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

VOLUMEN 2

3 CONSTRUCCION E INSTALACIONES

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 2

3 CONSTRUCCION E INSTALACIONES

COMISION DE VIALIDAD Y TRANSPORTE URBANO

MEXICO, ENERO DE 1987

©Copyright, 1987.
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., enero de 1987.

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
CAPITULO 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
2.04.03.003 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
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 Techados 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 Recubrimiento 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 de estaciones
3.01.02.012 Señalamiento en estaciones
3.01.02.013 Limpieza

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
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 de estaciones
3.01.03.015 Señalamiento en estaciones
3.01.03.016 Limpieza

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

CAPITULO 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 de 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 Excavación 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 Rellenos 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

CAPITULO 3.02.01.005 Colocación de durmientes
3.02.01.006 Instalación de rieles
3.02.01.007 Instalación de pistas
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 pistas
3.02.02.006 Instalación de barras guía
3.02.02.007 Instalación de aparatos de vía
3.02.02.008 Pruebas 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
CAPITULO 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 Sistema de control de seguridad

SECCION 3.02.13 INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS
CAPITULO 3.02.13.001 Instalación de tuberías de alimentación

CAPITULO 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 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
CAPITULO 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

CAPITULO	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
	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
CAPITULO	5.02.04.013	Transformadores para tracción
	5.02.04.014	Seccionadores e inversores manuales
	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 3 CONSTRUCCION E INSTALACIONES

PARTE 3.01 OBRA CIVIL
SECCION 3.01.01 EDIFICACION
CAPITULO 3.01.01.001 INTRODUCCION

CLAUSULA	001.A	Alcance	**1**- 1
	001.B	Referencias	**1**- 1
	001.C	Materiales	**1**- 2
	001.D	Equipo	**1**- 2
	001.E	Requisitos de ejecución	**1**- 2
	001.F	Sistema de medición	**1**- 2
	001.G	Conceptos de obra y bases de pago	**1**- 3

CAPITULO 3.01.01.002 ADAPTACION DE LAS AREAS DE TRABAJO

CLAUSULA	002.A	Descripción	**2**- 1
	002.B	Referencias	**2**- 1
	002.E	Requisitos de ejecución	**2**- 1
	002.F	Sistema de medición	**2**- 3
	002.G	Conceptos de obra y bases de pago	**2**- 3

CAPITULO 3.01.01.003 TRAZOS Y NIVELACIONES

CLAUSULA	003.B	Referencias	**3**- 1

CAPITULO 3.01.01.004 DEMOLICIONES Y DESMANTELAMIENTOS

CLAUSULA	004.B	Referencias	**4**- 1

CAPITULO 3.01.01.005 EXCAVACIONES PARA ESTRUCTURAS

CLAUSULA	005.A	Descripción	**5**- 1
	005.B	Referencias	**5**- 1
	005.E	Requisitos de ejecución	**5**- 1
	005.F	Sistema de medición	**5**- 2
	005.G	Conceptos de obra y bases de pago	**5**- 2

CAPITULO 3.01.01.006 PILOTES

CLAUSULA	006.A	Descripción	**6**- 1
	006.B	Referencias	**6**- 1
	006.E	Requisitos de ejecución	**6**- 1
	006.F	Sistema de medición	**6**- 7
	006.G	Conceptos de obra y bases de pago	**6**- 7

CAPITULO 3.01.01.007 PILAS

CLAUSULA	007.A	Descripción	**7**- 1
	007.B	Referencias	**7**- 1
	007.E	Requisitos de ejecución	**7**- 1
	007.F	Sistema de medición	**7**- 2
	007.G	Conceptos de obra y bases de pago	**7**- 2

CAPITULO 8.01.01.008 PLANTILLAS

CLAUSULA	008.A	Descripción	**8**- 1
	008.B	Referencias	**8**- 1
	008.E	Requisitos de ejecución	**8**- 1
	008.F	Sistema de medición	**8**- 2
	008.G	Conceptos de obra y bases de pago	**8**- 2

CAPITULO 3.01.01.009 MAMPOSTERIAS

CLAUSULA	009.B	Referencias	**9**- 1

CAPITULO 3.01.01.010 ZAMPEADOS

CLAUSULA	010.B	Referencias	**10**- 1

CAPITULO 3.01.01.011 RELLENOS EN ESTRUCTURAS

CLAUSULA	011.A	Descripción	**11**- 1
	011.B	Referencias	**11**- 1
	011.E	Requisitos de ejecución	**11**- 1
	011.F	Sistema de medición	**11**- 2
	011.G	Conceptos de obra y bases de pago	**11**- 2

CAPITULO 3.01.01.012 ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

CLAUSULA	012.A	Descripción	**12**- 1
	012.B	Referencias	**12**- 1
	012.E	Requisitos de ejecución	**12**- 2
	012.F	Sistema de medición	**12**- 9
	012.G	Conceptos de obra y bases de pago	**12**- 9

CAPITULO 3.01.01.013 ESTRUCTURAS DE CONCRETO PRESFORZADO

CLAUSULA	013.A	Descripción	**13**- 1
	013.B	Referencias	**13**- 1
	013.C	Materiales	**13**- 1
	013.E	Requisitos de ejecución	**13**- 2
	013.F	Sistema de medición	**13**- 5
	013.G	Conceptos de obra y bases de pago	**13**- 5

CAPITULO 3.01.01.014 ESTRUCTURAS DE ACERO

CLAUSULA 014.A	Descripción	**14-** 1
014.B	Referencias	**14-** 1
014.E	Requisitos de ejecución	**14-** 1
014.F	Sistema de medición	**14-** 1
014.G	Conceptos de obra y bases de pago	**14-** 1

CAPITULO 3.01.01.015 ESTRUCTURAS DE MADERA

CLAUSULA 015.A	Descripción	**15-** 1
015.B	Referencias	**15-** 1
015.C	Materiales	**15-** 1
015.E	Requisitos de ejecución	**15-** 1
015.F	Sistema de medición	**15-** 2
015.G	Conceptos de obra y bases de pago	**15-** 2

CAPITULO 3.01.01.016 MUROS EN EDIFICACIONES

CLAUSULA 016.A	Descripción	**16-** 1
016.B	Referencias	**16-** 1
016.E	Requisitos de ejecución	**16-** 1
016.F	Sistema de medición	**16-** 2
016.G	Conceptos de obra y bases de pago	**16-** 2

CAPITULO 3.01.01.017 CERCAS DE MALLA DE ALAMBRE

CLAUSULA 017.A	Descripción	**17-** 1
017.B	Referencias	**17-** 1
017.E	Requisitos de ejecución	**17-** 1
017.F	Sistema de medición	**17-** 1
017.G	Conceptos de obra y bases de pago	**17-** 1

CAPITULO 3.01.01.018 INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS

CLAUSULA 018.B	Referencias	**18-** 1

CAPITULO 3.01.01.019 INSTALACIONES ELECTRICAS EN EDIFICIOS

CLAUSULA 019.B	Referencias	**19-** 1

CAPITULO 3.01.01.020 HERRERIA

CLAUSULA 020.A	Descripción	**20-** 1
020.B	Referencias	**20-** 1
020.E	Requisitos de ejecución	**20-** 1
020.F	Sistema de medición	**20-** 3
020.G	Conceptos de obra y bases de pago	**20-** 3

CAPITULO 3.01.01.021 RECUBRIMIENTOS Y ACABADOS

CLAUSULA 021.B	Referencias	**21-** 1

CAPITULO 3.01.01.022 PISOS, ESCALONES, ZOCLOS Y ENTRECALLES

CLAUSULA 022.B	Referencias	**22-** 1

CAPITULO 3.01.01.023 TECHADOS Y CUBIERTAS

CLAUSULA 023.A	Descripción	**23-** 1
023.B	Referencias	**23-** 1
023.C	Materiales	**23-** 1
023.E	Requisitos de ejecución	**23-** 1
023.F	Sistema de medición	**23-** 2
023.G	Conceptos de obra y bases de pago	**23-** 2

CAPITULO 3.01.01.024 RELLENOS, ENTORTADOS, ENLADRILLADOS Y CHAFLANES EN AZOTEAS

CLAUSULA 024.A	Descripción	**24-** 1
024.B	Referencias	**24-** 1
024.E	Requisitos de ejecución	**24-** 1
024.F	Sistema de medición	**24-** 2
024.G	Conceptos de obra y bases de pago	**24-** 2

CAPITULO 3.01.01.025 IMPERMEABILIZACIONES

CLAUSULA 025.A	Descripción	**25-** 1
025.B	Referencias	**25-** 1
025.E	Requisitos de ejecución	**25-** 1
025.F	Sistema de medición	**25-** 2
025.G	Conceptos de obra y bases de pago	**25-** 2

CAPITULO 3.01.01.026 CARPINTERIA Y ACABADOS DE MADERA

CLAUSULA 026.A	Descripción	**26-** 1
026.B	Referencias	**26-** 1
026.E	Requisitos de ejecución	**26-** 1
026.F	Sistema de medición	**26-** 3
026.G	Conceptos de obra y bases de pago	**26-** 3

CAPITULO 3.01.01.027 VIDRIERIA

CLAUSULA 027.B	Referencias	**27-** 1

CAPITULO 3.01.01.028 RECUBRIMIENTO DE SUPERFICIES CON PINTURA

CLAUSULA 028.A	Descripción	**28-** 1
028.B	Referencias	**28-** 1
028.E	Requisitos de ejecución	**28-** 1
028.F	Sistema de medición	**28-** 3
028.G	Conceptos de obra y bases de pago	**28-** 3

CAPITULO 3.01.01.029 CERRAJERIA

CLAUSULA 029.B	Referencias	**29-** 1

CAPITULO 3.01.01.030 COLOCACIONES Y AMACIZADOS EN MUROS Y PISOS

CLAUSULA 030.B	Referencias	**30-** 1

CAPITULO 3.01.01.031 SEÑALAMIENTO EN EDIFICIOS

CLAUSULA 031.A	Descripción	**31-** 1

CLAUSULA 031.B Referencias **31-** 1
031.E Requisitos de ejecución **31-** 1
031.F Sistema de medición **31-** 1
031.G Conceptos de obra y bases de pago **31-** 1

CAPITULO 3.01.01.032 JARDINERIA
CLAUSULA 032.A Descripción **32-** 1
032.B Referencias **32-** 1
032.C Materiales **32-** 1
032.E Requisitos de ejecución **32-** 1
032.F Sistema de medición **32-** 1
032.G Conceptos de obra y bases de pago **32-** 1

CAPITULO 3.01.01.033 LIMPIEZA
CLAUSULA 033.A Descripción **33-** 1
033.B Referencias **33-** 1
033.E Requisitos de ejecución **33-** 1
033.F Sistema de medición **33-** 2
033.G Conceptos de obra y bases de pago **33-** 2

