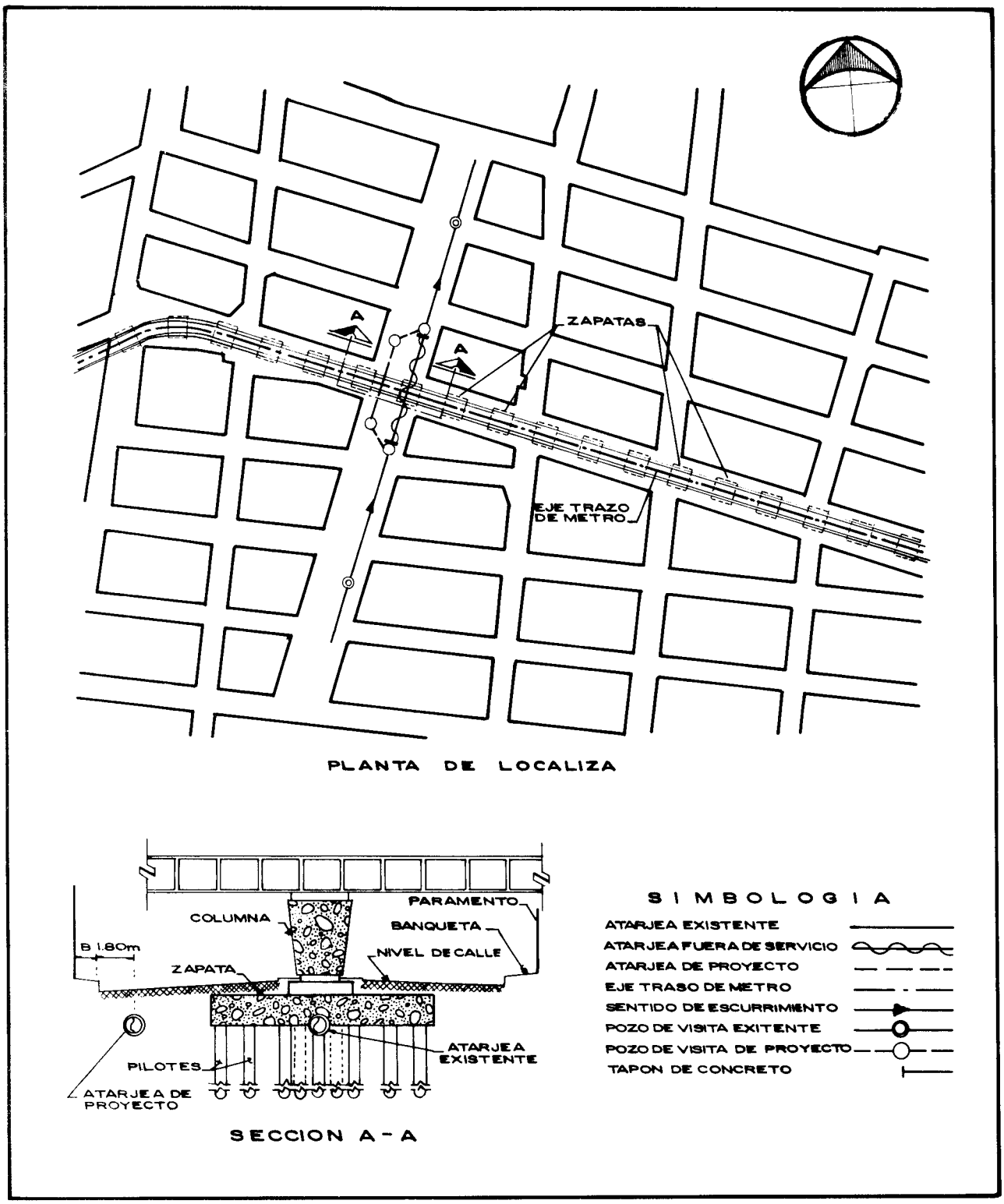


Fig 004 -40 Metro en viaducto elevado. Solución a interferencia transversal de atarjea

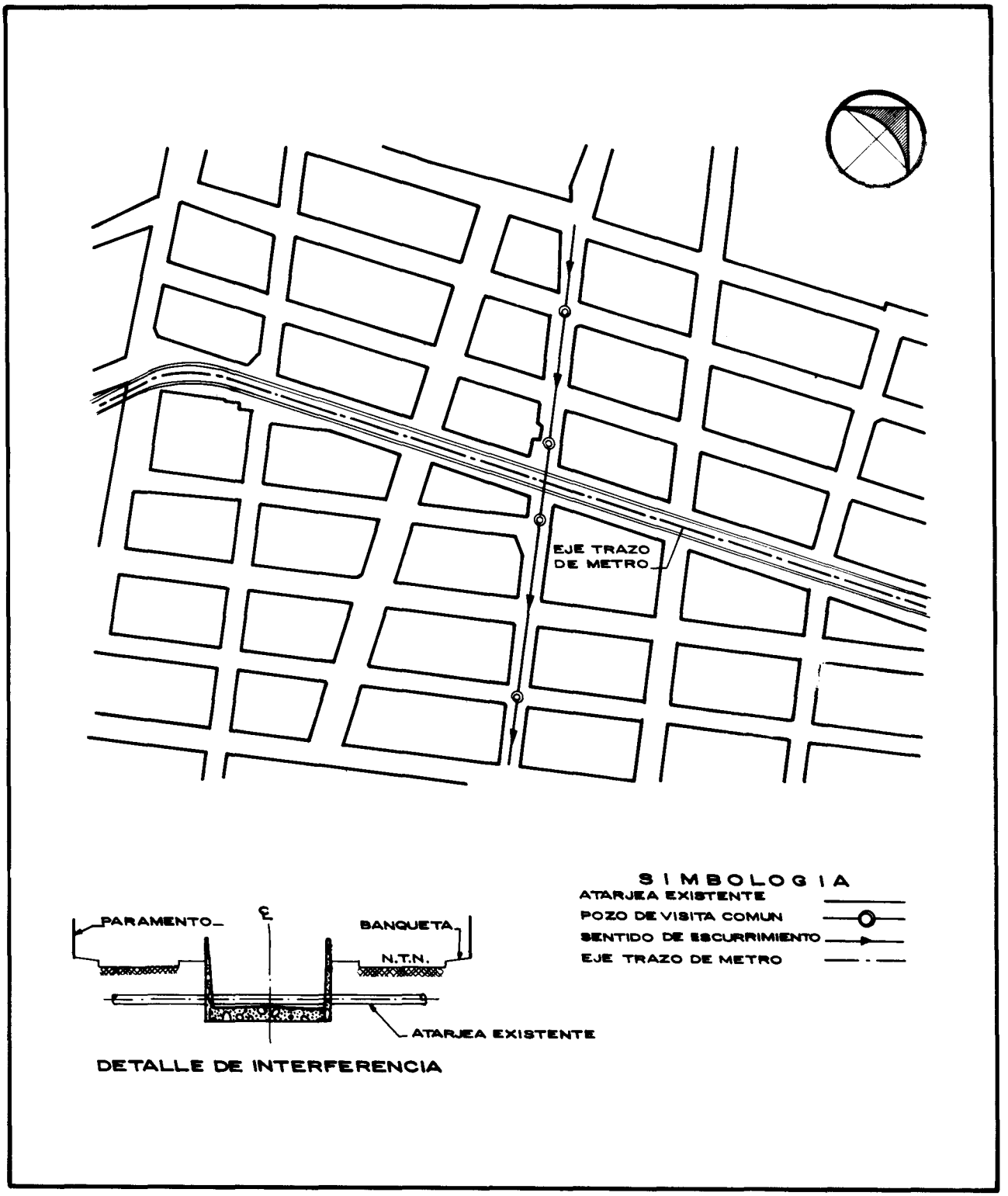


Fig 004-41 Metro superficial. Interferencia transversal de atarjea

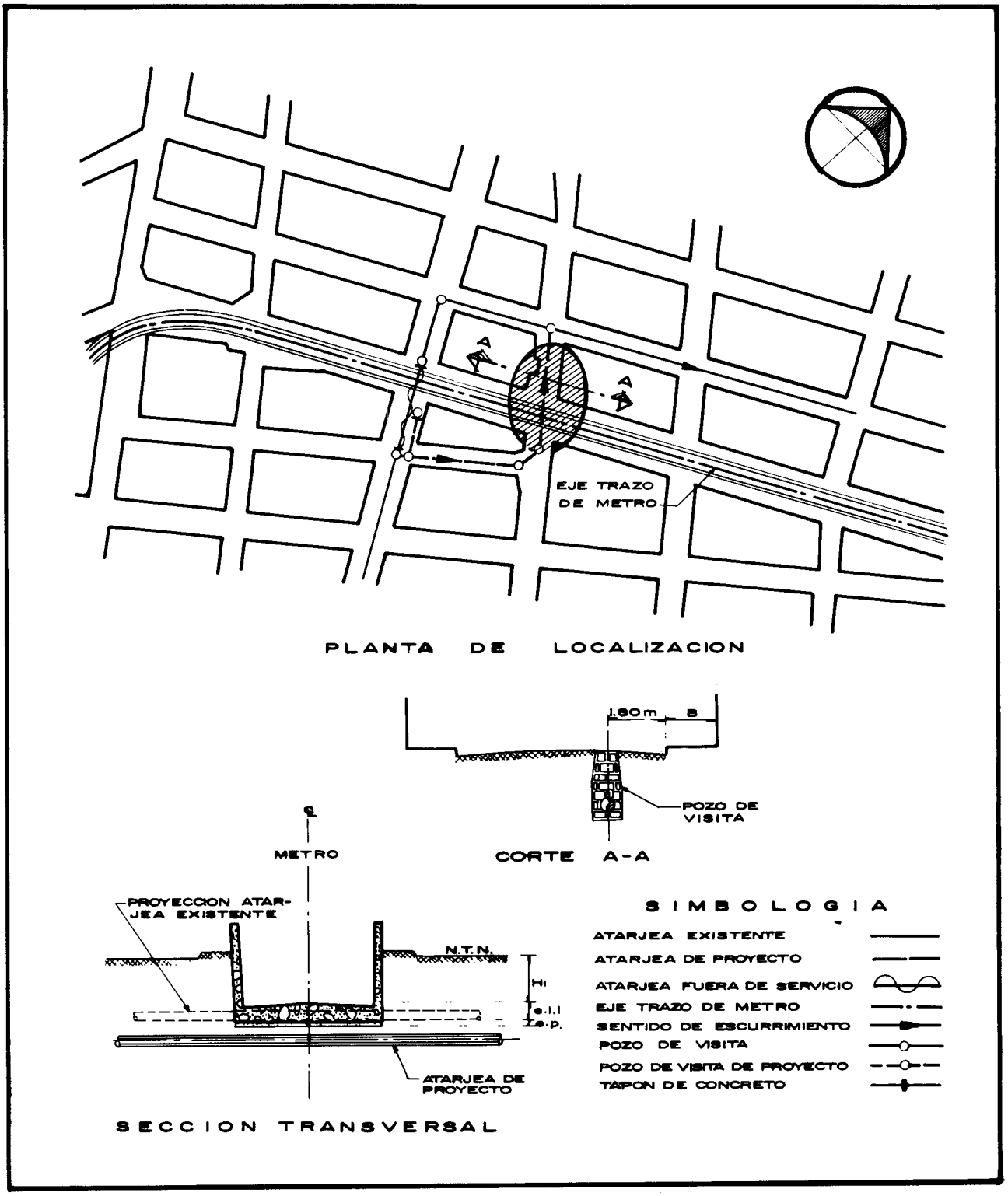


Fig 004-42 Metro superficial. Solución a interferencia transversal con atarjea. Opción en vialidad paralela