SECCION 3.01.02 LINEAS SUPERFICIALES
CAPITULO 3.01.02.001 INTRODUCCION
CLAUSULA 001.A Alcance **1-** 1
001.B Referencias **1-** 1
001.C Materiales **1-** 1
001.D Equipo **1-** 1
001.E Requisitos de ejecución **1-** 1
001.F Sistema de medición **1-** 1
001.G Conceptos de obra y bases de pago **1-** 1

CAPITULO 3.01.02.002 ADAPTACION DE LAS AREAS DE TRABAJO
CLAUSULA 002.B Referencias **2-** 1

CAPITULO 3.01.02.003 TOPOGRAFIA PARA LOCALIZACION
CLAUSULA 003.B Referencias **3-** 1

CAPITULO 3.01.02.004 EXCAVACIONES
CLAUSULA 004.B Referencias **4-** 1

CAPITULO 3.01.02.005 CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS PARA APOYO DE VIAS
CLAUSULA 005.A Descripción **5-** 1
005.B Referencias **5-** 1
005.E Requisitos de ejecución **5-** 1
005.F Sistema de medición **5-** 2
005.G Conceptos de obra y bases de pago **5-** 2

CAPITULO 3.01.02.006 RELLENOS
CLAUSULA 006.B Referencias **6-** 1

CAPITULO 3.01.02.007 REPAVIMENTACIONES
CLAUSULA 007.B Referencias **7-** 1

CAPITULO 3.01.02.008 COLOCACION DE REJAS Y MALLAS DE PROTECCION
CLAUSULA 008.B Referencias **8-** 1

CAPITULO 3.01.02.009 CONSTRUCCION DE ESTACIONES
CLAUSULA 009.A Descripción **9-** 1
009.B Referencias **9-** 1
009.E Requisitos de ejecución **9-** 1
009.F Sistema de medición **9-** 2
009.G Conceptos de obra y bases de pago **9-** 2

CAPITULO 3.01.02.010 IMPERMEABILIZACION DE ESTRUCTURAS
CLAUSULA 010.A Descripción **10-** 1
010.B Referencias **10-** 1
010.E Requisitos de ejecución **10-** 1
010.F Sistema de medición **10-** 2
010.G Conceptos de obra y bases de pago **10-** 2

CAPITULO 3.01.02.011 ACABADOS DE ESTACIONES
CLAUSULA 011.A Descripción **11-** 1
011.B Referencias **11-** 1
011.E Requisitos de ejecución **11-** 1
011.F Sistema de medición **11-** 6
011.G Conceptos de obra y bases de pago **11-** 6

CAPITULO 3.01.02.012 SEÑALAMIENTO EN ESTACIONES
CLAUSULA 012.A Descripción **12-** 1
012.B Referencias **12-** 1
012.E Requisitos de ejecución **12-** 2
012.F Sistema de medición **12-** 4
012.G Conceptos de obra y bases de pago **12-** 4

CAPITULO 3.01.02.013 LIMPIEZA
CLAUSULA 013.B Referencias **13-** 1

SECCION 3.01.03 LINEAS SUBTERRANEAS EN CAJON
CAPITULO 3.01.03.001 INTRODUCCION
CLAUSULA 001.A Descripción **1-** 1
001.B Referencias **1-** 2
001.C Materiales **1-** 2
001.D Equipo **1-** 2
001.E Requisitos de ejecución **1-** 2
001.F Sistema de medición **1-** 2
001.G Conceptos de obra y bases de pago **1-** 2

CAPITULO 3.01.03.002 ADAPTACION DE LAS AREAS DE TRABAJO
CLAUSULA 002.B Referencias **2-** 1

CAPITULO 3.01.03.003 TOPOGRAFIA PARA LOCALIZACION
CLAUSULA 003.A Descripción **3-** 1

CLAUSULA 003.B Referencias **3**- 1
003.E Requisitos de ejecución **3**- 1
003.F Sistema de medición **3**- 1
003.G Conceptos de obra y bases de pago **3**- 1

CAPITULO 3.01.03.004 MUROS ATAGUIA COLADOS EN SITIO
CLAUSULA 004.A Descripción **4**- 1
004.B Referencias **4**- 1
004.E Requisitos de ejecución **4**- 1
004.F Sistema de medición **4**-10
004.G Conceptos de obra y bases de pago **4**-10

CAPITULO 3.01.03.005 MUROS ATAGUIA PREFABRICADOS
CLAUSULA 005.A Descripción **5**- 1
005.B Referencias **5**- 1
005.C Materiales **5**- 1
005.E Requisitos de ejecución **5**- 2
005.F Sistema de medición **5**- 7
005.G Conceptos de obra y bases de pago **5**- 7

CAPITULO 3.01.03.006 ABATIMIENTO DEL NIVEL PREATICO
CLAUSULA 006.A Descripción **6**- 1
006.B Referencias **6**- 1
006.E Requisitos de ejecución **6**- 1
006.F Sistema de medición **6**- 4
006.G Conceptos de obra y bases de pago **6**- 4

CAPITULO 3.01.03.007 EXCAVACIONES DEL NUCLEO EN EL CAJON
CLAUSULA 007.A Descripción **7**- 1
007.B Referencias **7**- 1
007.E Requisitos de ejecución **7**- 1
007.F Sistema de medición **7**- 3
007.G Conceptos de obra y bases de pago **7**- 3

CAPITULO 3.01.03.008 CONSTRUCCION DE LA ESTRUCTURA DEL CAJON
CLAUSULA 008.A Descripción **8**- 1
008.B Referencias **8**- 1
008.E Requisitos de ejecución **8**- 1
008.F Sistema de medición **8**- 2
008.G Conceptos de obra y bases de pago **8**- 2

CAPITULO 3.01.03.009 RELLENOS SOBRE EL CAJON SUBTERRANEO
CLAUSULA 009.A Descripción **9**- 1
009.B Referencias **9**- 1
009.C Materiales **9**- 1
009.E Requisitos de ejecución **9**- 1

CAPITULO 3.01.03.010 PAVIMENTACION
CLAUSULA 010.B Referencias **10**- 1

CAPITULO 3.01.03.011 INSTRUMENTACION Y MEDICIONES DE CONTROL
CLAUSULA 011.A Descripción **11**- 1
011.B Referencias **11**- 1
011.E Requisitos de ejecución **11**- 1
011.F Sistema de medición **11**- 7
011.G Conceptos de obra y bases de pago **11**- 7

CAPITULO 3.01.03.012 CONSTRUCCION DE ESTACIONES
CLAUSULA 012.A Descripción **12**- 1
012.B Referencias **12**- 1
012.E Requisitos de ejecución **12**- 1

CAPITULO 3.01.03.013 IMPERMEABILIZACION DE ESTRUCTURAS
CLAUSULA 013.A Descripción **13**- 1
013.B Referencias **13**- 1
013.E Requisitos de ejecución **13**- 1
013.F Sistema de medición **13**- 6
013.G Conceptos de obra y bases de pago **13**- 6

CAPITULO 3.01.03.014 ACABADOS EN ESTACIONES
CLAUSULA 014.B Referencias **14**- 1

CAPITULO 3.01.03.015 SEÑALAMIENTO EN ESTACIONES
CLAUSULA 015.B Referencias **15**- 1

CAPITULO 3.01.03.016 LIMPIEZA
CLAUSULA 016.B Referencias **16**- 1

SECCION 3.01.04 LINEAS SUBTERRANEAS EN TUNEL
CAPITULO 3.01.04.001 INTRODUCCION
CLAUSULA 001.A Alcance **1**- 1
001.B Referencias **1**- 2
001.C Materiales **1**- 2
001.D Equipo **1**- 2
001.E Requisitos de ejecución **1**- 2
001.F Sistema de medición **1**- 2
001.G Conceptos de obra y bases de pago **1**- 2

CAPITULO 3.01.04.002 ADAPTACION DE LAS AREAS DE TRABAJO
CLAUSULA 002.B Referencias **2**- 1

CAPITULO 3.01.04.003 TOPOGRAFIA PARA LOCALIZACION
CLAUSULA 003.A Descripción **3**- 1
003.B Referencias **3**- 1
003.E Requisitos de ejecución **3**- 1
003.F Sistema de medición **3**- 2
003.G Conceptos de obra y bases de pago **3**- 2

CAPITULO 3.01.04.004 CONSTRUCCION DE LUMBRERAS CON EL METODO CONVENCIONAL

CLAUSULA	004.A	Descripción	**4**- 1
	004.B	Referencias	**4**- 1
	004.E	Requisitos de ejecución	**4**- 1
	004.F	Sistema de medición	**4**- 2
	004.G	Conceptos de obra y bases de pago	**4**- 2

CAPITULO 3.01.04.005 EXCAVACION DEL TUNEL CON METODOS CONVENCIONALES

CLAUSULA	005.A	Descripción	**5**- 1
	005.B	Referencias	**5**- 1
	005.E	Requisitos de ejecución	**5**- 1
	005.F	Sistema de medición	**5**- 8
	005.G	Conceptos de obra y bases de pago	**5**- 8

CAPITULO 3.01.04.006 EXCAVACION DEL TUNEL CON ESCUDO

CLAUSULA	006.A	Descripción	**6**- 1
	006.B	Referencias	**6**- 1
	006.E	Requisitos de ejecución	**6**- 2
	006.F	Sistema de medición	**6**- 9
	006.G	Conceptos de obra y bases de pago	**6**- 9

CAPITULO 3.01.04.007 ADEMES TEMPORALES CON CONCRETO LANZADO

CLAUSULA	007.A	Descripción	**7**- 1
	007.B	Referencias	**7**- 1
	007.C	Materiales	**7**- 1
	007.D	Equipo	**7**- 5
	007.E	Requisitos de ejecución	**7**- 5
	007.F	Sistema de medición	**7**- 6
	007.G	Conceptos de obra y bases de pago	**7**- 6

CAPITULO 3.01.04.008 ADEMES TEMPORALES CON MARCOS DE ACERO

CLAUSULA	008.A	Descripción	**8**- 1
	008.B	Referencias	**8**- 1
	008.C	Materiales	**8**- 1
	008.D	Equipo	**8**- 1
	008.E	Requisitos de ejecución	**8**- 1
	008.F	Sistema de medición	**8**- 5
	008.G	Conceptos de obra y bases de pago	**8**- 5

CAPITULO 3.01.04.009 ADEMES TEMPORALES CON ANCLAJES

CLAUSULA	009.A	Descripción	**9**- 1
	009.B	Referencias	**9**- 1
	009.E	Requisitos de ejecución	**9**- 1
	009.F	Sistema de medición	**9**- 3
	009.G	Conceptos de obra y bases de pago	**9**- 3

CAPITULO 3.01.04.010 REVESTIMIENTO DEFINITIVO CON CONCRETO LANZADO

CLAUSULA	010.A	Descripción	**10**- 1
	010.B	Referencias	**10**- 1
	010.E	Requisitos de ejecución	**10**- 1
	010.F	Sistema de medición	**10**- 1
	010.G	Conceptos de obra y bases de pago	**10**- 1

CAPITULO 3.01.04.011 REVESTIMIENTO DEFINITIVO CON CONCRETO COLADO EN SITIO

CLAUSULA	011.A	Descripción	**11**- 1
	011.B	Referencias	**11**- 1
	011.E	Requisitos de ejecución	**11**- 1
	011.F	Sistema de medición	**11**- 5
	011.G	Conceptos de obra y bases de pago	**11**- 5

CAPITULO 3.01.04.012 REVESTIMIENTO DEFINITIVO CON ELEMENTOS PREFABRICADOS

CLAUSULA	012.A	Descripción	**12**- 1
	012.B	Referencias	**12**- 1
	012.E	Requisitos de ejecución	**12**- 1
	012.F	Sistema de medición	**12**- 4
	012.G	Conceptos de obra y bases de pago	**12**- 4

CAPITULO 3.01.04.013 MEJORAMIENTO DEL SUBSUELO NATURAL

CLAUSULA	013.A	Descripción	**13**- 1
	013.B	Referencias	**13**- 1
	013.E	Requisitos de ejecución	**13**- 1
	013.F	Sistema de medición	**13**- 2
	013.G	Conceptos de obra y bases de pago	**13**- 2

CAPITULO 3.01.04.014 INSTRUMENTACION GEOTECNICA PARA CONTROL DE COMPORTAMIENTO

CLAUSULA	014.A	Descripción	**14**- 1
	014.B	Referencias	**14**- 1
	014.E	Requisitos de ejecución	**14**- 1
	014.F	Sistema de medición	**14**-17
	014.G	Conceptos de obra y bases de pago	**14**-17

CAPITULO 3.01.04.015 CONSTRUCCION DE ESTACIONES

CLAUSULA	015.A	Descripción	**15**- 1
	015.B	Referencias	**15**- 1
	015.E	Requisitos de ejecución	**15**- 1
	015.F	Sistema de medición	**15**- 5
	015.G	Conceptos de obra y bases de pago	**15**- 5

CAPITULO 3.01.04.016 ACABADOS EN ESTACIONES
CLAUSULA 016.B Referencias **16-** 1

CAPITULO 3.01.04.017 SEÑALAMIENTO EN ESTACIONES
CLAUSULA 017.B Referencias **17-** 1

CAPITULO 3.01.04.018 LIMPIEZA
CLAUSULA 018.B Referencias **18-** 1

SECCION 3.01.05 LINEAS EN ESTRUCTURAS ELEVADAS

CAPITULO 3.01.05.001 INTRODUCCION
CLAUSULA 001.A Alcance **1-** 1
001.B Referencias **1-** 2
001.C Materiales **1-** 2
001.D Equipo **1-** 2
001.E Requisitos de ejecución **1-** 2
001.F Sistema de medición **1-** 2
001.G Conceptos de obra y bases de pago **1-** 2

CAPITULO 3.01.05.002 ADAPTACION DE LAS AREAS DE TRABAJO
CLAUSULA 002.B Referencias **2-** 1

CAPITULO 3.01.05.003 TOPOGRAFIA PARA LOCALIZACION
CLAUSULA 003.B Referencias **3-** 1

CAPITULO 3.01.05.004 PILOTES Y PILAS
CLAUSULA 004.B Referencias **4-** 1

CAPITULO 3.01.05.005 EXCAVACIONES
CLAUSULA 005.B Referencias **5-** 1

CAPITULO 3.01.05.006 ESTRUCTURAS DE CIMENTACION
CLAUSULA 006.A Descripción **6-** 1
006.B Referencias **6-** 1
006.E Requisitos de ejecución **6-** 1
006.F Sistema de medición **6-** 2
006.G Conceptos de obra y bases de pago **6-** 2

CAPITULO 3.01.05.007 COLUMNAS DE CONCRETO REFORZADO
CLAUSULA 007.A Descripción **7-** 1
007.B Referencias **7-** 1
007.E Requisitos de ejecución **7-** 1
007.F Sistema de medición **7-** 2
007.G Conceptos de obra y bases de pago **7-** 2

CAPITULO 3.01.05.008 ESTRUCTURAS ELEVADAS DE CONCRETO REFORZADO Y PRESFORZADO
CLAUSULA 008.A Descripción **8-** 1
008.B Referencias **8-** 1
008.E Requisitos de ejecución **8-** 1
008.F Sistema de medición **8-** 2
008.G Conceptos de obra y bases de pago **8-** 2

CAPITULO 3.01.05.009 TRABES DE ACERO
CLAUSULA 009.A Descripción **9-** 1
009.B Referencias **9-** 1
009.C Materiales **9-** 1
009.E Requisitos de ejecución **9-** 2
009.F Sistema de medición **9-** 3
009.G Conceptos de obra y bases de pago **9-** 3

CAPITULO 3.01.05.010 IMPERMEABILIZACION DE TRABES DE CONCRETO PRESFORZADO
CLAUSULA 010.A Descripción **10-** 1
010.B Referencias **10-** 1
010.E Requisitos de ejecución **10-** 1
010.F Sistema de medición **10-** 5
010.G Conceptos de obra y bases de pago **10-** 5

CAPITULO 3.01.05.011 FALDONES, MURETES, PARAPETOS, LOSA TAPA Y MENSULAS
CLAUSULA 011.A Descripción **11-** 1
011.B Referencias **11-** 1
011.E Requisitos de ejecución **11-** 1
011.F Sistema de medición **11-** 2
011.G Conceptos de obra y bases de pago **11-** 2

CAPITULO 3.01.05.012 INSTRUMENTACION PARA CONTROL DE COMPORTAMIENTO
CLAUSULA 012.A Descripción **12-** 1
012.B Referencias **12-** 1
012.E Requisitos de ejecución **12-** 1
012.F Sistema de medición **12-** 4
013.G Conceptos de obra y bases de pago **12-** 4

CAPITULO 3.01.05.013 ESTACIONES EN LINEAS ELEVADAS
CLAUSULA 013.A Descripción **13-** 1
013.B Referencias **13-** 1

CAPITULO 3.01.05.014 ACABADOS EN ESTACIONES
CLAUSULA 014.B Referencias **14-** 1

CAPITULO 3.01.05.015 SEÑALAMIENTO DE ESTACIONES
CLAUSULA 015.B Referencias **15-** 1

CAPITULO 3.01.05.016 LIMPIEZA
CLAUSULA 016.B Referencias **16-** 1

SECCION 3.01.06 OBRAS INDUCIDAS
CAPITULO 3.01.06.001 INTRODUCCION
CLAUSULA 001.A Alcance 1- 1
001.B Referencias 1- 1
001.C Materiales 1- 1
001.D Equipo 1- 1
001.E Requisitos de ejecución 1- 1
001.F Sistema de medición 1- 1
001.G Conceptos de obra y bases de pago 1- 1

CAPITULO 3.01.06.002 ADAPTACION DE LAS AREAS DE TRABAJO
CLAUSULA 002.B Referencias 2- 1

CAPITULO 3.01.06.003 LOCALIZACION Y TRAZO
CLAUSULA 003.A Descripción 3- 1
003.B Referencias 3- 1
003.E Requisitos de ejecución 3- 1
003.F Sistema de medición 3- 2
003.G Conceptos de obra y bases de pago 3- 2

CAPITULO 3.01.06.004 EXCAVACION DE CEPAS
CLAUSULA 004.A Descripción 4- 1
004.B Referencias 4- 1

CAPITULO 3.01.06.005 INSTALACION DE TUBERIAS PARA AGUA POTABLE
CLAUSULA 005.A Descripción 5- 1
005.B Referencias 5- 1
005.E Requisitos de ejecución 5- 1
005.F Sistema de medición 5-11
005.G Conceptos de obra y bases de pago 5-11

CAPITULO 3.01.06.006 INSTALACION DE TUBERIAS PARA ALCANTARILLADO
CLAUSULA 006.A Descripción 6- 1
006.B Referencias 6- 1
006.E Requisitos de ejecución 6- 1
006.F Sistema de medición 6- 3
006.G Conceptos de obra y bases de pago 6- 3

CAPITULO 3.01.06.007 RELLENOS EN CEPAS
CLAUSULA 007.B Referencias 7- 1

CAPITULO 3.01.06.008 CONSTRUCCION DE POZOS DE VISITA Y DE CAIDA
CLAUSULA 008.B Referencias 8- 1

CAPITULO 3.01.06.009 TOMAS DOMICILIARIAS, BOCAS DE RIEGO Y CAJAS PARA AGUA POTABLE
CLAUSULA 009.B Referencias 9- 1

CAPITULO 3.01.06.010 CANALIZACION SUBTERRANEA PARA ALUMBRADO PUBLICO
CLAUSULA 010.B Referencias 10- 1

CAPITULO 3.01.06.011 INSTALACION Y CONEXION DE CABLES, POSTES Y ACCESORIOS PARA ALUMBRADO PUBLICO
CLAUSULA 011.B Referencias 11- 1

CAPITULO 3.01.06.012 DESMANTELAMIENTO, DESMONTAJE Y DESCONEXION DE INSTALACIONES DE ALUMBRADO PUBLICO
CLAUSULA 012.B Referencias 12- 1

CAPITULO 3.01.06.013 CIMIENTO PARA ARBOTANTE DE ALUMBRADO PUBLICO
CLAUSULA 013.B Referencias 13- 1

CAPITULO 3.01.06.014 INSTALACION DE SEMAFOROS
CLAUSULA 014.A Descripción 14- 1
014.B Referencias 14- 1
014.E Requisitos de ejecución 14- 1
014.F Sistema de medición 14- 1
014.G Conceptos de obra y bases de pago 14- 1

CAPITULO 3.01.06.015 PAVIMENTACION
CLAUSULA 015.B Referencias 15- 1

CAPITULO 3.01.06.016 RECONSTRUCCION Y CONSERVACION DE INSTALACIONES DIVERSAS
CLAUSULA 016.A Descripción 16- 1
016.E Requisitos de ejecución 16- 1
016.F Sistema de medición 16- 2
016.G Conceptos de obra y bases de pago 16- 2

CAPITULO 3.01.06.017 LIMPIEZA
CLAUSULA 017.B Referencias 17- 1

SECCION 3.01.07 OBRAS DE URBANIZACION
CAPITULO 3.01.07.001 INTRODUCCION
CLAUSULA 001.A Alcance 1- 1
001.B Referencias 1- 1
001.C Materiales 1- 1
001.D Equipo 1- 1
001.E Requisitos de ejecución 1- 1
001.F Sistema de medición 1- 1
001.G Conceptos de obra y bases de pago 1- 1

CAPITULO 3.01.07.002 ADAPTACION DE LAS AREAS DE TRABAJO
CLAUSULA 002.B Referencias **2**- 1

CAPITULO 3.01.07.003 LOCALIZACION Y TRAZO
CLAUSULA 003.B Referencias **3**- 1

CAPITULO 3.01.07.004 TERRACERIAS
CLAUSULA 004.A Descripción **4**- 1
004.B Referencias **4**- 1
004.E Requisitos de ejecución **4**- 1
004.F Sistema de medición **4**- 3
004.G Conceptos de obra y bases de pago **4**- 3