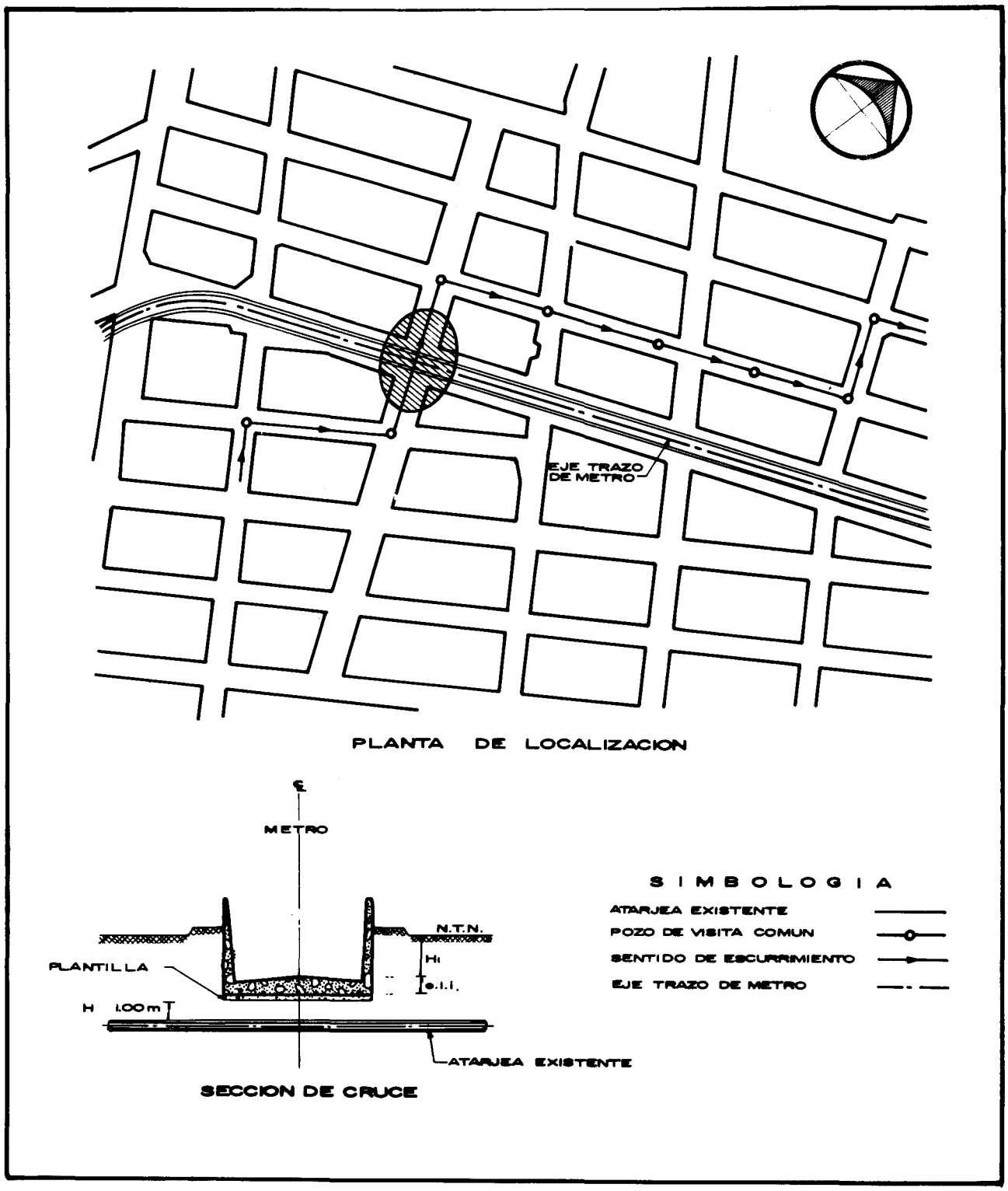


Fig 004-43 Metro superficial. Interferencia transversal de atarjea

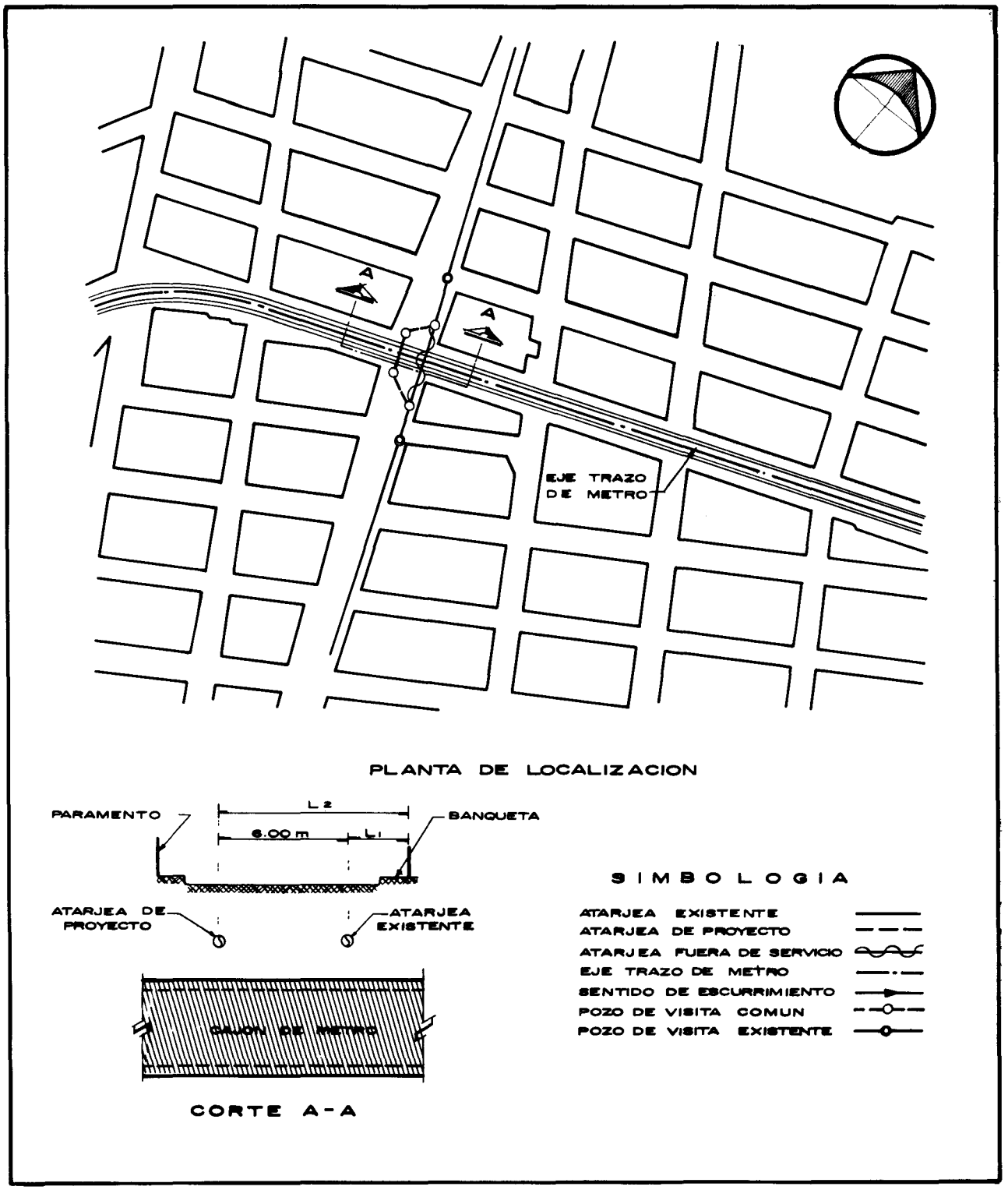


Fig 004-44 Metro en cajón subterráneo. Solución a interferencia transversal de atarjea. Opción en misma vialidad

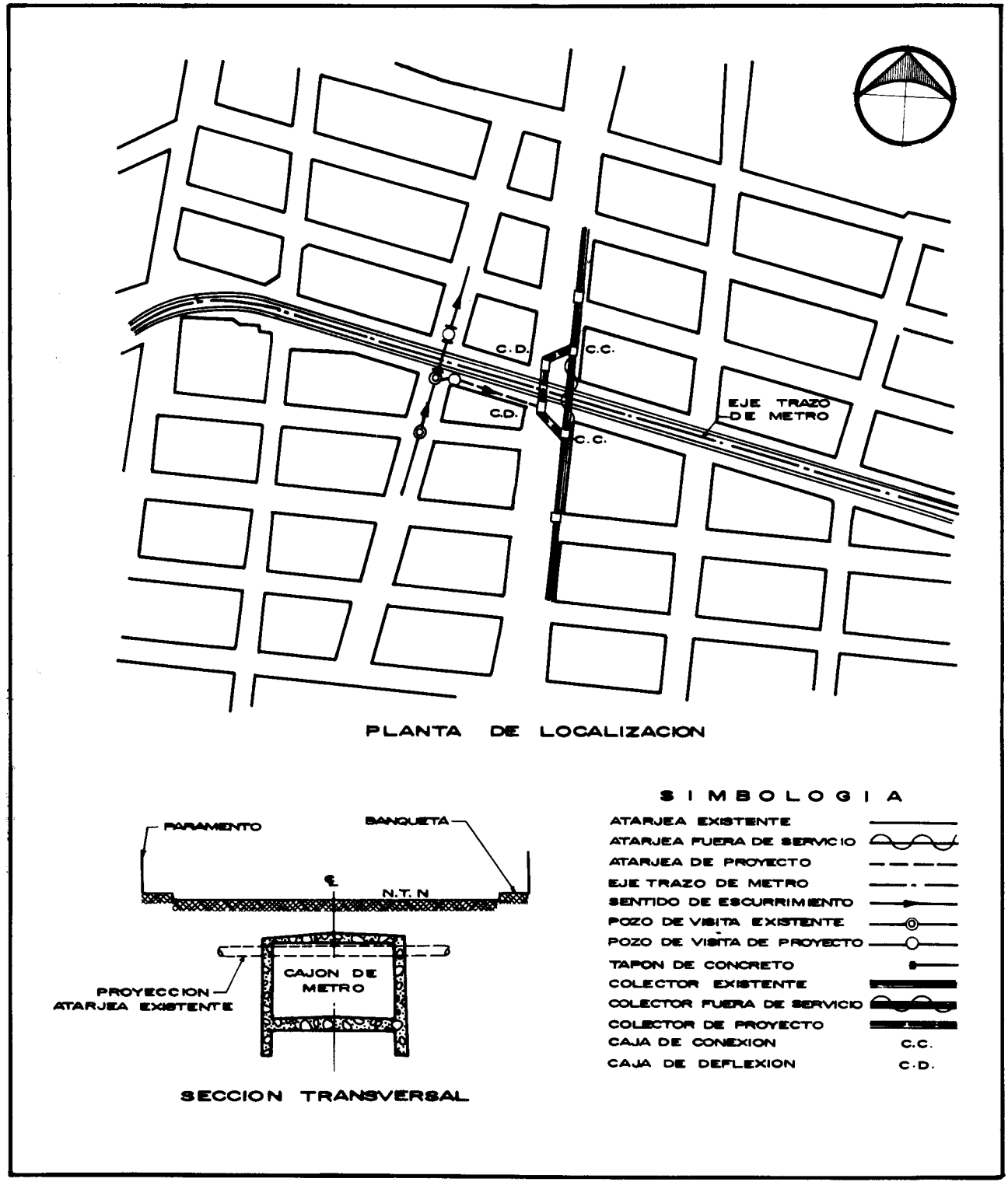


Fig 004-45 Metro en cajón subterráneo. Solución a interferencia transversal de atarjea. Opción en misma vialidad

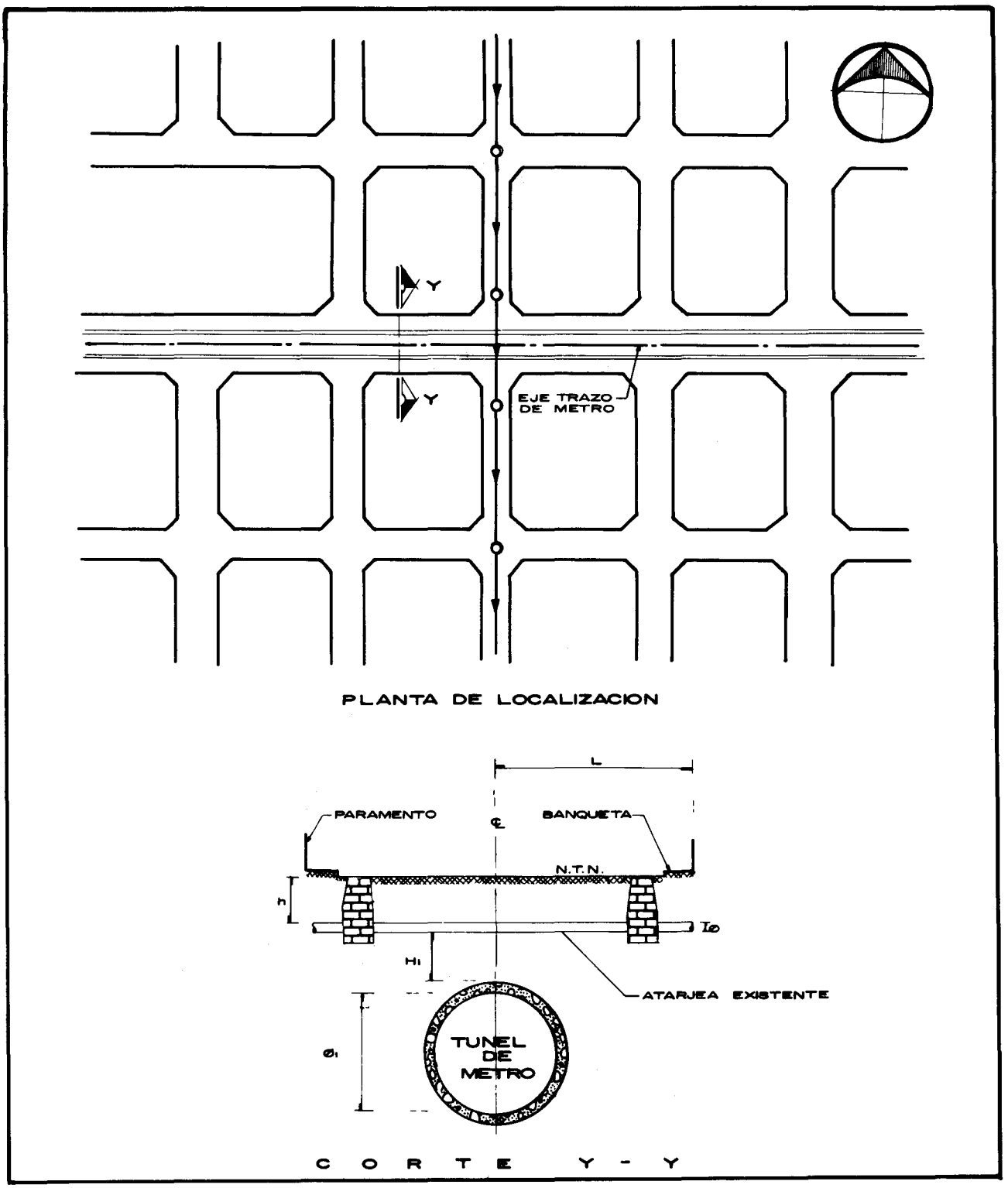


Fig 004-46 Metro en túnel. Interferencia transversal de atarjea. Acotaciones

CAPITULO 2.05.01.005

PROYECTOS ESPECIALES

Las obras del Metro inducen, además de la modificación de redes hidráulicas municipales, otro tipo de proyectos hidráulicos importantes, como son:

— Drenaje pluvial en entronques viales.

— Cárcamos de bombeo.

— Adecuación a pozos de agua potable.

En estas Especificaciones se fijan los criterios y lineamientos generales para su solución.

005.A DRENAJE PLUVIAL EN ENTRONQUES VIALES

La confluencia de avenidas importantes, entre ellas la que aloja el trazo del Metro subterráneo, implica la solución geométrica adecuada al flujo vial, que a su vez requiere de un proyecto para drenaje pluvial.

La clasificación de los entronques, para la solución del drenaje pluvial, es la siguiente:

1. A nivel.
2. Con paso elevado.
3. Con paso deprimido.

005.A.01 A NIVEL

004.A.01.a Area de aportación

A partir del proyecto de trazo geométrico y de secciones niveladas correspondiente, se determinará el área de aportación así como los tipos de superficie que la integren (fig 005-1).