CAPITULO 3.01.07.005 PAVIMENTOS
CLAUSULA 005.A Descripción **5**- 1
005.B Referencias **5**- 1
005.E Requisitos de ejecución **5**- 1
005.F Sistema de medición **5**-10
005.G Conceptos de obra y bases de pago **5**-10

CAPITULO 3.01.07.006 BANQUETAS Y GUARNICIONES
CLAUSULA 006.A Descripción **6**- 1
006.B Referencias **6**- 1
006.E Requisitos de ejecución **6**- 1
006.F Sistema de medición **6**- 2
006.G Conceptos de obra y bases de pago **6**- 2

CAPITULO 3.01.07.007 PUENTES PARA VEHICULOS
CLAUSULA 007.A Descripción **7**- 1
007.B Referencias **7**- 1

CAPITULO 3.01.07.008 PASOS INFERIORES
CLAUSULA 008.A Descripción **8**- 1
008.B Referencias **8**- 1

CAPITULO 3.01.07.009 PASOS PARA PEATONES
CLAUSULA 009.A Descripción **9**- 1
009.B Referencias **9**- 1

CAPITULQ 3.01.07.010 MUROS DE CONTENCION
CLAUSULA 010.A Descripción **10**- 1
010.B Referencias **10**- 1
010.E Requisitos de ejecución **10**- 1
010.F Sistema de medición **10**- 1
010.G Conceptos de obra y bases de pago **10**- 1

CAPITULO 3.01.07.011 AREAS JARDINADAS
CLAUSULA 011.B Referencias **11**- 1

CAPITULO 3.01.07.012 SEÑALAMIENTO
CLAUSULA 012.A Descripción **12**- 1
012.B Referencias **12**- 2
012.E Requisitos de ejecución **12**- 2
012.F Sistema de medición **12**- 2
012.G Conceptos de obra y bases de pago **12**- 2

CAPITULO 3.01.07.013 SEGURIDAD
CLAUSULA 013.A Descripción **13**- 1
013.B Referencias **13**- 1
013.E Requisitos generales **13**- 1
013.F Sistema de medición **13**- 3
013.G Conceptos de obra y bases de pago **13**- 3

PARTE 3.02 OBRA ELECTROMECANICA
SECCION 3.02.01 INSTALACION DEL SISTEMA DE VIA CON BALASTO Y DURMIENTES
CAPITULO 3.02.01.001 INTRODUCCION
CLAUSULA 001.A Alcance **1**- 1
001.B Referencias **1**- 6
001.C Materiales **1**- 7
001.D Equipo **1**- 7
001.E Requisitos de ejecución **1**- 7
001.F Sistema de medición **1**- 7
001.G Conceptos de obra y bases de pago **1**- 8

CAPITULO 3.02.01.002 ADAPTACION DE LAS AREAS DE TRABAJO
CLAUSULA 002.A Descripción **2**- 1
002.B Referencias **2**- 1
002.C Materiales **2**- 1
002.D Equipo **2**- 1
002.E Requisitos de ejecución **2**- 1
001.F Sistema de medición **2**- 1
002.G Conceptos de obra y bases de pago **2**- 1

CAPITULO 3.02.01.003 LOCALIZACION DE TRAZO Y PERFIL
CLAUSULA 003.A Descripción **3**- 1
003.B Referencias **3**- 1
003.C Materiales **3**- 1
003.D Equipo **3**- 1
003.E Requisitos de ejecución **3**- 1
003.F Sistema de medición **3**- 2
003.G Conceptos de obra y bases de pago **3**- 2

CAPITULO 3.02.01.004 COLOCACION DE BALASTO
CLAUSULA 004.A Descripción **4**- 1
004.B Referencias **4**- 1
004.C Materiales **4**- 1
004.D Equipo **4**- 1
004.E Requisitos de ejecución **4**- 1
004.F Sistema de medición **4**- 2
004.G Conceptos de obra y bases de pago **4**- 2

CAPITULO 3.02.01.005 COLOCACION DE DURMIENTES
CLAUSULA 005.A Descripción **5**- 1
005.B Referencias **5**- 1
005.C Materiales **5**- 1
005.D Equipo **5**- 6
005.E Requisitos de ejecución **5**- 6
005.F Sistema de medición **5**- 7
005.G Conceptos de obra y bases de pago **5**- 7

CAPITULO 3.02.01.006 INSTALACION DE RIELES

CLAUSULA	006.A	Descripción	6- 1
	006.B	Referencias	6- 1
	006.C	Materiales	6- 1
	006.D	Equipo	6- 1
	006.E	Requisitos de ejecución	6- 1
	006.F	Sistema de medición	6- 6
	006.G	Conceptos de obra y bases de pago	6- 6

CAPITULO 3.02.01.007 INSTALACION DE PISTAS

CLAUSULA	007.A	Descripción	7- 1
	007.B	Referencias	7- 1
	007.C	Materiales	7- 1
	007.D	Equipo	7- 1
	007.E	Requisitos de ejecución	7- 1
	007.F	Sistema de medición	7- 3
	007.G	Conceptos de obra y bases de pago	7- 3

CAPITULO 3.02.01.008 INSTALACION DE BARRAS GUIA

CLAUSULA	008.A	Descripción	8- 1
	008.B	Referencias	8- 1
	008.C	Materiales	8- 1
	008.D	Equipo	8- 1
	008.E	Requisitos de ejecución	8- 1
	008.F	Sistema de medición	8- 7
	008.G	Conceptos de obra y bases de pago	8- 7

CAPITULO 3.02.01.009 INSTALACION DE APARATOS DE VIA

CLAUSULA	009.A	Descripción	9- 1
	009.B	Referencias	9- 1
	009.C	Materiales	9- 1
	009.D	Equipo	9- 1
	009.E	Requisitos de ejecución	9- 1
	009.F	Sistema de medición	9- 2
	009.G	Conceptos de obra y bases de pago	9- 2

CAPITULO 3.02.01.010 SOLDADURA ALUMINO-TERMICA

CLAUSULA	010.A	Descripción	10- 1
	010.B	Referencias	10- 1
	010.C	Materiales	10- 1
	010.D	Equipo	10- 1
	010.E	Requisitos de ejecución	10- 1
	010.F	Sistema de medición	10- 6
	010.G	Conceptos de obra y bases de pago	10- 6

CAPITULO 3.02.01.011 SOLDADURA DE PERNOS AUTOSOLDABLES MEDIANTE EL METODO NELSON

CLAUSULA	011.A	Descripción	11- 1
	011.B	Referencias	11- 1
	011.C	Materiales	11- 1
	011.D	Equipo	11- 1
	011.E	Requisitos de ejecución	11- 1
	011.F	Sistema de medición	11- 2
	011.G	Conceptos de obra y bases de pago	11- 2

CAPITULO 3.02.01.012 PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO

CLAUSULA	012.A	Descripción	12- 1
	012.B	Referencias	12- 1
	012.C	Materiales	12- 1
	012.D	Equipo	12- 1
	012.E	Requisitos de ejecución	12- 1
	012.F	Sistema de medición	12- 2
	012.G	Conceptos de obra y bases de pago	12- 2

CAPITULO 3.02.01.013 TRABAJOS DE RENIVELACION Y REALINEACION DE VIAS DESPUES DE LA PUESTA EN SERVICIO

CLAUSULA	013.A	Descripción	13- 1
	013.B	Referencias	13- 1
	013.C	Materiales	13- 1
	013.D	Equipo	13- 1
	013.E	Requisitos de ejecución	13- 1
	013.F	Sistema de medición	13- 4
	013.G	Conceptos de obra y bases de pago	13- 4

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

CAPITULO 3.02.02.001 INTRODUCCION

CLAUSULA	001.A	Alcance	1- 1
	001.B	Referencias	1- 4
	001.C	Materiales	1- 4
	001.D	Equipo	1- 4
	001.E	Requisitos de ejecución	1- 4
	001.F	Sistema de medición	1- 4
	001.G	Conceptos de obra y bases de pago	1- 4

CAPITULO 3.02.02.002 ADAPTACION DE LAS AREAS DE TRABAJO

CLAUSULA	002.A	Descripción	2- 1
	002.B	Referencias	2- 1
	002.C	Materiales	2- 1
	001.D	Equipo	2- 1
	002.E	Requisitos de ejecución	2- 1
	002.F	Sistema de medición	2- 2
	002.G	Conceptos de obra y bases de pago	2- 2

CAPITULO 3.02.02.003 LOCALIZACION DE TRAZO Y PERFIL

CLAUSULA	003.A	Descripción	3- 1
	003.B	Referencias	3- 1
	003.C	Materiales	3- 1
	003.D	Equipo	3- 1
	003.E	Requisitos de ejecución	3- 1

CLAUSULA 003.F Sistema de medición 3- 1
003.G Conceptos de obra y bases de pago 3- 1

CAPITULO 3.02.02.004 INSTALACION DE RIELES
CLAUSULA 004.A Descripción 4- 1
004.B Referencias 4- 1
004.C Materiales 4- 1
004.D Equipo 4- 1
004.E Requisitos de ejecución 4- 1
004.F Sistema de medición 4- 4
004.G Conceptos de obra y bases de pago 4- 4

CAPITULO 3.02.02.005 INSTALACION DE PISTAS
CLAUSULA 005.A Descripción 5- 1
005.B Referencias 5- 1
005.C Materiales 5- 1
005.D Equipo 5- 1
005.E Requisitos de ejecución 5- 1
005.F Sistema de medición 5- 2
005.G Conceptos de obra y bases de pago 5- 2

CAPITULO 3.02.02.006 INSTALACION DE BARRAS GUIA
CLAUSULA 006.A Descripción 6- 1
006.B Referencias 6- 1
006.C Materiales 6- 1
006.D Equipo 6- 1
006.E Requisitos de ejecución 6- 1
006.F Sistema de medición 6- 3
006.G Conceptos de obra y bases de pago 6- 3

CAPITULO 3.02.02.007 INSTALACION DE APARATOS DE VIA
CLAUSULA 007.A Descripción 7- 1
007.B Referencias 7- 1
007.C Materiales 7- 1
007.D Equipo 7- 1
007.E Requisitos de ejecución 7- 1
007.F Sistema de medición 7- 2
007.G Conceptos de obra y bases de pago 7- 2

CAPITULO 3.02.02.008 PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO
CLAUSULA 008.A Descripción 8- 1
008.B Referencias 8- 1
008.C Materiales 8- 1
008.D Equipo 8- 1
008.E Requisitos de ejecución 8- 1
008.F Sistema de medición 8- 2
008.G Conceptos de obra y bases de pago 8- 2

SECCION 3.02.03 INSTALACION DE REDES ELECTRICAS EN ALTA TENSION

CAPITULO 3.02.03.001 INTRODUCCION A LA INSTALACION DE REDES ELECTRICAS
CLAUSULA 001.A Alcance 1- 1
001.B Referencias 1- 2
001.C Materiales 1- 4
001.D Equipo 1- 4
001.E Requisitos de ejecución 1- 4
001.F Sistema de medición 1- 4
001.G Conceptos de obra y bases de pago 1- 4