005.A.01.b Caudal de escurrimiento

La determinación del caudal que se precipita y escurre sobre un entronque vial se hará utilizando el método racional americano u otro establecido y aceptado por la dependencia oficial correspondiente.

005.A.01.c Intensidad de lluvia

Se adoptará 60 mm/h para cálculo con el método racional americano.

005.A.01.d Coeficientes de escurrimiento

Se aplicarán los siguientes coeficientes de escurrimiento C:

Tipos de superficie	C
Area verde	0.20 - 0.50
Pavimentos	0.75 - 0.90

005.A.01.e Captación

Se utilizarán coladeras pluviales de banqueta de fo.fo., según la especificación en planos tipo de la dependencia oficial correspondiente.

Su localización será tal, que el área de aportación para cada una sea de aproximadamente 300 m^2 o a cada 25 m (fig 005-2).

La longitud de conexión de coladeras a las atarjeas no deberá exceder de 10.00 metros.

005.A.01.f Conducción

Cada tramo de nueva vialidad contará con proyecto de atarjea adecuada al gasto por conducir y no menor al diámetro mínimo especificado. Se localizará a 1.80 m de la guarnición, en arroyo de vialidad (fig 005-3).

005.A.01.g Descarga

Las atarjeas se conectarán al colector municipal adecuado.

005.A.02 CON PASO ELEVADO

005.A.02.a Area de aportación

Se aplicará lo descrito en 005.A.01.a.

005.A.02.b Caudal de escurrimiento

Se aplicará lo descrito en 005.A.01.b.

005.A.02.c Intensidad de lluvia

Se aplicará lo descrito en 005.A.01.c.

005.A.02.d Coeficientes de escurrimiento

Se aplicará lo descrito en 005.A.01.d.

005.A.02.e Captación y descarga.

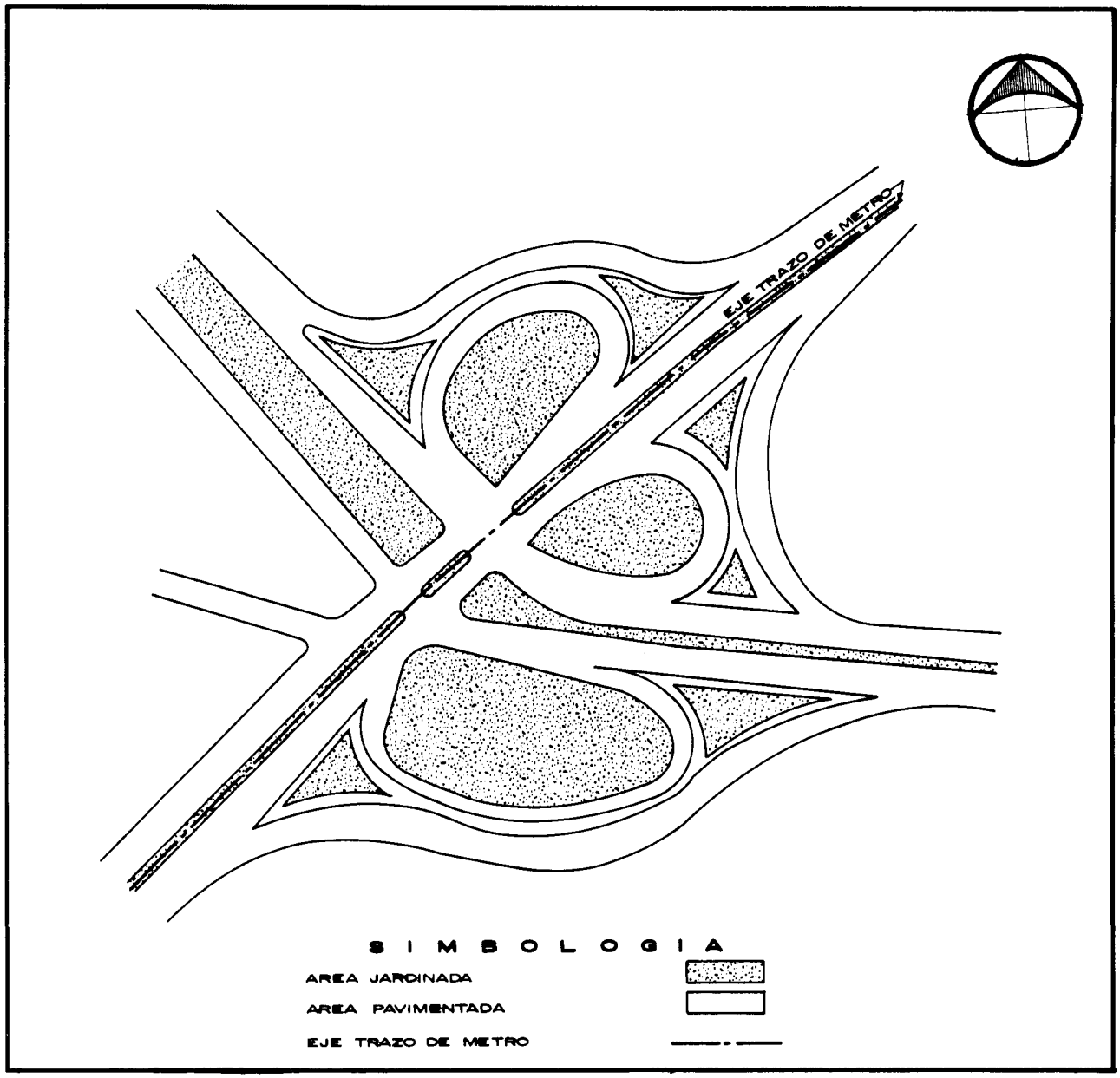


Fig 005-1 Entronque vial a nivel. Tipos de superficie

Se proyectarán descargas libres o gárbolas, según lo especificado en planos tipo de la dependencia oficial correspondiente. Se localizarán de manera tal, que el área de aportación de cada una sea de aproximadamente 250 m^2. Las descargas no deberán efectuarse a vialidades o zonas peatonales.

En las rampas se instalarán atarjeas y coladeras pluviales de banqueta convencionales, de fo.fo. de acuerdo a los lineamientos descritos en 005.A.01.e y 005. A.01.f.

005.A.03 CON PASO DEPRIMIDO

005.A.03.a Area de aportación

Se aplicará lo descrito en 005.A.01.a.

005.A.03.b Caudal de escurrimiento

Se aplicará lo descrito en 005.A.01.b.

005.A.03.c Intensidad de lluvia

Se aplicará lo descrito en 005.A.01.c.

005.A.03.d Coeficientes de escurrimiento

Se aplicará lo expuesto en 005.A.01.d.

005.A.03.e Captación

Se utilizarán registros de concreto de 0.50 x 0.70 m, con profundidad mínima de 0.90 m, alojados en la banqueta de seguridad del lado más bajo de cada arroyo. La abertura de entrada será de 0.70 x 0.15 m. El área de aportación no será mayor de 200 m^2 y la separación máxima será de 20 metros.

005.A.03.f Conducción

Se hará mediante atarjeas conectadas de registro a registro (figs 005-4 y 005-5).

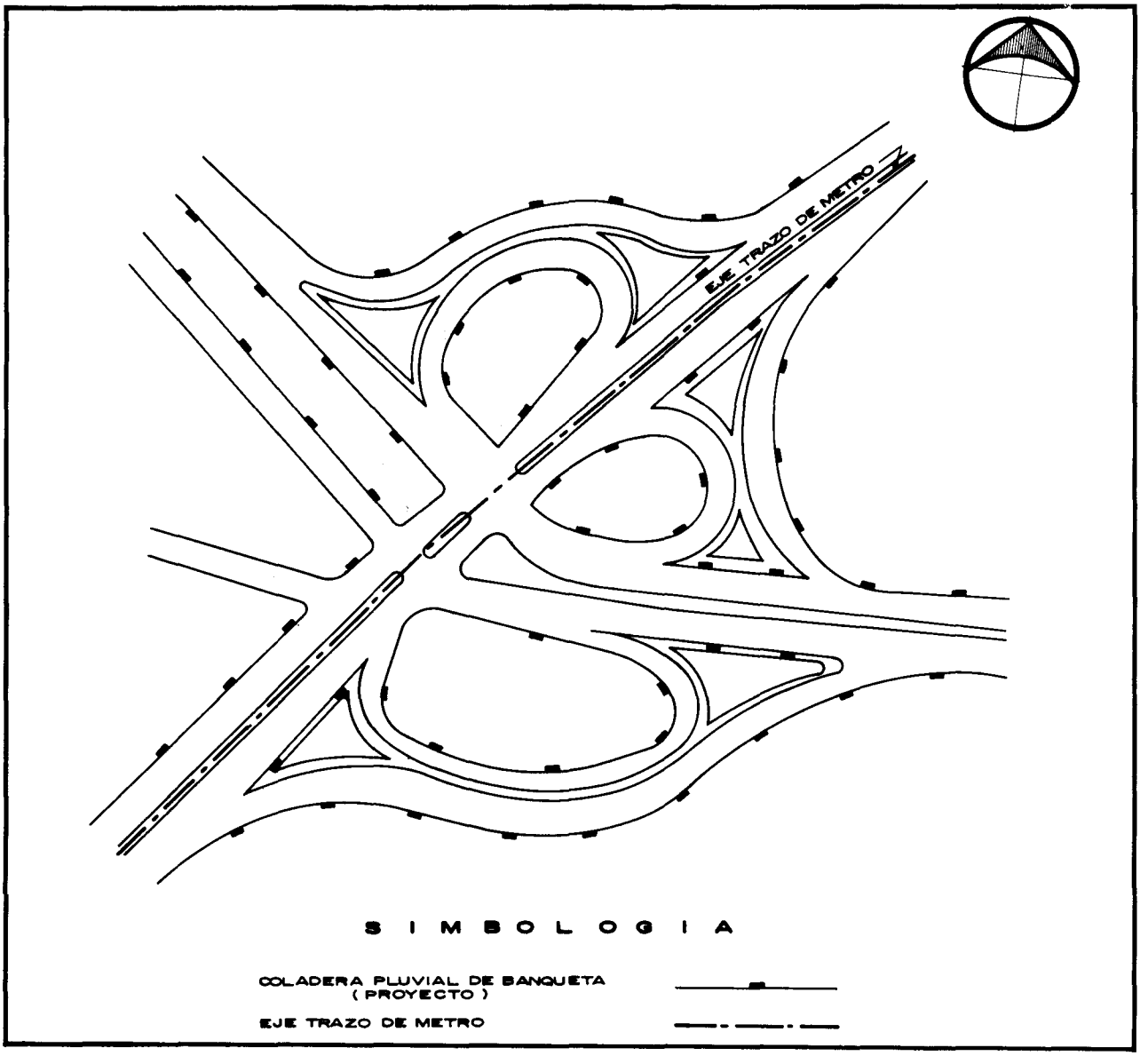


Fig 005-2 Entronque vial a nivel. Localización típica de coladeras pluviales

005.A.03.g Descarga

En general los niveles de atarjeas en el paso deprimido son más profundos que los de colectores cercanos, por lo que la descarga se proyectará mediante un cárcamo de bombeo que envíe las aguas al colector municipal más cercano con capacidad suficiente.

005.B CARCAMOS DE BOMBEO

005.B.01 Se requieren en los entronques viales con paso deprimido, para descarga de las aguas pluviales al alcantarillado municipal.

005.B.01.a Ubicación.

El cárcamo de bombeo se localizará cerca del registro de descarga del paso deprimido y fuera de la vialidad, en área apropiada para las actividades de operación y mantenimiento.

005.B.01.b Tipo de cárcamo.

Será de una sola cámara, adecuado para equipo de bombeo vertical.

005.B.01.c Equipo de bombeo

Se utilizará equipo de bombeo vertical y estará constituido por tres unidades, dos de ellas eléctricas con una capacidad de extracción del 50 por ciento del gasto de diseño cada una, y otra más, mixta,, provista de un cabezal de engranes para operar con motor de combustión interna en caso de emergencia, capaz de extraer el 50 por ciento del gasto de diseño.

005.B.01.d Geometría

Será rectangular o circular, con área adecuada para operación y mantenimiento de equipos.

005.B.01.e Distribución de áreas

005.B.01.e.01 Se aplicará 8 m^2 como mínimo por cada bomba, para obtener el área del cárcamo.

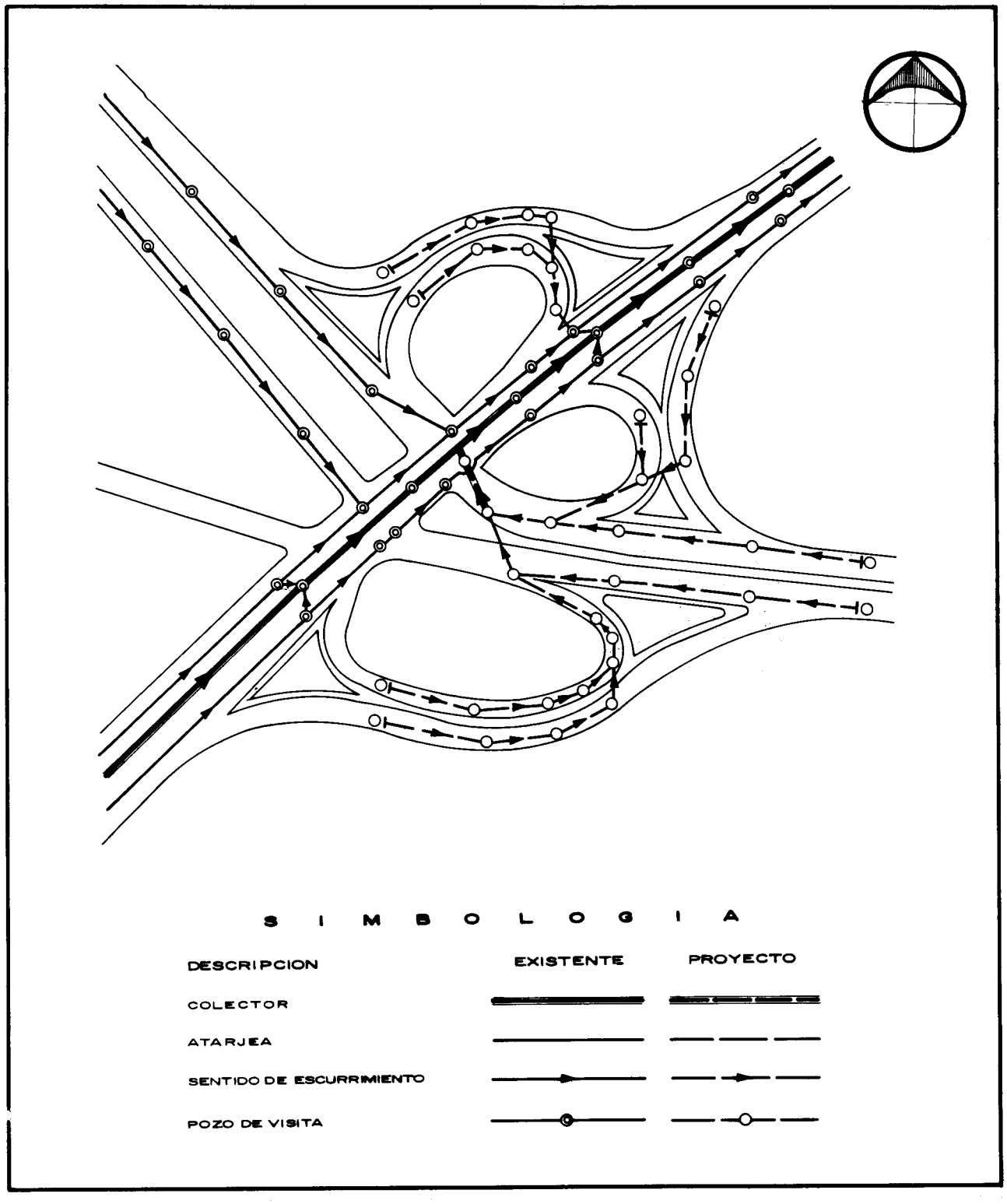


Fig 005-3 Entronque vial a nivel. Localización típica de atarjeas

005.B.01.e.02 Se dispondrá de un área adicional de 5 m^2 para colocación del motor de combustión interna.

005.B.01.e.03 La separación mínima entre ejes de equipo será de 1.5 metros.

005.B.01.e.04 El espacio libre para circulación será de 1.0 m como mínimo.

005.B.01.e.05 Junto al cárcamo, se diseñará la caseta de control de equipos eléctricos (figs 005-6 y 005-7).

005.B.01.f Profundidad

Se regirá por el nivel de plantilla del colecror de descarga, la sumergencia mínima recomendada de las bombas y la adecuada separación entre la campana de succión y el fondo del cárcamo. Deberá sobresalir 1.0 m como mínimo del nivel del terreno actual.

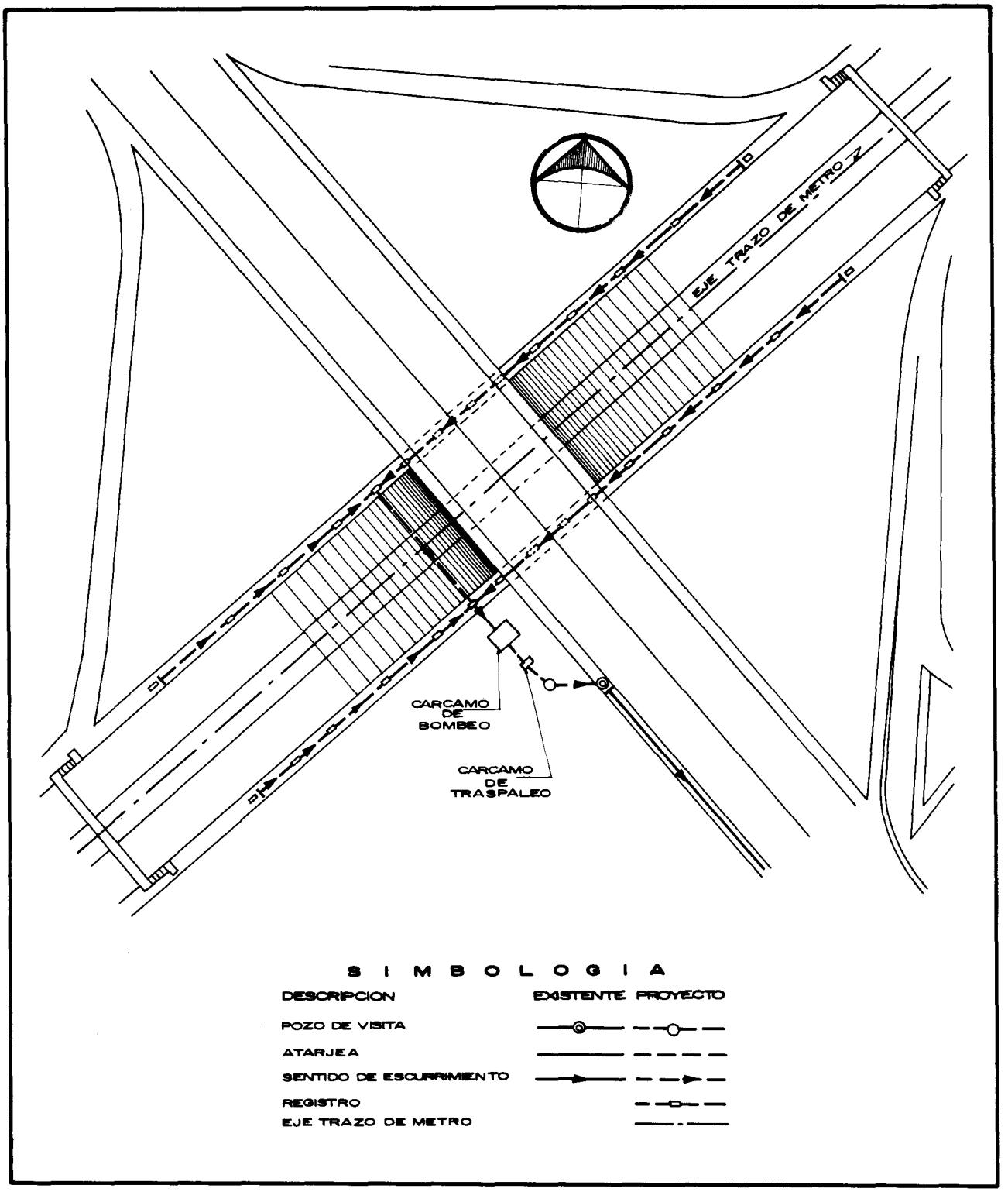


Fig 005 - 4 Planta. Drenaje en paso deprimido

Se proyectarán niveles intermedios para fijación del equipo y de la columna de succión. El gálibo en el nivel de equipos no será menor de 3.50 m (fig 005-7).

005.B.01.g Cárcamo de traspaleo

Será de forma rectangular y contará con un registro de acceso y ventilación. A partir de esta estructura el agua escurrirá por gravedad al colector cercano de capacidad suficiente. La separación del fondo del cárcamo a la plantilla de la tubería de desfogue no será menor de 0.50 m; así mismo, el diámetro de ésta deberá garantizar que la descarga del cárcamo de bombeo sea libre, es decir, sin "ahogarla" (fig 005-7).

005.B.01.h Estructuras complementarias

005.B.01.h.01 *Registro de acceso.* Deberá ser de forma rectangular de 0.90 x 0.70 m, con tapa ciega; podrá adecuarse a casos especiales.

005.B.01.h.02 *Rejillas.* La losa superior tendrá huecos cubiertos con rejillas removibles para la extracción del equipo de bombeo.

El piso de los niveles intermedios estará constituido por rejillas fijas y removibles para la adecuada operación y mantenimiento del cárcamo.

005.B.01.h.03 *Escalera de acceso.* La escalera de acceso a niveles inferiores será del tipo marino con peldaños a cada 0.40 metros.

005.B.01.h.04 *Mampara rompe chorro.* Frente al colector de descarga se colocará una mampara de concreto con salidas laterales provistas de rejillas para la retención de sólidos. La separación entre barras de las rejillas estará en función del diámetro del paso de esfera en los impulsores de las bombas.

005.B.01.h.05 *Mecanismos de izaje.* Se utilizará un polipasto eléctrico con capacidad suficiente para levantar las rejillas de retención de sólidos, hasta el nivel inmediato superior, para efectuar su limpieza.

Las rejillas de retención de sólidos deslizarán en un muro guía de concreto. La altura que sobresaldrá del primer nivel de rejillas será de 0.6 veces la altura de las rejillas para retención de sólidos.

005.C ADECUACION DE POZOS

005.C.01 Ocasionalmente, las afectaciones a camellones para ampliación de vialidad coincidente con el Metro, abarcan también las instalaciones de pozos para abastecimiento de agua potable.

La solución en este caso consiste en ocultar las instalaciones de bombeo, abajo del nivel del terreno o vialidad mediante una caseta de operación apropiada. Lo anterior implica recortar el ademe del pozo existente.

005.C.01.a Levantamiento de campo.

Deberá efectuarse el levantamiento de las instalaciones de bombeo, como son equipos, fontanería y accesorios. Se recopilará la información concerniente al funcionamiento del pozo en las condiciones en que se encuentre antes de la afectación. Se verificará que el pozo y los equipos se encuentren en condiciones de operación.

005.C.01.b Caseta de operación.

Alojará el equipo de bombeo y la fontanería indispensable, así como el tablero de control eléctrico, cuando se requiera (fig 005-8).

005.C.01.b.01 La altura mínima de la caseta de operación será de 3.10 m (fig 005-9).

005.C.01.b.02 La fontanería se distribuirá en la caseta de manera que dentro de ella, las tuberías alcancen el nivel al que se conectarán a la línea municipal correspondiente.

005.C.01.c Caseta de control del equipo eléctrico

Cuando sea el caso, junto a la caseta de operación se diseñará el cuarto de control del equipo eléctrico.

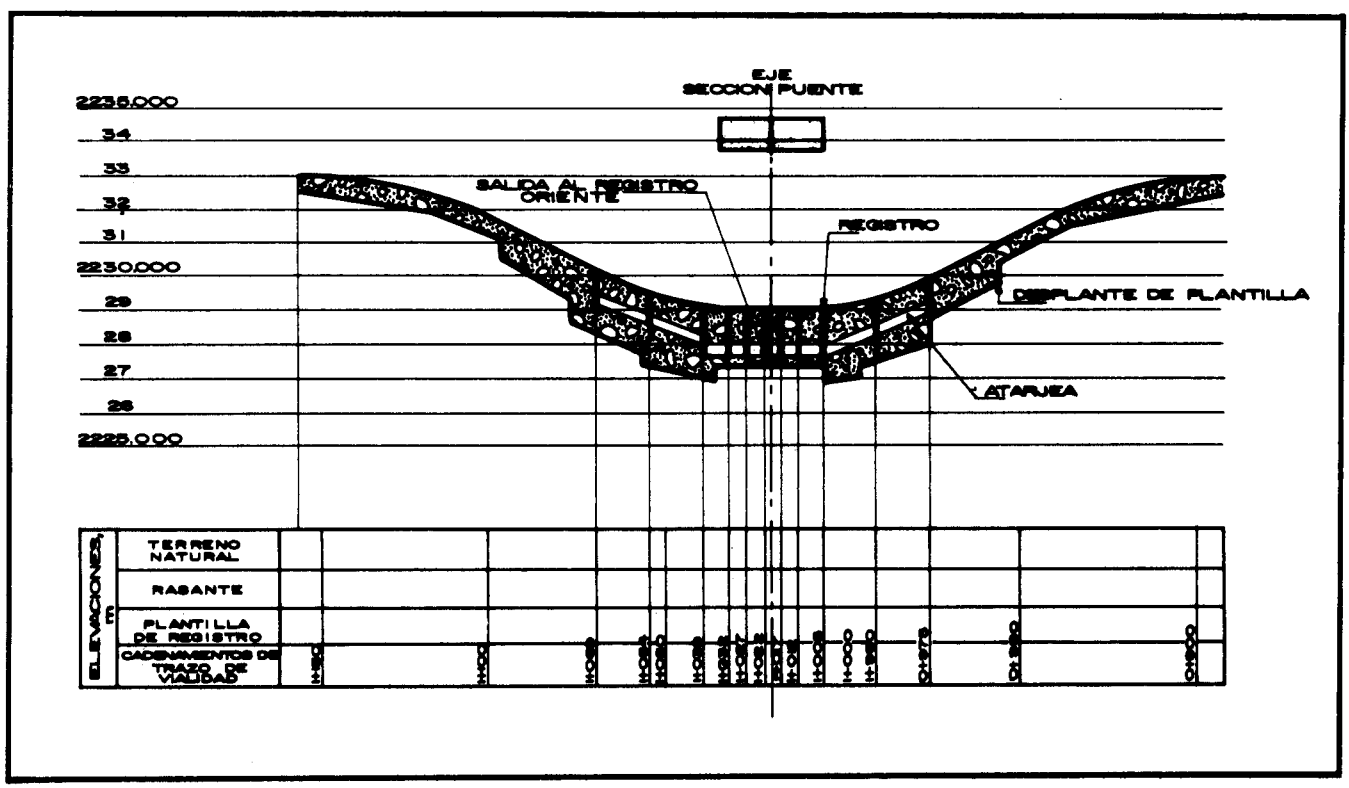


Fig 005-5. Perfil. Drenaje en paso deprimido

005.C.01.d Estructuras complementarias.

005.C.01.d.01 *Registro de acceso.* Serán de forma rectangular de 1.00 x 0.50 m con tapa ciega.

005.C.01.d.02 *Rejillas.* La losa superior tendrá huecos cubiertos con rejillas metálicas removibles, de dimensiones tales que permitan la introducción y extracción de equipo de bombeo.

005.C.01.d.03 *Escalera de acceso.* . Será de tipo marino con peldaños a cada 0.40 metros.

005.C.01.d.04 *Bases para las bombas.* **as.** Serán de concreto reforzado. En planta tendrán las dimensiones apropiadas para la sujeción del cabezal de descarga; su altura será de 0.50 m como mínimo.