CAPITULO 3.02.03.002 ALIMENTACION ELECTRICA DE ALTA TENSION
CLAUSULA 002.A Descripción 2- 1
002.B Referencias 2- 1
002.C Materiales 2- 1
002.D Equipo 2- 1
002.E Requisitos de ejecución 2- 1
002.F Sistema de medición 2- 2
002.G Conceptos de obra y bases de pago 2- 2

CAPITULO 3.02.03.003 INSTALACION DE SUBESTACIONES
CLAUSULA 003.A Descripción 3- 1
003.B Referencias 3- 1
003.C Materiales 3- 1
003.D Equipo 3- 1
003.E Requisitos de ejecución 3- 1
003.F Sistema de medición 3- 2
003.G Conceptos de obra y bases de pago 3- 2

CAPITULO 3.02.03.004 INSTALACION DE CABLES DE ALTA TENSION
CLAUSULA 004.A Descripción 4- 1
004.B Referencias 4- 1
004.C Materiales 4- 1
004.D Equipo 4- 1
004.E Requisitos de ejecución 4- 1
004.F Sistema de medición 4- 3
004.G Conceptos de obra y bases de pago 4- 3

SECCION 3.02.04 INSTALACION DE REDES ELECTRICAS EN BAJA TENSION

CAPITULO 3.02.04.001 INSTALACION DE TABLEROS DE DISTRIBUCION EN BAJA TENSION
CLAUSULA 001.A Descripción 1- 1
001.B Referencias 1- 1
001.C Materiales 1- 1
001.D Equipo 1- 1
001.E Requisitos de de ejecución 1- 1
001.F Sistema de medición 1- 2
001.G Conceptos de obra y bases de pago 1- 2

CAPITULO 3.02.04.002 ALIMENTACION DE MOTORES
CLAUSULA 002.A Descripción 2- 1

CLAUSULA 002.B Referencias 2- 1
002.C Materiales 2- 1
002.D Equipo 2- 1
002.E Requisitos de ejecución 2- 1
002.F Sistema de medición 2- 1
002.G Conceptos de obra y bases de pago 2- 1

CAPITULO 3.02.04.003 ALIMENTACION PARA LUMINARIAS, CONTACTOS Y SALIDAS ESPECIALES
CLAUSULA 003.A Descripción 3- 1
003.B Referencias 3- 1
003.C Materiales 3- 1
003.D Equipo 3- 2
003.E Requisitos de ejecución 3- 2
003.F Sistema de medición 3- 2
003.G Conceptos de obra y bases de pago 3- 2

SECCION 3.02.05 INSTALACION DEL SISTEMA DE PILOTAJE AUTOMATICO
CAPITULO 3.02.05.001 INTRODUCCION A LA INSTALACION DE SISTEMAS ELECTRONICOS
CLAUSULA 001.A Alcance 1- 1
001.B Referencias 1- 7
001.C Materiales 1- 7
001.D Equipo 1- 7
001.E Requisitos de ejecución 1- 7
001.F Sistema de medición 1- 7
001.G Conceptos de obra y bases de pago 1- 7

CAPITULO 3.02.05.002 INSTALACION DEL SISTEMA DE PILOTAJE AUTOMATICO
CLAUSULA 002.A Descripción 2- 1
002.B Referencias 2- 1
002.C Materiales 2- 1
002.D Equipo 2- 1
002.E Requisitos de ejecución 2- 1
002.F Sistema de medición 2- 5
002.G Conceptos de obra y bases de pago 2- 5

SECCION 3.02.06 INSTALACION DEL SISTEMA DE SEÑALIZACION
CAPITULO 3.02.06.001 INSTALACION DEL SISTEMA DE SEÑALIZACION
CLAUSULA 001.A Descripción 1- 1
001.B Referencias 1- 1
001.C Materiales 1- 1
001.D Equipo 1- 1
001.E Requisitos de ejecución 1- 2
001.F Sistema de medición 1- 6
001.G Conceptos de obra y bases de pago 1- 6

SECCION 3.02.07 INSTALACION DEL SISTEMA DE MANDO CENTRALIZADO
CAPITULO 3.02.07.001 INSTALACION DEL SISTEMA DE MANDO CENTRALIZADO
CLAUSULA 001.A Descripción 1- 1
001.B Referencias 1- 1
001.C Materiales 1- 1
001.D Equipo 1- 1
001.E Requisitos de ejecución 1- 1
001.F Sistema de medición 1- 6
001.G Conceptos de obra y bases de pago 1- 6

SECCION 3.02.08 INSTALACION DEL SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES
CAPITULO 3.02.08.001 TELEFONIA DIRECTA
CLAUSULA 001.A Descripción 1- 1
001.B Referencias 1- 1
001.C Materiales 1- 1
001.D Equipo 1- 1
001.E Requisitos de ejecución 1- 1
001.F Sistema de medición 1- 3
001.G Conceptos de obra y bases de pago 1- 3

CAPITULO 3.02.08.002 TELEFONIA AUTOMATICA
CLAUSULA 002.A Descripción 2- 1
002.B Referencias 2- 1
002.C Materiales 2- 1
002.D Equipo 2- 1
002.E Requisitos de ejecución 2- 1
002.F Sistema de medición 2- 1
002.G Conceptos de obra y bases de pago 2- 1

CAPITULO 3.02.08.003 TELEFONIA DE TRENES
CLAUSULA 003.A Descripción 3- 1
003.B Referencias 3- 1
003.C Materiales 3- 1
003.D Equipo 3- 1
003.E Requisitos de ejecución 3- 1
003.F Sistema de medición 3- 2
003.G Conceptos de obra y bases de pago 3- 2

CAPITULO 3.02.08.004 SONORIZACION
CLAUSULA 004.A Descripción 4- 1
004.B Referencias 4- 1
004.C Materiales 4- 1
004.D Equipo 4- 1
004.E Requisitos de ejecución 4- 1
004.F Sistema de medición 4- 2
004.G Conceptos de obra y bases de pago 4- 2

CAPITULO 3.02.08.005 INTERCOMUNICACION Y VOCEO
CLAUSULA 005.A Descripción 5- 1
005.B Referencias 5- 1
005.C Materiales 5- 1
005.D Equipo 5- 1

CLAUSULA 005.E Requisitos de ejecución 5- 1
005.F Sistema de medición 5- 2
005.G Conceptos de obra y bases de pago 5- 2

CAPITULO 3.02.08.006 RELOJES
CLAUSULA 006.A Descripción 6- 1
006.B Referencias 6- 1
006.C Materiales 6- 1
006.D Equipo 6- 1
006.E Requisitos de ejecución 6- 1
006.F Sistema de medición 6- 2
006.G Conceptos de obra y bases de pago 6- 2

CAPITULO 3.02.08.007 ALARMAS
CLAUSULA 007.A Descripción 7- 1
007.B Referencias 7- 1
007.C Materiales 7- 1
007.D Equipo 7- 1
007.E Requisitos de ejecución 7- 1
007.F Sistema de medición 7- 2
007.G Conceptos de obra y bases de pago 7- 2

SECCION 3.02.09 INSTALACION DEL SISTEMA DE PEAJE AUTOMATICO
CAPITULO 3.02.09.001 INSTALACION DEL SISTEMA DE PEAJE AUTOMATICO
CLAUSULA 001.A Descripción 1- 1
001.B Referencias 1- 1
001.C Materiales 1- 1
001.D Equipo 1- 1
001.E Requisitos de ejecución 1- 1
001.F Sistema de medición 1- 7
001.G Conceptos de obra y bases de pago 1- 7

SECCION 3.02.10 INSTALACION DEL SISTEMA DE TRACCION
CAPITULO 3.02.10.001 INSTALACION DEL SISTEMA DE TRACCION
001.A Descripción 1- 1
001.B Referencias 1- 1
001.C Materiales 1- 1
001.D Equipo 1- 1
001.E Requisitos de ejecución 1- 1
001.F Sistema de medición 1-12
001.G Conceptos de obra y bases de pago 1-12

SECCION 3.02.11 INSTALACION DE SISTEMAS DE AIRE
CAPITULO 3.02.11.001 INTRODUCCION A LAS INSTALACIONES ELECTROMECANICAS
CLAUSULA 001.A Alcance 1- 1
001.B Referencias 1- 1
001.C Materiales 1- 2
001.D Equipo 1- 2
001.E Requisitos de ejecución 1- 2
001.F Sistema de medición 1- 3
001.G Conceptos de obra y bases de pago 1- 3

CAPITULO 3.02.11.002 INSTALACIONES PARA VENTILACON NATURAL DE ESTACIONES Y TRAMOS SUBTERRANEOS
CLAUSULA 002.A Descripción 2- 1
002.B Referencias 2- 1
002.E Requisitos de ejecución 2- 1
002.F Sistema de medición 2- 1
002.G Conceptos de obra y bases de pago 2- 1

CAPITULO 3.02.11.003 INSTALACION PARA VENTILACION MECANICA
CLAUSULA 003.A Descripción 3- 1
003.B Referencias 3- 1
003.E Requisitos de ejecución 3- 1
003.F Sistema de medición 3- 3
003.G Conceptos de obra y bases de pago 3- 3

CAPITULO 3.02.11.004 INSTALACION PARA AIRE ACONDICIONADO
CLAUSULA 004.A Descripción 4- 1
004.B Referencias 4- 1
004.E Requisitos de ejecución 4- 2
004.F Sistema de medición 4- 3
004.G Conceptos de obra y bases de pago 4- 3

CAPITULO 3.02.11.005 INSTALACION PARA AIRE COMPRIMIDO
CLAUSULA 005.A Descripción 5- 1
005.B Referencias 5- 1
005.E Requisitos de ejecución 5- 1
005.F Sistema de medición 5- 2
005.G Conceptos de obra y bases de pago 5- 2

SECCION 3.02.12 INSTALACION DE SISTEMAS CONTRA INCENDIO
CAPITULO 3.02.12.001 INSTALACION DE REDES CONTRA INCENDIO
CLAUSULA 001.A Descripción 1- 1
001.B Referencias 1- 1
001.E Requisitos de ejecución 1- 1
001.F Sistema de medición 1- 3
001.G Conceptos de obra y bases de pago 1- 3

CAPITULO 3.02.12.002 INSTALACION DE EQUIPOS CONTRA INCENDIO

CLAUSULA 002.A Descripción **2**- 1
002.B Referencias **2**- 1
002.E Requisitos de ejecución **2**- 1
002.F Sistema de medición **2**- 2
002.G Conceptos de obra y bases de pago **2**- 2

CAPITULO 3.02.12.003 SEÑALAMIENTO
CLAUSULA 003.A Descripción **3**- 1
003.B Referencias **3**- 1
003.E Requisitos de ejecución **3**- 1
003.F Sistema de medición **3**- 1
003.G Conceptos de obra y bases de pago **3**- 1