005.C.01.d.05 *Silletas.* Las tuberías de descarga deberán apoyarse en silletas de concreto.

005.C.01.d.06 *Cárcamo de achique.* Deberá contar

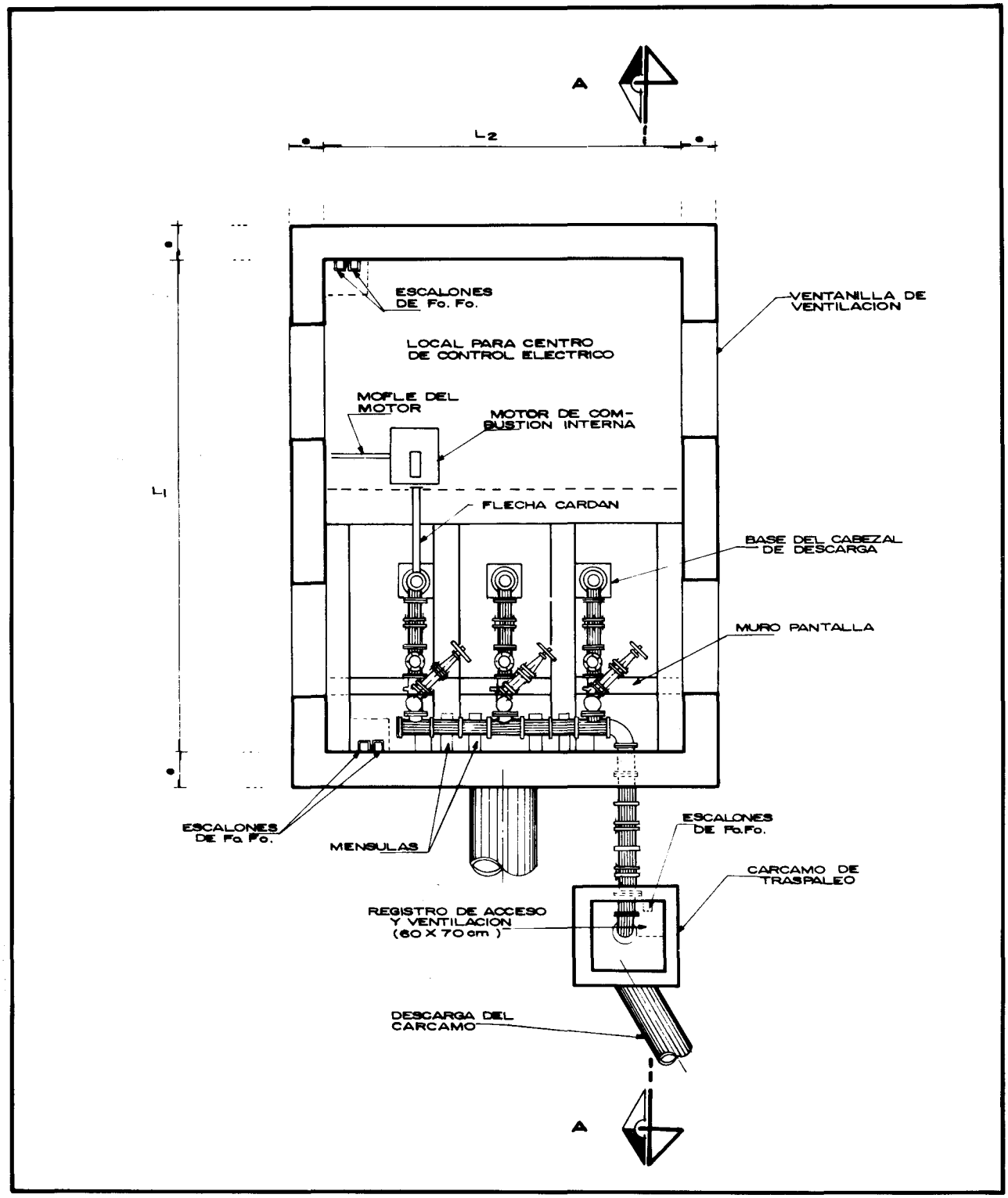


Fig 005-6 Cárcamo de bombeo.

Planta

con un cárcamo de achique de 0.60 x 0.60 x 0.60 metros.

005.C.01.d.07 *Registro para cárcamo de achique.* Se localizará sobre la losa superior y tendrá forma cuadrada, de 0.52 x 0.52 m; deberá alinearse con la posición del cárcamo de achique. El contramarco será de fierro estructural; el marco y la tapa ciega serán de fierro fundido.

005.C.01.e Equipamiento

Se instalarán los mismos equipos de bombeo y accesorios, excepto cuando no se encuentren en condiciones adecuadas de funcionamiento.

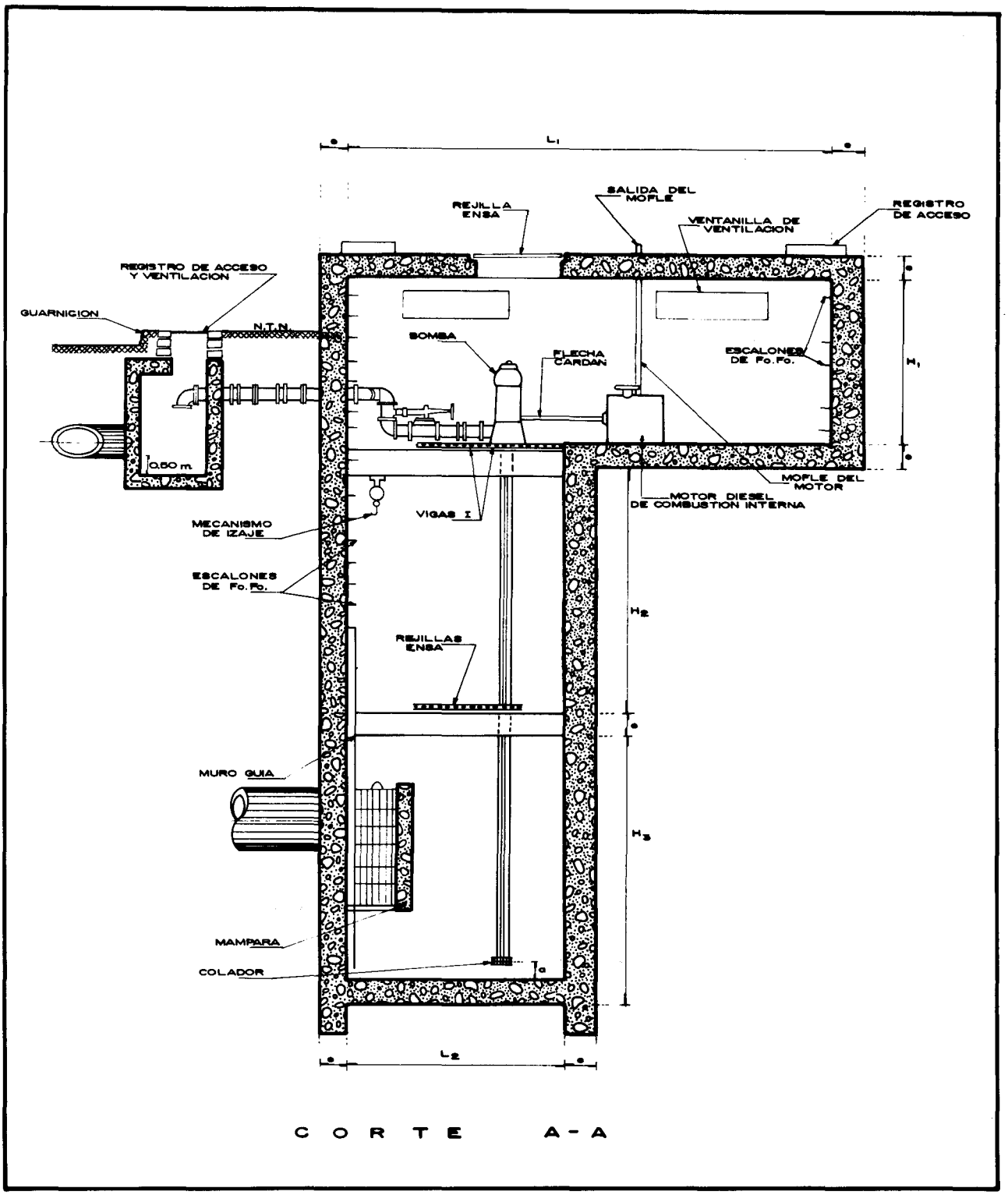
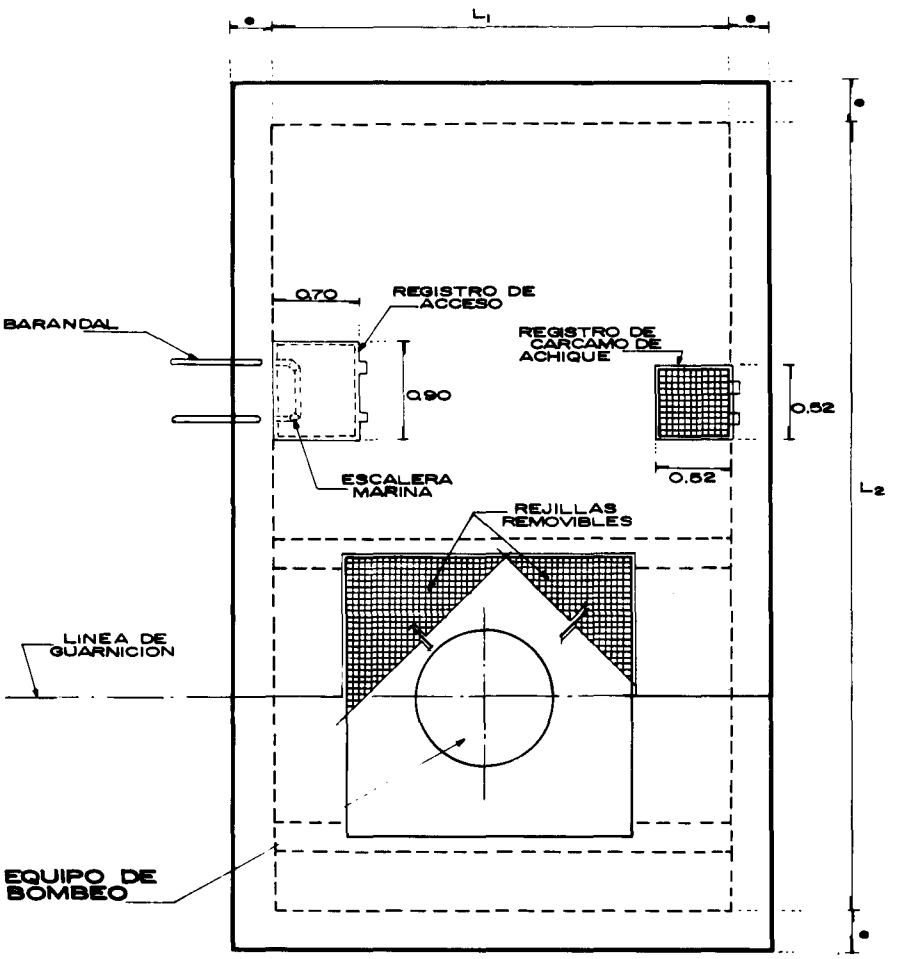


Fig 005-7 Cárcamo de bombeo.
Elevación



Acotaciones , en cm

Fig 005-8 Caseta. Pozo de bombeo. Planta superior

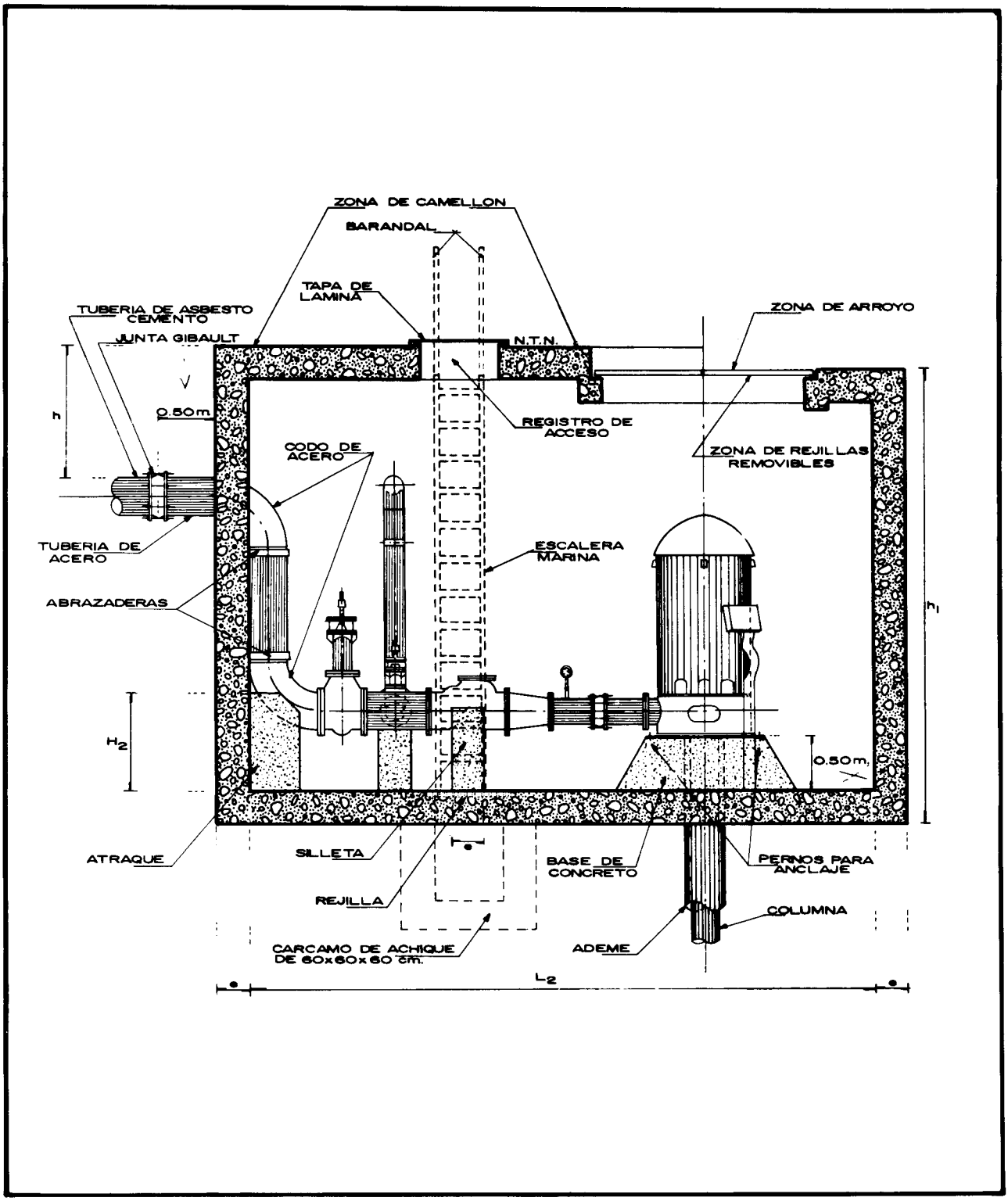


Fig 005-9 Caseta. Pozo de bombeo. Elevación

CAPITULO 2.05.02.001

INTRODUCCION

El crecimiento urbano demanda servicios que, en muchos casos, deben instalarse a lo largo de las calles, sobre arroyos, camellones o banquetas. Entre otros servicios, el sistema de transporte colectivo Metro genera obras en la vía pública que obligan al uso restringido de la vialidad, lo que da por resultado la desviación de los flujos vehiculares.