CAPITULO 3.02.12.004 SISTEMA DE CONTROL DE SEGURIDAD
CLAUSULA 004.A Descripción **4**- 1
004.B Referencias **4**- 1
004.E Requisitos de ejecución **4**- 1
004.F Sistema de medición **4**- 2
004.G Conceptos de obra y bases de pago **4**- 2

SECCION 3.02.13 INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS
CAPITULO 3.02.13.001 INSTALACION DE TUBERIAS DE ALIMENTACION
CLAUSULA 001.A Descripción **1**- 1
001.B Referencias **1**- 1
001.E Requisitos de ejecución **1**- 1
001.F Sistema de medición **1**- 4
001.G Conceptos de obra y bases de pago **1**- 4

CAPITULO 3.02.13.002 INSTALACIONES SANITARIAS Y DE DRENAJE
CLAUSULA 002.A Descripción **2**- 1
002.B Referencias **2**- 1
002.E Requisitos de ejecución **2**- 1
002.F Sistema de medición **2**- 3
002.G Conceptos de obra y bases de pago **2**- 3

CAPITULO 3.02.13.003 CISTERNAS, CARCAMOS Y CUARTOS DE BOMBAS
CLAUSULA 003.A Descripción **3**- 1
003.B Referencias **3**- 1
003.E Requisitos de ejecución **3**- 1
003.F Sistema de medición **3**- 2
003.G Conceptos de obra y bases de pago **3**- 2

CAPITULO 3.02.13.004 INSTALACION DE EQUIPOS DE BOMBEO
CLAUSULA 004.A Descripción **4**- 1
004.B Referencias **4**- 1
004.E Requisitos de ejecución **4**- 1
004.F Sistema de medición **4**- 3
004.G Conceptos de obra y bases de pago **4**- 3

SECCION 3.02.14 INSTALACIONES MECANICAS
CAPITULO 3.02.14.001 INSTALACION DE ESCALERAS Y ACERAS MOVILES
CLAUSULA 001.A Descripción **1**- 1
001.B Referencias **1**- 1
001.E Requisitos de ejecución **1**- 1
001.F Sistema de medición **1**- 4
001.G Conceptos de obra y bases de pago **1**- 4

CAPITULO 3.02.14.002 INSTALACION DE EQUIPOS ESPECIALES
CLAUSULA 002.A Descripción **2**- 1
002.B Referencias **2**- 1
002.E Requisitos de ejecución **2**- 1
002.F Sistema de medición **2**- 2
002.G Conceptos de obra y bases de pago **2**- 2

CAPITULO 3.01.01.001

INTRODUCCION

001.A ALCANCE

En esta sección se establecen las especificaciones que deben cumplir los trabajos necesarios para la construcción de las edificaciones del Metro de la Ciudad de México.

En estas especificaciones se tratan las edificaciones del Metro, como son: estaciones, edificios para el Puesto Central de Control (PCC), naves de estacionamiento, edificios de los talleres, y en general todos los edificios complementarios que forman parte de las obras del Metro.

001.A.01 CLASIFICACION DE LAS EDIFICACIONES

a) Estaciones. Por las diferentes soluciones adoptadas en las líneas del Metro, resultan cuatro tipos que son:

   1. Estaciones en líneas superficiales.
   2. Estaciones en líneas subterráneas en cajón.
   3. Estaciones en líneas subterráneas en túnel.
   4. Estaciones en líneas elevadas.

b) Naves en los talleres. En los talleres se tienen naves, depósitos de trenes, vehículos auxiliares, maquinado de durmientes, etcétera.

c) Edificios complementarios. En este grupo se tienen edificios para Puesto Central de Control (PCC), almacenes, talleres, oficinas, control y equipos varios, además de casetas para equipos menores, vigilancia, Compañía de Luz, pilotaje, etcétera.

En términos generales, en la construcción de los edificios intervienen algunos de los siguientes trabajos:

1. Adaptación de las áreas de trabajo.
2. Trazos y nivelaciones.
3. Demoliciones y desmantelamientos.
4. Excavaciones.
5. Cimentaciones.
6. Rellenos.
7 Estructuras de concreto, de acero, de mampostería y de madera.
8. Muros y divisiones.
9. Instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas.
10. Pisos.
11. Impermeabilizaciones.
12. Recubrimientos y acabados.
13. Herrería y cerrajería.
14. Carpintería.
15. Vidriería.
16. Señalamiento.
17. Jardinería.
18. Limpieza.

Para precisar el significado de algunos términos empleados en esta sección, se han formulado las definiciones contenidas en el Libro 1 "Generalidades y terminología".

001.B REFERENCIAS

En esta cláusula se relaciona el tema tratado en cada especificación, con los considerados en otras que puedan tener aplicación, a fin de evitar repeticiones, por lo que en cada uno de los capítulos se enlistan en forma tabular los nombres de los capítulos o cláusulas que tienen alguna relación con los requisitos de calidad que deben cumplir tanto los materiales como la construcción de las obras. Cuando la referencia corresponde a estas Especificaciones para el Proyecto y Construcción de las Líneas del Metro de la Ciudad de México, se indica en dichas tablas el número clave, compuesto sucesivamente por los números y letras correspondientes al libro (un dígito), la parte (dos dígitos), la sección (dos dígitos), el capítulo (tres dígitos) y la cláusula (una letra mayúscula); esta última corresponde a los aspectos de materiales, equipo, requisitos de ejecución, sistema de medición, conceptos de obra y base de pago, de acuerdo con el objetivo de la referencia.

Las referencias que se citan en cada especificación corresponden, en orden de prioridad a las Normas Generales de Construcción del Departamento del Distrito Federal (NGC-DDF), a las de otros organismos nacionales y finalmente, a las de instituciones extranjeras.

Cuando se haga referencia a las Normas Generales de Construcción del DDF o a especificaciones o normas de otros organismos, para efecto de aplicación de estas Especificaciones, se harán las siguientes aclaraciones:

1. En todos los casos el Representante hará las veces del Departamento.
2. No deben considerarse procedimientos de construcción, únicamente los requisitos que deben

cumplir las obras en alguna de sus etapas o al final de su construcción, excepto cuando el proyecto así lo indique.

3. El Representante no fijará las condiciones ni los requisitos de ejecución de las obras; en todo caso, el Representante debe aprobarlos, pero el proyecto debe señalarlos. En consecuencia, el proyecto debe resolver todos los detalles necesarios para efectuar las construcciones.

001.C MATERIALES

Los materiales y/o productos que se utilicen en la ejecución de las obras deberán cumplir con los requisitos de calidad, establecidos en el proyecto y en el Libro 4, de estas Especificaciones; 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 estas últimas.

En la tabla de referencia se indican las cláusulas de materiales a título enunciativo, pero no limitativo, por lo que debe consultarse el proyecto para conocer todos los materiales que se emplearán en la construcción de las obras y pueda efectuarse oportunamente su muestreo y las pruebas de laboratorio que se requieran de acuerdo a lo indicado en el proyecto, o a las Especificaciones de calidad de materiales del Libro 4, y a las indicaciones del Representante.

En la mayoría de los capítulos, se suprime la cláusula relativa a materiales, haciendo únicamente una relación de los mismos en la tabla de referencia, por lo que debe considerarse en estos casos, lo arriba indicado.

001.D EQUIPO

Los equipos que se empleen para realizar los conceptos de trabajo de cada capítulo considerados en esta sección, deberán ser los adecuados y necesarios, debiendo cumplir con lo indicado en el proyecto y/o las instrucciones y aprobación del Representante.

Cuando los trabajos comprendidos en esta sección incluyan la instalación de equipos, sistemas mecánicos, eléctricos o de proceso, se señalarán en esta cláusula los requisitos que sean aplicables respecto a su almacenamiento, manejo, instalación y pruebas y se hará referencia a las normas aplicables de fabricación y calidad.

La cláusula de equipo en la mayoría de los capítulos se suprime, y se usará únicamente cuando corresponda a lo antes indicado.

001.E REQUISITOS DE EJECUCION

En esta cláusula se fijarán los requisitos esenciales de las etapas constructivas y de instalaciones; las características que debe tener el trabajo terminado, incluyendo las tolerancias aceptables y en su caso, lo que debe cumplir el trabajo terminado en las diferentes etapas del mismo; las pruebas que deben efectuarse para la aceptación de los equipos y sistemas instalados, y se hará referencia a los requisitos de seguridad durante la ejecución de la obra o las instalaciones.

Las obras se ejécutarán con los materiales, las dimensiones, las tolerancias y los acabados de acuerdo con:

a) Los requisitos que fije el proyecto.

b) Las especificaciones particulares que se dicten por condiciones especiales de las obras.

c) Lo que corresponda aplicar de estas Especificaciones para construcción e instalaciones, según la obra de que trate.

Las obras deberán ejecutarse correctamente de acuerdo con lo indicado en el inciso anterior. La correcta ejecución y buena presentación son requisitos indispensables para que el Representante acepte los trabajos; la limpieza general de la misma y de la zona adyacente de trabajo, son parte de la correcta ejecución de los trabajos contratados.

En el proyecto se indicarán las dimensiones, refuerzos, anclajes, preparaciones, etc., que deben tener las estructuras y si por circunstancias especiales se requieren variaciones de las mismas, éstas deberán someterse a la consideración del Representante, quien decidirá a su juicio, si se aceptan o rechazan; en todo caso indicará cuál es el trámite a seguir para que puedan solucionarse los problemas.

La limpieza general y parcial de una obra, así como la de la zona adyacente, atarjeas e instalaciones municipales azolvadas por desechos generados durante y al término de la obra, se consideran como parte de la correcta ejecución de los trabajos, a lo que el Contratista se obliga para que el Representante pueda recibirlos.

001.F SISTEMA DE MEDICION

En todos los casos, se medirán los trabajos que hayan sido ejecutados correctamente, de acuerdo con lo indicado en la cláusula anterior.

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

El Representante medirá, en la forma que proceda según sea el caso, los daños que en las obras causen fenómenos naturales no previsibles, cuando dichas obras se ejecuten dentro de los plazos convenidos en el programa autorizado.

La medición de los conceptos de obra se harán 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 la Oficina de Precios Unitarios del DDF, tomando en cuenta las disposiciones generales establecidas en el Libro 1 de estas Especificaciones.

El resultado de la medición de los trabajos a que se refiere esta sección, empleando las unidades que en cada caso se indican en las cláusulas de medición respectivas, se aproximará como sigue:

a) En la hora, al centésimo, es decir con dos decimales.

b) En el kilogramo y en el litro, a la unidad.

c) En el metro cúbico para medición de excavación y rellenos, a la unidad.

d) En las piezas tales como: plantas, lotes, etc., a la unidad.

e) En todas las demás unidades no incluidas en los párrafos anteriores a una decimal.