Estos desvíos del tránsito obligan a la realización de planteamientos basados en aforos vehiculares, programas de construcción, manuales y reglamentos que ordenen las condiciones de operación del tránsito en las zonas de obra.

El presente documento incluye los requerimientos que deben cumplirse para cualquier desviación de los flujos vehiculares que se llevan a cabo en la Ciudad de México. Su proyecto, implantación y control se desarrollará dentro de las normas de seguridad y las condiciones de operación que eviten molestias y a su vez den seguridad a los usuarios de la vía pública, además de garantizar el buen desarrollo de las obras del Metro.

CAPITULO 2.05.02.002

GENERALIDADES

002.A DEFINICION

Un desvío de tránsito es el cambio temporal de una ruta establecida, que se debe sustituir por otra u otras vías alternas a ésa; en este caso, es provocado por la construcción del Metro y afecta la continuidad del tránsito vehicular y peatonal, así como al transporte público en una determinada zona urbana, dependiendo de la magnitud de la obra. Para la realización de un desvío de tránsito, se debe contar con tres elementos principales: la estructura vial, los flujos vehiculares y peatonales y los dispositivos para el control del tránsito.

002.B OBJETIVOS

El desarrollo de un proyecto de desvío de tránsito, inducido por la construcción del Metro de la Ciudad de México, deberá cumplir con los siguientes objetivos:

002.B.01 Evitar la interferencia de la obra del Metro con los flujos de viajes en la ciudad. Para cumplir con lo indicado en el capítulo 2.10.2 "Dispositivos para protección de obras viales" de las Normas Generales de Construcción del Departamento del Distrito Federal (NGC-DDF), la construcción de los tramos, estaciones y paraderos del Metro, debe incluir un programa de obra que evite en lo posible la interferencia del tránsito con la obra.

002.B.02 Ofrecer alternativas de recorrido durante la ejecución de las obras. Los itinerarios establecidos, según el reglamento para el transporte público, y por costumbre para el transporte individual, no deben afectarse en forma importante, para lo cual se instalarán los dispositivos adecuados que minimicen los problemas de congestionamiento, los accidentes de tránsito y las molestias al público en general, como se indica en los incisos 2.10.2.1.1 "Marco general" y 2.10.2.1.2 "Objetivos" de las NGC-DDF.

002.B.03 Informar sobre los itinerarios alternos. Para garantizar que se cumpla con los dos objetivos anteriores debe establecerse un sistema de información, que dependiendo del tipo de desvío, permita a los usuarios de la vía pública seleccionar el recorrido alterno más conveniente a sus intereses de acuerdo con lo señalado en los incisos 2.10.2.1.1 "Marco general" y 2.10.2.1.2 "Objetivos" de las NGC-DDF.

Este sistema de información deberá estar compuesto, cuando menos de tres partes, a saber:

002.B.03.a Dispositivos de control de tránsito compuestos principalmente por señalamiento vertical, que induzcan los flujos vehiculares por los recorridos alternos.

002.B.03.b Boletines de prensa o volantes que informen a los usuarios sobre las características del desvío, tales como magnitud, rutas alternas, duración estimada, etcétera.

002.B.03.c Boletines de prensa por radio y televisión, de modo que se ofrezca una mayor difusión del desvío.

002.B.04 Proteger a los trabajadores encargados de la construcción del Metro. La instalación de dispositivos para protección de obras viales debe ser congruente con las necesidades de protección de las obras del Metro; por lo tanto, deben utilizarse bajo las condiciones establecidas en el capítulo 2.10.2 y cumpliendo con el objetivo (b) del inciso 2.10.2.1.2 de las NGC-DDF.

002.B.05 Proteger a los peatones. La protección a los peatones es tan importante como la de la obra y la de los trabajadores, por lo que se debe cumplir con lo señalado en el capítulo 2.10.2 de las NGC-DDF.

002.C ESTRUCTURA VIAL

Para el planteamiento de los desvíos de tránsito, deben regir las definiciones que sobre la estructura vial se encuentran en el capítulo 2.10.1 "Criterios de planeación vial urbana" de las NGC-DDF. Estas definiciones sirven también para la interpretación de las presentes especificaciones.

002.C.01 RED PRIMARIA

Según el inciso 2.10.3.2 de las NGC-DDF, el subsistema vial primario consta de autopistas, arterias principales y arterias.

002.C.02 RED SECUNDARIA

En el inciso 2.10.2.3.3 de las mismas normas, el subsistema vial secundario se divide en calles colectoras, calles locales, ciclopistas y calles peatonales.

002.D FLUJOS VEHICULAR Y PEATONAL

Los flujos de peatones y de vehículos constituyen dos de los tres factores que conforman el tránsito; ellos son, los usuarios y el medio para su transporte. A continuación se concreta la importancia de los desvíos de tránsito respecto a las formas de transporte.

002.D.01 TRANSPORTE MASIVO DE SUPERFICIE

Transporte es el traslado de personas y/o mercancías de un lugar a otro; es la acción de transportar (Inciso 2.10.1.2.2 de las NGC-DDF). El transporte puede clasificarse en masivo, colectivo e individual. Los dos primeros tipos son de carácter público, conforman el transporte de superficie y se dividen en tres partes que son:

002.D.01.a El transporte público de pasajeros en autobuses urbanos dentro del Distrito Federal; este servicio lo presta la empresa paraestatal "Autotransportes Urbanos de Pasajeros Ruta 100".

002.D.01.b El Sistema de Transportes Eléctricos (STE), es también una empresa descentralizada del gobierno del Distrito Federal.

002.D.01.c Los taxis, en sus distintas modalidades de: Colectivos (taxis de itinerario fijo), los de sitio y los taxis sin itinerario fijo.

002.D.01.d Las tres formas de transporte antes mencionadas utilizan de manera cotidiana las arterias principales, las arterias y las calles colectoras para la prestación del servicio al que están dedicados (capítulos 2.10.1 de las NGC-DDF).

002.D.01.e La cancelación de la continuidad del tránsito, en cualquier itinerario de transporte, es motivo de proyecto, información, implantación y control de un desvío de tránsito.

002.D.01.f El establecimiento de un desvío de tránsito, que afecte al transporte masivo de superficie, deberá cumplir con las NGC-DDF en lo relativo a los tipos de señalamiento y a la instalación de los dispositivos para la protección de obras.

002.D.01.g El transporte colectivo de superficie tiene prioridad sobre el transporte individual.

002.D.01.h En los casos en que las obras del Metro tengan que provocar desvíos locales, zonales o regionales del tránsito, se buscará la posibilidad de mantener el transporte colectivo dentro de un itinerario cercano al de la ruta originalmente establecida.

002.D.01.i En los casos en que se pueda conservar la ruta de transporte coincidiendo con la zona de obra, deberá establecerse un sistema de información que prevenga la ocurrencia de accidentes para los usuarios y para los vehículos que prestan servicio en dicha zona.

002.D.01.j De preferencia, el transporte público utilizará las partes disponibles del arroyo, en los casos de bandeo del tránsito, de acuerdo a los procedimientos de construcción de la obra.

002.D.02 TRANSPORTE INDIVIDUAL

Tanto para el transporte masivo como para el individual, la definición contenida en el inciso 2.10.1.2.2 de las NGC-DDF, resulta válida. Con estas consideraciones se establecen las siguientes condiciones:

002.D.02.a El grado de ocupación del transporte individual tiene como promedio 1.75 pasajeros por vehículo.

002.D.02.b El área vial ocupada por el transporte individual es de 7.64 m^2 por persona y la correspondiente área para el transporte público es de 0.5 m^2 por persona.

002.D.02.c Con base en las dos consideraciones anteriores, es evidente la ventaja de dar preferencia al transporte público de pasajeros, sobre el transporte individual.

002.D.02.d El transporte individual debe respetar las indicaciones de desvío y protección de obras que las autoridades de la Ciudad establezcan en cada caso particular de trabajos en la vía pública.

002.D.02.e Las condiciones que deben cumplir los desvíos del tránsito estarán regidas por las características particulares de la estructura vial de cada zona en que haya que implantar un desvío del tránsito vehicular o peatonal.

002.D.03 VIAJES PEATONALES

Por su volumen diario y horario, los viajes a pie tienen una importancia tan grande como la de los viajes en vehículos público o privados.

Las dificultades a las que se enfrenta el tránsito peatonal son mayores que las de los vehículos automotores; por esto, deben ser mayores las precauciones que se tomen para proteger a los peatones.

002.D.03.a Los dispositivos para protección de las obras viales son, simultáneamente, elementos de protección de las personas que circulan en la colindancia con las obras. Como ya quedó establecido, los sistemas de protección de obras viales se pueden utilizar con igual eficiencia para las obras del Metro y por lo tanto de los peatones que circulan en las calles en que se construyen.

002.D.03.b Debido a la peligrosidad de la construcción del Metro, en los casos en que se considere necesario los desvíos de tránsito pueden incluir a los flujos peatonales. De este modo se garantiza la seguridad de la obra y la de los usuarios de la vía pública.

002.D.03.c Los desvíos del tránsito peatonal pueden ser de tipo local, zonal, o regional dependiendo de las condiciones de la obra.

002.D.03.d En condiciones restringidas de uso de la vía pública, debe darse preferencia a los peatones, en segundo lugar al transporte público y finalmente al transporte individual en vehículos automotores (capítulo 2.10.2 de las NGC-DDF).

002.D.03.e Los pasillos de circulación de peatones, para garantizar la seguridad del tránsito, deben cumplir con la amplitud necesaria para que la circulación conserve un nivel de servicio adecuado a las necesidades de la actividad que se desarrolle en la coincidencia con la construcción del Metro.

002.E DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DEL TRANSITO

Es prudente advertir que el señalamiento para controlar el tránsito exige la concurrencia de los siguientes requisitos:

Satisfacer una necesidad importante, llamar la atención a los usuarios de las calles, transmitirles un mensaje específico y claro, imponerles respeto, y estar situados en el lugar apropiado y a la distancia normalizada en el capítulo I "Señales Preventivas" del Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras, publicado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), Quinta Edición, 1986, a fin de dar tiempo a reaccionar.

002.E.01 SEÑALES USADAS PARA PROTECCION DE OBRAS

El propósito de estas señales es el de controlar y guiar el tránsito en una zona en obra y su reglamentación es la misma que la de los dispositivos para el control del tránsito con excepción de la ubicación, ya que ésta puede tener variaciones en longitud o latitud, pero en ningún caso deberá contraponerse a las especificadas para el señalamiento permanente del capítulo I del Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras de la SCT.

002.E.01.a Existen tres tipos de señales para protección de obras, que de acuerdo a su función específica se clasifican en: preventivas, restrictivas e informativas; su definición y uso se encuentran enmarcados respectivamente en los incisos 2.10.2.3.1, 2.10.2.3.2 y 2.10.2.3.3, de las NGC-DDF.

002.E.01.b Tanto las señales como los dispositivos de canalización deben cumplir con las NGC-DDF.

En los casos en que la obra requiera condiciones de protección no establecidas en dichas Normas, se deberán seguir los lineamientos contenidos en el Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras, editado por la SCT (inciso 2.10.2.4.2 de las NGC-DDF).

002.E.01.c El proyecto de protección de las obras, está sujeto a los lineamientos de "Control del desarrollo del proyecto", incluidos en el inciso 2.10.1.5.3 de las NGC-DDF.

002.E.02 LEYENDAS

Las leyendas que se incluyen en el señalamiento de desvíos del tránsito, tiene como condición informar sobre las características del funcionamiento provisional de las calles y sobre las razones que provocan el desvío.

002.E.02.a Estas leyendas deben tener carácter provisorio y su redacción expresará claramente este requisito.

002.E.02.b El tipo y tamaño de las letras, números, flechas, etc., así como el número de renglones y su distribución general deberán seguir las mismas recomendaciones que se han establecido para señales de carácter permanente, en el Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras, Capítulo VI, inciso DP-1 de la SCT y siguientes.

002.E.03 DISPOSITIVOS DE CANALIZACION

Los dispositivos de canalización son elementos cuya función específica es la de presentar obstáculo real o oparente a los usuarios de calles ocupadas por cualquier tipo de obra. Estos elementos deben ser explicativos por sí mismos, y se protegerán con señales anticipadas en el día y dispositivos luminosos o reflejantes por la noche.

002.E.03.a Los dispositivos de canalización que obligadamente se deben usar son: bandereros, barreras, conos, delineadores, tambores, lámparas de destello, banderolas, banderines y marcas de pintura en el piso.

La definición, alcances y usos de estos dispositivos se encuentran contenidos en el inciso 2.10.2.2.2 de las NGC-DDF.

CAPITULO 2.05.02.003

ESTUDIOS PREVIOS

Para la elaboración de los proyectos de desvíos de tránsito, deberán desarrollarse los estudios y los trabajos de campo que permitan plantear las alternativas de desviación del tránsito.

003.A TRABAJOS DE CAMPO

Los trabajos de campo mínimos necesarios, que deben realizarse para proponer las alternativas de desvíos del tránsito por obras del Metro son: Aforos vehículares, inventarios de rutas de transporte, inventarios de instalaciones municipales y recorridos personales sobre las rutas alternas propuestas para el desvío.

003.A.01 AFOROS VEHICULARES

Los aforos vehiculares para los desvíos de tránsito, deben realizarse tanto en las calles por cerrar a la circulación, como en las que pueden formar parte de las rutas alternas propuestas.

003.A.01.a La duración de los aforos dependerá de la intensidad del tránsito vehicular en las calles que se estén estudiando.

En vías rápidas, de acceso controlado, arterias o arterias principales, el aforo debe ser cuando menos de 12 horas.

003.A.01.b En las vías secundarias, calles colectoras y locales, el tiempo de aforo puede variar entre dos y ocho horas, según las condiciones del tránsito vehicular; los aforos se harán en los periodos de máxima afluencia en la mañana y en la tarde.

003.A.01.c Para complementar la información de los aforos, debe hacerse un inventario del señalamiento, medir los ciclos de los semáforos y obtener las secciones transversales de los accesos. Es indispensable obtener estos datos, en todos los cruceros en que se realicen aforos.

003.A.01.d Es necesario que todos los aforos contengan la información clasificada por movimientos direccionales y composición vehicular.

Estos datos se deben agrupar para cada periodo de 15 minutos, a fin de facilitar el análisis estadístico.

003.A.02 INVENTARIOS DE TRANSPORTE

El servicio de transporte público de pasajeros de la Ciudad de México tiene tres principales modalidades de transporte: los autobuses, los trolebuses y los taxis colectivos. Por ser parte del sistema de transportación masiva, a estos servicios se les debe dar preferencia en cualquier caso de desvío de tránsito.

003.A.02.a Para lograr que se dé preferencia al servicio público de transporte, es necesario conocer los itinerarios de cada una de las rutas, diferenciando los modos de transporte, los movimientos direccionales en cada crucero y el tipo de los vehículos registrados.

003.A.02.b Es conveniente realizar los inventarios en forma separada, para posteriormente plantear las alternativas de modificación de itinerarios, de manera que puedan diferenciarse los modos de transporte.

00.A.02.c La revisión de los itinerarios en campo es obligatoria, puesta que permite localizar paradas y puntos obligados del recorrido que es necesario respetar tales como: cruces, carriles exclusivos, cableados, retenidas, cobertizos, etcétera.

003.A.03 INVENTARIO DE INSTALACIONES MUNICIPALES

Los servicios municipales, tales como alumbrado público, dotación de gas, agua potable, energía eléctrica, drenaje y semaforización resultan afectados por las obras necesarias para la implantación de los desvíos de tránsito.

003.A.03.a El levantamiento topográfico de las instalaciones de servicios públicos deberá realizarse y tomarse en cuenta para la elaboración de los proyectos de desvíos vehiculares.

003.A.03.b Las obras inducidas por los desvíos de tránsito en las instalaciones de servicio público, deben tratarse en forma igual a las que resultan de la construcción del Metro.

003.A.04 RECORRIDOS

Como actividad intermedia entre el proyecto de desvíos viales y su implantación, es conveniente realizar recorridos personales sobre las rutas propuestas para los desvíos.

003.A.04.a La realización de estos recorridos tiene como finalidad la verificación de la factibilidad de que sean implantados los desvíos de tránsito que se propongan.

003.A.04.b Es indispensable que los recorridos de verificación de los desvíos de tránsito se hagan con la representación autorizada de las entidades involucradas, tales como: servicios públicos prestatarios del transporte, jefes de área de la Secretaría General de Protección y Vialidad (SGPV), dependencia contratante y empresa contratista.

003.A.04.c Los resultados de cada uno de los recorridos de revisión de los desvíos de tránsito deberán asentarse en actas y en planos definitivos, que serán aprobados por los presentes.

003.B TRABAJOS DE GABINETE

Tan importantes como los trabajos de campo, son los

trabajos de gabinete, en los que se deben tomar en cuenta todas las especificaciones para el establecimiento de los desvíos de tránsito en la obra. Los principales trabajos de gabinete son: identificación de la zona de trabajo, análisis de la información recopilada para la elaboración de las propuestas, y planteamiento de las alternativas de solución.

003.B.01 IDENTIFICACION DE LA ZONA DE TRABAJO

Para identificar la zona en que se implantará un desvío de tránsito, deben tomarse en cuenta los siguientes aspectos:

003.B.01.a Se localizará gráficamente el trazo de la línea de Metro en un plano de trabajo, a una escala conveniente.

003.B.01.b Se identificarán, en el mismo plano, los tramos en que para el programa de obra se haya dividido la línea en estudio.

003.B.01.c Se señalarán los inventarios de rutas de transporte público de superficie y de instalaciones municipales, que interfieren o cruzan el derecho de vía propuesto para la nueva línea del Metro.

003.B.01.d Dependiendo de la disponibilidad de vías alternas, se determinará el tipo de desvío necesario, el cual podrá ser local, zonal o regional y se delimitará la zona de trabajo para el desarrollo del proyecto de desvíos de tránsito.

003.B.02 ANALISIS DE LA INFORMACION

Toda la información recopilada en campo, para desvíos de tránsito, es susceptible de análisis.

003.B.02.a Los aforos obtenidos en cada una de las intersecciones seleccionadas, deberán analizarse para obtener la hora de máxima demanda, los volúmenes direccionales y la composición vehicular.

003.B.02.b Los levantamientos de secciones transversales y ciclos de semáforos se usarán para elaborar los análisis de capacidad y, en caso necesario, proponer la modificación de las condiciones de control semaforizado de las intersecciones.

003.B.02.c El inventario de rutas de transporte, después de analizado, permitirá conocer itinerarios, frecuencias, grado de ocupación, etc., con el fin de determinar la magnitud del efecto que la desviación del tránsito puede provocar en el transporte público.

003.B.02.d El estudio de las instalaciones municipales que interfieren en las obras del Metro o con los desvíos de tránsito, debe dar por resultado el establecimiento de etapas de construcción o de desvíos, de tal forma que se minimicen esas interferencias con el tránsito vehicular y especialmente con el transporte público.

003.B.03 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS

Las restricciones impuestas a la circulación de vehículos por las obras del Metro, sus etapas de construcción, el desarrollo de obras inducidas y la demanda de transporte público, son todas las condiciones que deben tomarse en cuenta para la proposición de alternativas de desvío del tránsito.

003.B.03.a Las alternativas de desvío del flujo vehicular, deben proponerse en forma sucesiva, de menor a mayor complejidad y partiendo de lo general a lo particular.

003.B.03.b En todos los casos, las propuestas deben cumplir con lo especificado en el capítulo 2.05.02.004, de este mismo documento.

003.B.03.c Las alternativas se representarán gráficamente en planos de trabajo, con el fin de que sean revisadas en campo, de acuerdo al inciso 2.05.02.005. A.02 de estas Especificaciones.

003.B.03.d La selección de la alternativa definitiva se dibujará en planos de trabajo a escala 1:5000. ni para tomar las decisiones se requiriera de la elaboración de detalles, éstos se dibujarán a escalas adecuadas que faciliten su interpretación.

CAPITULO 2.05.02.004

ESPECIFICACIONES

004.A POR TIPO DE DESVIO

004.A.01 DESVIO LOCAL

Un desvío local de tránsito es aquél que afecta en forma mínima la circulación vehicular y permite en forma limitada el uso de las calles, a los vecinos del lugar.

Las rutas propuestas para el desvío no estarán alejadas de la ruta original más de 500 metros.

Las principales consideraciones para el proyecto de desvíos de tránsito local se incluyen en los siguientes incisos:

004.A.01.a Cuando en un barrio es necesario cerrar una calle cuyo volumen en la obra de máxima demanda no supera los 200 vehículos por hora (vph), se considera que el desvío provocado es local. Las señales que induzca el tránsito deben indicar que la calle sólo está en servicio para los vecinos del lugar.

Las condiciones con que deben redactarse los textos de las señales se establecen en el capítulo 2.10.2 de las NGC-DDF.

004.A.01.b En caso de que el desvío de tránsito planteado se haga en una calle colectora, se considera desvío local si el flujo que se induce utiliza una calle semejante que no esté alejada de la ruta original más de 500 metros (ver los lineamientos generales en el inciso 2.10.1.5.1 de las NGC-DDF).

004.A.01.c Si las calles colectoras alternas no se pueden utilizar para el desvío local, se buscará un itinerario a través de calles locales, procurando causar las mínimas molestias a los vecinos de la zona.

004.A.01.d El desvío es local en una arteria (vías primarias en intersecciones controladas con semáforos), si a lo largo de dicha arteria las obras que se estén realizando requieren de uno o dos carriles en una longitud no mayor de 500 metros.

004.A.01.e En este tipo de desvíos, además de las señales informativas deben usarse señales restrictivas para controlar el tránsito en la anchura libre restringida. Las restricciones deben incluir la orden de no estacionarse en la zona de reducción de carriles (cláusula 2.10.2.3, de las NGC-DDF).

004.A.01.f La canalización de los flujos vehiculares mediante barreras, se utilizará cuando en un solo arroyo se alojen los dos sentidos de circulación de la calle.

Si la anchura libre para la circulación de vehículos impide el tránsito simultáneo en ambos sentidos, deben adoptarse las condiciones marcadas en el inciso DP-45 del capítulo IV del Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras de la SOP, Cuarta Edición, 1977.

004.A.01.g Cuando el tránsito simultáneo en ambos sentidos pueda conseguirse con el uso de barreras separadoras, es obligatorio atender las indicaciones del inciso DP-46 del capítulo IV del mismo Manual.

004.A.01.h En una intersección controlada por semáforos se considera desvío local cuando las características de la obra obligan a cambiar el programa del ciclo para favorecer la continuidad en una calle. También se establece el desvío en la intersección, cuando la disminución del volumen de tránsito es tan importante que conviene cancelar la operación de los semáforos, en tanto se termina la obra que induce esa disminución del tránsito.

004.A.01.i En arterias principales o en autopistas, el desvío se clasifica como local cuando se clausura, como máximo, un carril en cada sentido y el flujo vehicular se canaliza hacia cualquier lado de la calle sin obstruir completamente el paso.

En todos los casos de reducción de carriles se deben justificar las medidas que se tomen en función de la capacidad de la vía, de los volúmenes en la hora de máxima demanda, detectada o deducida, según el aforo de vehículos y su estimación en el momento de la obra.

004.A.01.j El desvío es local en un sector de la Ciudad, cuando se cambia el tránsito normal a otras calles locales o colectoras, y únicamente se permite la circulación de autos de los habitantes de ese sector.

004.A.02 DESVIO ZONAL

Se considera desvío zonal, toda modificación del tránsito vehicular en el que las rutas propuestas para el desvío estarán alejadas de la ruta original, una distancia comprendida entre 500 y 1000 m, según los lineamientos generales del inciso 2.10.1.5.1 de las NGC-DDF.

004.A.02.a Cuando una calle colectora se cierre a la circulación, y por diversas causas el desvío del tránsito no pueda efectuarse por calles alternas ubicadas a distancias menores de 500 m, deberán utilizarse otras calles colectoras que se encuentren a una distancia no mayor de 1000 m, de acuerdo con lo establecido en el inciso 2.10.1.5.1 de las NGC-DDF.

004.A.02.b En el caso de las arterias o de las intersecciones formadas por arterias, los flujos vehiculares ligeros, pesados y de autobuses, se podrán desviar a otras arterias que se encuentren alejadas, como máximo, a una distancia de 1500 metros.

004.A.02.c También se considera desvío zonal el cierre parcial de una intersección formada por arterias principales. El tránsito de una o más de las arterias que se tengan que cerrar no deberá desviarse por rutas alternas alejadas más de 1500 m, de acuerdo

con el inciso 2.10.1.5.1 de las NGC-DDF.

004.A.02.d El desvío zonal puede ser resultado de una modificación en los ciclos de los semáforos. Si en dos o tres intersecciones aledañas al lugar de las obras se cambian las fases, de manera que se altere la operación vial de la zona, se deberá colocar el señalamiento informativo que permita seleccionar alternativas de recorrido que disminuyan los conflictos provocados por los cambios en la semaforización.

004.A.02.e En caso de que la obra obligue al cambio de sentido de circulación de cualesquiera de las calles adyacentes a la obra y como consecuencia se provoque un desvío vial que aumente los recorridos del tránsito entre 1000 y 1500 m, se deberá colocar el señalamiento provisional correspondiente para advertir sobre este cambio.

004.A.02.f Un desvío zonal, también puede obligar a la realización de obras menores, tales como la apertura de pasos en camellones que faciliten cambios de arroyo o la utilización de encauzamientos hacia otras vías; esto puede provocar alteraciones de recorrido hasta de 1500 metros.

En este tipo de obras, deberá preverse el retiro o trasplante de árboles, las obras inducidas de instalaciones municipales y la pavimentación provisional.

004.A.02.g Las restricciones de circulación a vehículos pesados en las calles cercanas a la obra, se considerarán como desvío zonal cuando se altere de manera importante la actividad productiva del lugar. En estos casos, es obligatorio establecer rutas alternas que satisfagan las necesidades de abasto y distribución de los materiales y productos en forma particular a cada fábrica o comercio.

004.A.02.h La cancelación parcial de la circulación sobre una arteria, en la que se dé preferencia al transporte público, puede significar un desvío zonal si los vehículos particulares tienen que seguir recorridos alternos de 1000 a 1500 m de longitud adicional.

004.A.02.i El correcto funcionamiento de los desvíos zonales está basado en el proyecto adecuado del señalamiento correspondiente, por lo que se deberán cumplir las condiciones establecidas en el capítulo 2.10.2 de las NGC-DDF, en la cláusula 2.05.02.002.E de esta Sección y en los incisos relativos de este documento.