Para aproximar a la unidad o a la decimal, se redondeará a la unidad o decimal superior, cuando en el resultado de la medición figuren fracciones mayores de 0.5 y 0.05 respectivamente; o a la unidad o decimal obtenidos, cuando en el resultado de la medición figuren fracciones menores o iguales a 0.5 o a 0.05 respectivamente, según sea el caso.

001.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

El pago de los conceptos a que se refiere esta sección, se aplicará a los trabajos medidos de acuerdo con lo indicado en la cláusula anterior. Los conceptos que no sean objeto de medición no estarán sujetos a pago por separado, pues se considera que sus importes ya se han distribuido proporcionalmente o como corresponda, en los precios unitarios del contrato.

En los precios unitarios de los conceptos a que se refiere esta sección queda incluido, y no se medirá, lo correspondiente a la conservación de las obras hasta su recepción por parte de COVITUR, ni la limpieza general de la zona adyacente de trabajo, que ejecute el Contratista de acuerdo con las indicaciones del Representante.

Cuando el pago de las obras contratadas se haga por unidad de obra terminada deberá considerarse lo indicado en el inciso anterior.

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

Los conceptos de obras y base de pago se efectuará en los términos que se haya convenido en el contrato, al catálogo de Precios Unitarios de COVITUR o a lo indicado por el Organismo de Precios Unitarios del DDF, tomando en cuenta las disposiciones generales establecidas en el Libro 1 de estas Especificaciones para el proyecto y la construcción de las líneas del Metro de la Ciudad de México.

CAPITULO 3.01.01.002

ADAPTACION DE LAS AREAS DE TRABAJO

002.A DESCRIPCION

Es el conjunto de trabajos y obras tales como desmonte, despalme, limpieza del terreno, trazo, excavaciones, rellenos, plantillas, cercas, demoliciones y desmantelamiento, que deben ejecutarse antes del desplante de una edificación, con el objeto de proteger el terreno y las construcciones colindantes, así como para facilitar y permitir la iniciación de la construcción.

002.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Trazos y nivelaciones	DDF 3.10
Demoliciones y desmantelamientos	DDF 4.01
Excavaciones para estructuras	3.01.01.005
Plantillas	3.01.01.008
Zampeados	DDF 3.36
Rellenos en estructuras	3.01.01.011
Cercas de malla de alambre	3.01.01.017
Desmantelamiento, desmontaje y desconexión de instalaciones de alumbrado público	DDF 3.30
Limpieza	3.01.01.033
Excavaciones de cepas	3.01.06.004
Instalación de tubería para alcantarillado	3.01.06.006
Instalación de tubería para agua potable	3.01.06.005
Construcción de pozos de visita y de caída	3.01.06.008
Canalización subterránea	DDF 3.28
Señalamientos	3.01.07.012
Seguridad	3.01.07.013

002.E REQUISITOS DE EJECUCION

002.E.01 DESMONTE

Se considerará como el retiro de la vegetación existente dentro de las áreas de construcción, de acuerdo con lo fijado en el proyecto y lo ordenado por el Representante.

a) El desmonte comprenderá la ejecución de cualesquiera de las operaciones siguientes:

1. Tala. Consiste en cortar los árboles y arbustos que señale el Representante, tomando las providencias necesarias para no dañar los que se conserven.

2. Roza. Consiste en quitar la maleza, hierba, zacate o cualquier otra clase de residuos vegetales al nivel de terreno.

3. Desenraice. Consiste en sacar los troncos o tocones incluyendo su raíz.

4. Limpia y retiro. Consiste en desalojar el producto del desmonte al lugar que indique el Representante, estibarlo y tirar lo no utilizable a criterio del propio Representante.

b) Las operaciones del párrafo anterior se ejecutarán en la superficie indicada expresamente por el proyecto, de manera que a su terminación se encuentre en condiciones de ejecutar los trabajos subsecuentes, tomando en consideración que deberán realizarse las operaciones antes mencionadas con las tolerancias de las líneas trazadas para las áreas de construcción.

c) El proyecto y el Representante determinarán los árboles o arbustos que deberán respetarse; en este caso, el Contratista deberá tomar las providencias necesarias para no dañarlos y únicamente se cortarán las ramas que queden a menos de 3 m de los límites de las áreas de construcción, procurando conservar la simetría y buena apariencia del árbol. El trasplante de árboles o arbustos será, en cada caso, en la forma que indique el Representante, quien eligirá los árboles o arbustos que se trasplantarán.

d) Todo el material aprovechable proveniente del desmonte será propiedad del DDF y deberá ser estibado en los sitios que se indique, no pudiendo ser utilizados por el Contratista sin el previo consentimiento de aquél; la materia vegetal no utilizable, se depositará en la forma y en los lugares que indique el Representante.

e) Los daños y perjuicios a propiedad ajena ocasionados por trabajos de desmonte efectuados indebidamente dentro o fuera de las zonas de construcción serán de la responsabilidad del Contratista.

f) El desmonte se hará con herramienta manual sólo en los casos siguientes:

1. En lugares inaccesibles para la maquinaria.

2. En una franja limitada por líneas situadas a 3 m a cada lado del eje de alguna instalación o tubería. En caso de existir varios tubos, los límites de la franja estarán a 3 m de los ejes de los tubos extremos.

3. En una franja limitada por líneas situadas a 3 m de los paramentos de cualquier construcción.

4. Cuando el desmonte se haga con herramienta manual, el corte de los árboles quedará a una altura no mayor de 1 m y el de los arbustos a 40 cm, excepto en las zonas en que debe efectuarse el desenraice.

g) En la extracción de tocones deberá ejecutarse la excavación necesaria alrededor de los mismos para facilitar esta operación.

002.E.02 DESPALME

Se ejecutará en las áreas destinadas a la construcción y se apegará al proyecto y a la autorización previa del Representante, quien decidirá en cada caso si procede su ejecución, y considerará como conceptos separados el de despalme y el de excavación, cuando exista esta última.

a) Cuando se autorice el despalme, el proyecto indicará el espesor de la capa por despalmar en las áreas de construcción. Para controlar el espesor de despalme, antes de ejecutarlo se seccionará la superficie, no debiendo alterarse las referencias y bancos de nivel durante la ejecución del trabajo.

b) Durante la ejecución del despalme se respetarán y en su caso se repondrán, los señalamientos fijados por el Representante.

c) El despalme se efectuará con herramienta manual en los siguientes casos, excepto cuando se indique otra cosa:

1. En lugares inaccesibles para la maquinaria.

2. En una franja limitada por líneas situadas a 2 m de los paramentos de cualquier construcción.

3. En una franja limitada por líneas situadas a 3 m del eje del obstáculo o interferencia que se presente.

d) El material producto del despalme deberá ser retirado fuera de las áreas destinadas a la construcción de acuerdo con lo que indique el proyecto y a las instrucciones del Representante.

e) Los niveles de despalme se controlarán nivelando secciones separadas entre sí, según lo indicado en el proyecto, o a cada 20 metros.

002.E.03 DEMOLICIONES Y DESMANTELAMIENTO

Las operaciones de demolición y desmantelamiento se harán en la forma que indique el proyecto y deberán seguirse los lineamientos indicados en el capítulo 4.01 del Libro Cuarto de las NGC-DDF.

002.E.04 LIMPIEZA PRELIMINAR Y EXCAVACION DE LIMPIA

Las operaciones de limpieza del terreno se ejecutarán en toda su área. El producto de la limpieza del terreno se depositará en el lugar que el Representante señale.

002.E.05 TRAZOS Y NIVELACIONES

El proyecto proporcionará en el sitio de la obra las referencias para localización, niveles y trazos y fijará los monumentos, bancos de nivel y estacas que sean necesarios. Para definir esos elementos, el Contratista será el responsable de las dimensiones de las distintas partes de la obra, así como de sus elevaciones a partir de las líneas y niveles que proporcione el Representante. El Contratista queda obligado a cuidar y a conservar los monumentos, bancos de nivel y estacas. En caso de que sean destruidos o cambiados de lugar, su relocalización y reconstrucción la realizará el Representante, pero por cuenta del Contratista, quien proporcionará los materiales y mano de obra necesarios. El Representante verificará las referencias para niveles y trazo con la frecuencia que considere conveniente.

002.E.06 RELLENOS Y DRENES

Los rellenos y drenes se harán en la forma y en los lugares que indique el proyecto.

002.E.07 PLANTILLAS

Las plantillas se ejecutarán sobre las superficies de desplante terminadas. El proyecto indicará si estas superficies se afinan o compactan. Se deberán seguir los lineamientos establecidos en 3.01.01.008 de estas Especificaciones.

002.E.08 ZAMPEADOS

Los zampeados se construirán con las dimensiones, niveles y demás características que fije el proyecto, y tomando en consideración los lineamientos mencionados en el capítulo 3.36 del Libro Tercero de las NGC-DDF.

002.E.09 PROTECCIONES

Antes y durante la construcción de las obras deberán ubicarse en los lugares que señale el Representante, las barreras y señalamientos para proteger al personal de la obra y a las personas ajenas a la misma. Si durante el transcurso de la obra es necesario proteger las estructuras circunvecinas y esta situación no ha sido prevista, el Contratista realizará las obras complementarias necesarias e indispensables y lo comunicará de inmediato al Representante para su aprobación.

002.E.10 CERCAS

La delimitación de las áreas de trabajo se ejecutará para impedir el acceso a personas o vehículos ajenos a la construcción de las obras del Metro, con objeto de evitar accidentes y demoras. Las dimensiones de las cercas, tipo y características de los ma-

teriales y el lugar en que se colocarán, serán fijadas por el proyecto y autorizadas por el Representante y se construirán de tal manera que su paramento exterior coincida con la línea que delimita la superficie por cercar.

002.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001.F de "Introducción".

002.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

Véase 3.01.01.001.G de "Introducción".

CAPITULO 3.01.01.003

TRAZOS Y NIVELACIONES

003.B REFERENCIAS

Véase capítulo 3.10 del Libro Tercero de las NGC- DDF.

CAPITULO 3.01.01.004

DEMOLICIONES Y DESMANTELAMIENTOS

004.B REFERENCIAS

Véase capítulo 4.01 del Libro Cuarto de las NGC- DDF.

CAPITULO 3.01.01.005

EXCAVACIONES PARA ESTRUCTURAS

005.A DESCRIPCION

Las excavaciones son las operaciones necesarias para la remoción y extracción de materiales del suelo natural ejecutadas a cielo abierto, para desplantar o alojar cimentaciones, muros, drenes y pequeñas estructuras, de acuerdo con lo fijado en el proyecto.

005.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Trazos y nivelaciones	DDF 3.10
Excavaciones y cortes	DDF 3.15
Demoliciones y desmantelamientos	DDF 4.01.E
Rellenos en estructuras	3.01.01.011.E
Abatimiento del nivel freático	3.01.03.006.E
Instrumentación y mediciones de control	3.01.03.011.E
Excavaciones en cepas	3.01.06.004.E
Relleno en cepas	3.01.06.007.E
Señalamiento	3.01.07.012.E
Seguridad	3.01.07.013.E

005.E REQUISITOS DE EJECUCION

El proyecto designará el tipo de material a excavar y lo clasificará de acuerdo con su dureza y dificultad que presente para su extracción.