004.A.03 DESVIO REGIONAL

Se denomina desvío regional, toda modificación al tránsito de vehículos, que induzca los flujos originales a calles colectoras, arterias y arterias principales, distantes más de 1500 m de la ruta original, aun cuando el tránsito afectado no constituya el volumen total.

004.A.03.a El cierre de una arteria, en una longitud mayor de 1500 m, y cuyo flujo sea necesario desviarlo de la zona de obra más de 500 m, establece un desvío regional.

004.A.03.b Las condiciones de utilización de la estructura vial, por necesidades de desvíos regionales de tránsito, deben ajustarse a los lineamientos generales que especifican el espaciamiento de la red vial urbana, según el inciso 2.10.1.5.1 de las NGC-DDF.

004.A.03.c Se considera desvío regional al cierre total de una intersección formada por arterias principales en todos sus accesos, y que tengan como efecto una variación tan importante en la operación de las calles cercanas, que se obligue al tránsito a recorridos mayores de 1500 m adicionales.

004.A.03.d Cuando por requerimientos de la obra se tengan que modificar los ciclos de los semáforos de más de tres intersecciones, de tal manera que se altere el funcionamiento vial, se considerará desvío regional.

004.A.03.e Un desvío regional puede forzar la realización de obras viales menores, inducidas por el tránsito, tales como cambios de arroyo, uso de calles en doble sentido, y cortes o modificaciones de isletas y camellones; estas obras tienen como fin disminuir las molestias provocadas por el desvío.

004.A.03.f Otro efecto de un desvío de tránsito regional puede ser la modificación de los sentidos de circulación en varias calles, pero en ningún caso se permitirá el cambio de sentido de circulación en arterias principales o autopistas.

004.A.03.g Para garantizar la correcta operación de la vialidad durante la permanencia de un desvío regional, es indispensable cumplir con las normas marcadas en el capítulo 2.10.2 "Dispositivos para Protección de Obras Viales" de las NGC-DDF.

004.B POR LA OBRA DEL METRO

Los desvíos del tránsito son conceptualmente una obra inducida por la construcción de alguna instalación de servicio municipal sobre la vía pública.

Los tipos de obra que pueden provocar un desvío de tránsito abarcan muy variadas condiciones. La magnitud de la obra, su complejidad y su duración no necesariamente tienen una relación directa con el tipo de desvío que se genera.

Por esta razón se describen a continuación las características de la obra del Metro que pueden dar lugar a cada tipo de desvío.

004.B.01 METRO ELEVADO

004.B.01.a Cuando se construya una línea elevada sobre una vía de doble sentido de circulación con camellón, en la cual se tengan grandes volúmenes vehiculares, se desviará el tránsito de uno de los arroyos y se procurará no afectar mas que un carril del otro arroyo.

004.B.01.b En los casos en que sea posible se canalizarán a un sólo arroyo los flujos vehiculares de los dos sentidos de circulación.

004.B.01.c Si por requerimientos de la obra no es posible utilizar ninguno de los arroyos, el tránsito se desviará a las calles más próximas.

004.B.01.d Los cruces de calles importantes con la vía en obra, deberán cerrarse según un programa de obra con el que se evite la cancelación simultánea de

la circulación transversal en calles adyacentes.

004.B.01.e De preferencia, se establecerá un desvío local en todas las calles secundarias que confluyan a la zona en obra, restringiendo la circulación una o dos cuadras antes.

004.B.01.f En todas las situaciones anteriormente descritas deben colocarse los dispositivos de protección de obras correspondientes.

De ser posible, se colocará un cercado en la zona de obra para protección adicional de los peatones, los automovilistas y los trabajadores.

004.B.01.g En todos los accesos a las zonas de obra deberá haber vigilantes y bandereros para facilitar las maniobras de entrada y salida de equipo y maquinaria según se establece en el capítulo 2.10.2 "Dispositivos para Protección de Obras Viales" de las NGC-DDF.

004.B.01.h La existencia de cualquier centro de generación de viajes, que provoque un intenso movimiento vehicular y peatonal, debe protegerse mediante el uso de barreras que separen los diferentes flujos de acuerdo con lo señalado en el inciso 2.10.2. 2.2 de las NGC-DDF.

004.B.01.i Cuando la construcción del Metro elevado cruce un entronque importante se procurará no interrumpir el tránsito de ninguno de sus accesos; si esto no fuera posible, se programarán los desvíos de tránsito en forma intermitente pudiendo ser sólo de noche, los fines de semana, en vacaciones, etcétera.

004.B.01.j En las intersecciones con arterias principales los métodos constructivos y los programas de obra deben conciliarse a fin de cancelar la circulación vial el menor tiempo posible.

004.B.02 METRO SUPERFICIAL

004.B.02.a Las características de las calles que pueden alojar una línea superficial del Metro son muy semejantes a las requeridas para una línea elevada; por esta razón, las consideraciones para el proyecto de los desvíos de tránsito, provocados por la construcción del Metro elevado, también se pueden utilizar en este caso. Algunos factores adicionales se describen a continuación.

004.B.02.b Debido a que el derecho de vía de las líneas superficiales forma una barrera física entre un arroyo y otro de la vía en obra, es necesario tomar todas las precauciones para mantener la comunicación de vehículos y peatones, entre ambos lados, antes, durante y después de la obra.

004.B.02.c La continuidad de las arterias principales no puede ser cancelada en forma definitiva por la obra del Metro; por esto, será necesario construir pasos a desnivel inferiores o superiores, que mantengan las condiciones de circulación anteriores a la obra. Así, se dará cumplimiento a las normas de espaciamiento entre arterias principales, contenidas en el capítulo 2.10.1 "Criterios de planeación vial urbana de las NGC-DDF.

004.B.02.d La condición de continuidad de los flujos peatonales se da en diferentes circunstancias pero deben construirse puentes peatonales en puntos estratégicos, que permitan cruzar sobre la línea superficial del Metro. Durante la obra, los puentes pueden ser provisionales, aunque en forma simultánea se construyan los que serán definitivos. La separación máxima recomendable entre puentes peatonales es de 500 metros.

004.B.02.e Es importante hacer hincapié en la conveniencia de colocar un cercado alrededor de la zona de trabajo y definir las áreas de circulación de vehículos y peatones en sus inmediaciones. Además, el empleo de vigilantes y bandereros en los accesos a la construcción es indispensable para la seguridad de los vecinos y los trabajadores, conforme a lo señalado en el capítulo 2.10.2 "Dispositivos para Protección de Obras Viales", de las NGC-DDF.

004.B.03 METRO SUBTERRANEO

La construcción del Metro subterráneo, en sus dos opciones de solución, en cajón y en túnel, tiene algunas coincidencias con los otros sistemas constructivos, respecto a las necesidades de protección de la obra.

Sin embargo, debido a que la amplitud de las calles en que se pueden utilizar estas soluciones es mucho menor, conviene puntualizar las restricciones y requerimientos para la protección de las obras del Metro subterráneo.

004.B.03.a La construcción del Metro subterráneo en cajón se efectúa generalmente a cielo abierto. En consecuencia, el cercado perimetral de la obra se considera obligatorio y el señalamiento debe colocarse con profusión con el fin de advertir el peligro que significa cruzar las barreras, según se establece en el capítulo 2.10.2 "Dispositivos para Protección de Obras Viales" de la NGC-DDF.

004.B.03.b Por el tipo de obra, las calles que se utilizan para la construcción del Metro subterráneo, con solución en cajón, deben ser cerradas a la circulación en toda su longitud. En los tramos en que la amplitud de las calles sea suficiente, se permitirá el tránsito local para acceso a los predios. En ningún caso se cancelará la circulación peatonal.

004.B.03.c Bajo estas condiciones, se plantearán los desvíos de tránsito, procurando utilizar las calles alternas más próximas.

004.B.03.d Los cruces de calles importantes, con la vía en obra, se cerrarán de acuerdo con un programa de construcción que establezca las fechas de cancelación del tránsito en los cruces, evitando que esta cancelación se haga en forma simultánea para ambos sentidos.

004.B.03.e Es conveniente establecer un desvío en todas las calles secundarias que confluyan a la zona de obra, restringiendo la circulación una o dos cuadras antes.

004.B.03.f Las excavaciones profundas resultantes de la construcción del Metro, en la colindancia con cruceros viales en servicio, deben protegerse con obstáculos de manera que por la noche puedan iluminar-

se con mecheros, lámparas o reflectores, para advertir el peligro, de acuerdo con lo señalado en el capítulo IV, DP 37 a 40 del Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras, de la SOP, Cuarta Edición, 1977.

004.B.03.g En los accesos a la zona de obra deberán ubicarse vigilantes y bandereros, para facilitar las maniobras de entrada y salida de equipo y maquinaria según se establece en el capítulo 2.10.2 "Dispositivos para Protección de Obras Viales", de las NGC-DDF.

004.B.03.h La circulación de peatones en la colindancia con la obra, se debe proteger con el uso de barreras que la separen de la circulación vehicular, en especial en los cruceros en servicio, como se indica en el inciso 2.10.2.2.2 de las NGC-DDF.

004.B.03.i Debido a que la excavación, y su correspondiente protección, forma una barrera física para el tránsito transversal, es obligatorio construir pasos provisionales para los peatones, en los casos en que la longitud entre cruceros en operación sea mayor de 500 metros.

004.B.03.j Cuando la configuración urbana no permita afectaciones, ni a los predios ni a la actividad de la Ciudad, la opción es construir el Metro subterráneo en túnel.

004.B.03.k Este sistema constructivo es recomendable cuando el trazo del Metro coincide con autopistas y arterias principales. Por la importancia de los flujos vehiculares que circulan en este tipo de vías, hacer desvíos o interrupciones del tránsito resulta muy costoso.

004.B.03.*l* En general, las condiciones establecidas para la construcción del Metro en cajón, son aplicables a la solución en túnel; por lo tanto, se deben consultar las Especificaciones, las Normas Generales de Construcción y el Manual de Señalamiento para el Control del Tránsito en el Distrito Federal, del DDF y el Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras, editado por la SOP, para resolver cualquier situación de seguridad en la obra.

CAPITULO 2.05.02.005

REPRESENTACION GRAFICA

La representación gráfica de los desvíos de tránsito debe hacerse en planos y boletines que permitan una identificación clara de las rutas alternas para la circulación de los automovilistas y del transporte público.

005.A PLANOS

Los planos constituyen los principales documentos de representación gráfica de los desvíos de tránsito.

005.A.01 ESCALAS

Las escalas que se deben usar para el dibujo de los desvíos de tránsito, pueden variar de acuerdo a la magnitud y tipo del desvío.

005.A.01.a Para desvíos locales, la escala de dibujo recomendable es 1:2000 y los detalles de intersecciones, bandeos, enlaces y adecuaciones que fueran necesarios, se harán en planos a escala 1:500.

005.A.01.b Para desvíos zonales, la escala más conveniente es 1:5000. Los detalles de cualquier tipo se dibujarán a escala 1:500.

005.A.01.c Los desvíos regionales, por la cobertura territorial que tienen, deben representarse en escalas no menores a 1:10 000, aunque algunos tramos o detalles convenga dibujarlos a escalas menores adecuadas, que faciliten su interpretación.

005.A.02 ALTERNATIVAS

Todas las alternativas de desvío que se propongan deberán representarse en planos separados.

005.A.02.a En cada una de las alternativas se representarán las etapas de construcción de los distintos tramos de la línea del Metro.

005.A.02.b Dependiendo de la conveniencia para el tránsito que se tenga que desviar, se podrá proponer la modificación de la secuencia de construcción establecida en el programa de obra.

005.A.02.c En cada una de las alternativas de solución, será posible identificar los siguientes elementos: Eje de trazo del Metro, etapas de construcción de los tramos, rutas existentes de transporte público de pasajeros diferenciados por modo, instalaciones municipales y propuestas de modificación de los flujos de tránsito. La utilización de la simbología adecuada permitirá la identificación de todos los elementos representados en cada plano.

005.A.02.d A cada una de las alternativas se le asignará los volúmenes de tránsito inducidos por el desvío vial. Simultáneamente, se hará la asignación de las rutas de transporte público afectadas por el desvío.

005.A.03 SELECCION DE LA MEJOR ALTERNATIVA

Para la selección de la alternativa que mejor satisfaga las necesidades de la obra, del tránsito, de los usuarios del transporte público y de las autoridades responsables, el Contratista del proyecto de desvío tiene la obligación de poner a la consideración de los responsables todas las alternativas de solución.

005.A.03.a La alternativa seleccionada deberá ser aprobada con base en el análisis de los datos representados y posteriormente al recorrido por las calles que forman el desvío.

005.A.03.b La solución definitiva del desvío vial, contendrá el proyecto de dispositivos para el control del tránsito y los necesarios para la protección de las obras.

005.A.03.c El plano o planos que conformen la alternativa final, requerirán la aprobación de las autoridades responsables del tránsito y el transporte en la Ciudad de México. Finalmente, se podrán hacer los envíos oficiales de los planos, para la implantación del señalamiento provisional correspondiente.

005.B BOLETINES

Todo el proceso de elaboración del proyecto de desvíos de tránsito como resultado de las obras del Metro, se resumirá en un boletín de prensa formado por dos partes: un croquis y una descripción sucinta.

005.B.01 CROQUIS

El croquis del boletín es una representación simpli-

ficada de la ruta que seguirá el desvío del tránsito global durante la obra, así como los itinerarios provisionales de las rutas de transporte.

Este croquis puede elaborarse sin escala, si cumple las siguientes condiciones: Ser reproducible al tamaño de media página de un diario común (35 x 25 cm aproximadamente), mostrar únicamente el recorrido modificado y presentar con toda claridad los nombres de las calles que se utilizarán y el periodo en que estará vigente el desvío de tránsito.

005.B.02 DESCRIPCION

De tanta importancia como el croquis, es la descripción que se haga del desvío. Las principales características que debe cumplir son: Brevedad, claridad y redacción que permita la difusión verbal por radio y televisión sin provocar confusiones.