En cuanto al procedimiento de ataque, las excavaciones se dividen en:

a) Excavaciones a mano.

b) Excavaciones a máquina.

c) Excavaciones mixtas.

En la ejecución de las excavaciones se considerarán los siguientes casos:

a) En seco.

b) Eliminando el agua de la excavación mediante drenes auxiliares o por bombeo, autorizados por el Representante, en cuyo caso la excavación se considerará en seco.

c) En agua, ejecutada con máquina, cuando no sea posible eliminarla económicamente por bombeo o mediante drenes auxiliares.

d) En material saturado o lodoso. Es aquél que por su elevado contenido de agua se adhiere o se escurre de la maquinaria o la herramienta utilizada para su extracción, reduciéndose la eficiencia del trabajo.

Para la ejecución de las excavaciones en general, se deberá cumplir con lo establecido en el proyecto y con las condiciones de la zona en cuanto a instalaciones existentes y construcciones cercanas, con el objeto de no causar daños a éstas.

a) Con respecto a las instalaciones el Representante entregará al Contratista los planos de localización de las instalaciones existentes y de proyecto, coordinando la supervisión necesaria con el fin de evitar interferencias en el proceso de la obra.

b) En caso de existir construcciones cercanas susceptibles de daños y con el fin de deslindar responsabilidades, el Representante realizará un dictamen por escrito de las condiciones existentes de las mismas, realizando revisiones periódicas que se llevarán en un registro durante el proceso de la obra. Al término de la misma se hará la inspección final y se indicará lo que proceda.

Las excavaciones para estructuras deberán efectuarse de acuerdo con los datos de proyecto, niveles, holguras, tolerancias y la inclinación de los taludes, afinándose en tal forma que ninguna saliente del terreno penetre más de 1.0 cm dentro de las secciones de construcción de las estructuras que lo formarán, debiéndose además observar los siguientes lineamientos:

a) Cuando el lecho de roca o suelo de cimentación sea distinto de los previstos en el proyecto, no se iniciará el desplante hasta que esté elaborado el nuevo proyecto.

b) Cuando fuera de los límites de excavación no sea posible depositar materiales producto de la misma, por invadir la vía pública, afectar derechos e intereses de un tercero, causar interferencia con el desarrollo normal de los trabajos, etc., el acarreo quedará restringido, a juicio del Representante, hasta límites tales que no causen ningún perjuicio.

c) Cuando se requiera el desagüe de las excavaciones, el Contratista se sujetará a las indicaciones del proyecto, construirá los drenes, canales, cár-

camos, etc., e instalará los equipos que le sean ordenados o aprobados.

Durante las operaciones de desagüe de las excavaciones, los volúmenes de agua bombeada se deberán limitar a lo estipulado en el proyecto.

d) Cuando se requiera proteger los taludes de las excavaciones o las partes de las cimentaciones de estructuras colindantes expuestas por las excavaciones, las ataguías, ademes, puntales, etc., empleadas para ello, se sujetarán en su diseño a lo estipulado en el proyecto.

e) Cuando el proyecto fije que las paredes o el fondo de una excavación pueden servir de molde a un colado, las piedras sueltas, derrumbes y en general el material inestable serán removidos; las raíces, troncos o cualquier materia orgánica que sobresalga, deberán cortarse al ras y las dimensiones de la excavación no excederán en más de 10 cm, respecto a las fijadas en el proyecto. En caso de que excedan dicho límite, será forzoso poner moldes, excepto si el Representante indica lo contrario.

f) Si el material del fondo de las excavaciones es susceptible a afectarse por intemperismo, y si la cimentación o estructura no se va a desplantar de inmediato, las excavaciones deberán suspenderse en la forma que indique el proyecto.

g) Cuando en las excavaciones se requiera compactación en la superficie de desplante u otra obra auxiliar, se ejecutará ésta de acuerdo con lo fijado en el proyecto.

h) Las grietas y oquedades que se encuentren en el lecho de roca o suelo de cimentación, se rellenarán con concreto, mortero o lechada de cemento, cuando y en la forma que indique el proyecto.

i) Cuando el Representante autorice el uso de explosivos, deberá evitarse aflojar el material más allá de la superficie fijada en el proyecto, tomándose las medidas pertinentes para evitar que causen perjuicios a las construcciones y/o a los servicios públicos situados en las inmediaciones.

j) Durante la ejecución de las excavaciones se respetarán y en su caso se repondrán los señalamientos colocados por instrucciones del Representante.

k) Salvo que se indique lo contrario, el material producto de las excavaciones podrá ser utilizado en rellenos de las mismas en otros conceptos de trabajo en cualquier lugar de la obra. Los materiales sobrantes deberán utilizarse o desperdiciarse depositándolos en lugar y forma fijados en el proyecto y/u ordenado por el Representante.

l) Cuando las excavaciones no vayan a cubrirse completamente con concreto o mampostería, se harán con las dimensiones mínimas requeridas para alojar o construir las estructuras, con una tolerancia en exceso de 50 cm al pie de los taludes, que permita la colocación de las cimbras para concreto, cuando esto sea necesario. La pendiente que deberán tener los taludes de las excavaciones será determinada por el proyecto.

Las excavaciones para cimentaciones son las que se realizan para alojar las cimentaciones de construcciones diversas, incluyendo las operaciones necesarias para amacizar y/o limpiar la plantilla o taludes de las mismas, la remoción del material producto de la excavación y su acarreo hasta donde se indique, depositándolo en tal forma que no interfiera con el desarrollo normal de los trabajos; también se incluye la conservación de dichas excavaciones por el tiempo que se requiera para la construcción satisfactoria de las estructuras correspondientes a la cimentación.

005.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001.F de "Introducción".

005.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

Véase 3.01.01.001.G de "Introducción".

CAPITULO 3.01.01.006

PILOTES

006.A DESCRIPCION

Los pilotes son elementos que forman parte de la cimentación de una estructura, los cuales se hincan o construyen en el terreno con el propósito de transmitir cargas y/o modificar las características del suelo, de acuerdo con lo fijado en el proyecto. Los pilotes podrán ser precolados o colados en el lugar.

006.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Adaptación de las áreas de trabajo	3.01.01.002.E
Trazos y nivelaciones	DDF 3.10
Excavaciones para estructuras	3.01.01.005.E
Estructuras de concreto reforzado	3.01.01.012.E
Señalamiento	3.01.07.012.E
Seguridad	3.01.07.013.E
Mamposterías	DDF 4.03
Instrumentación para control de comportamiento	3.01.05.012.E
Varillas de acero, corrugadas y lisas para refuerzo de concreto	4.01.01.005.A
Acero estructural	4.01.01.005.C
Materiales para cimbra	4.01.01.008. A, B y D
Concreto hidráulico	4.01.01.002.G
Tubos de acero al carbono para usos estructurales	4.01.01.017.E

006.E REQUISITOS DE EJECUCION

006.E.01 FABRICACION DE PILOTES PRECOLADOS

Las características geométricas, la resistencia de los pilotes, el acero de refuerzo y demás operaciones que se requieran deberán cumplir con lo indicado en el proyecto, y con lo siguiente:

a) El armado longitudinal, transversal o helicoidal será el indicado en el proyecto. El acero de refuerzo deberá cumplir con los lineamientos expresados en el capítulo 3.01.01.012 y con los requisitos de calidad establecidos en 4.01.01.005.A de estas Especificaciones.

b) Las cimbras o moldes se ajustarán a los lineamientos y tolerancias establecidos en 3.01.01.012. E.02, teniendo en cuenta lo siguiente:

   1. Los moldes pueden ser de madera, plástico, metal o cimbra deslizante; en caso de que sean de madera, ésta tendrá cuando menos 2 cm de espesor después de cepillada y se les aplicará un tratamiento, con objeto de hacerla impermeable.

   2. Las aristas o rincones de los moldes de pilotes de sección cuadrada, a menos que se indique lo contrario, serán achaflanadas, siendo la dimensión de los chaflanes de 2 centímetros.

   3. La desviación máxima admisible del eje longitudinal del pilote, con respecto a la línea recta trazada desde el centro de la punta inferior al centro de la cabeza, no excederá de 5 mm por cada 7 m de longitud del pilote.

c) Los pilotes precolados podrán fabricarse en el campo o en la planta. El concreto será del grado de calidad "A"; la elaboración, muestreo y pruebas en el concreto deberán cumplir con los requisitos establecidos en 4.01.01.002.G. La colocación, curado, compactación y vibrado deberá satisfacer los lineamientos del capítulo 3.01.01.012. El Representante podrá variar el muestreo del concreto si a su juicio lo considera conveniente.

d) El colado de cada tramo de pilote se hará en forma continua y en una sola operación; el concreto se compactará con vibrador previamente aprobado por el Representante.

e) Los pilotes no se deberán mover de su lugar de colado sino hasta que haya adquirido la resistencia necesaria para el manejo, según lo indique el proyecto.

f) Cuando lo fije el proyecto, los pilotes precolados deberán llevar un ducto central en toda su longitud, de diámetro y características tales que permitan verificar la profundidad de hincado y su verticalidad o inclinación.

g) El manejo de los pilotes durante los procesos de remoción de cimbras, curado, almacenamiento y transporte, se hará de manera que no se produzcan rupturas, descascaramientos u otros de-

fectos que puedan dañar la estructura de los pilotes.

h) Todas las superficies del pilote deberán ser lisas, continuas y estarán exentas de salientes, oquedades y rugosidades perjudiciales. Cualquier superficie que resulte defectuosa, deberá corregirse en la forma que ordene el Representante.

006.E.02 HINCADO DE PILOTES PRECOLADOS

Para efectuar el hincado deberán tomarse en cuenta los siguientes requisitos:

a) Ningún pilote podrá hincarse, si el concreto que lo constituye no ha alcanzado la resistencia que especifique el proyecto.

b) El hincado se hará previamente a la excavación de la zapata y desde la superficie del terreno natural.

c) Los pilotes a utilizar estarán constituidos por dos o más tramos; un tramo inferior cuya longitud será constante y otro superior que será de longitud variable, cumpliendo con lo indicado en el proyecto.

d) La unión de las secciones del pilote se hará mediante dos placas de acero soldadas, cuyos detalles serán los indicados en el proyecto.

e) Antes de proceder a hincar cada pilote, se hará una perforación previa en el terreno del diámetro y longitud fijada en el proyecto.

f) Para el hincado de los pilotes deberá contarse con una estructura guía que pueda trasladarse y fijarse firmemente en el terreno; esta estructura no debe colgar de la pluma de la grúa y se ajustará a los siguientes lineamientos:

1. Durante el hincado, la estructura guía estará fija en la superficie del terreno y tendrá libertad para el desplazamiento del martillo; sujetará lateralmente al pilote.

2. La estructura guía deberá mantenerse nivelada antes y durante el hincado. No se permitirá el hincado de los pilotes hasta que la estructura guía se encuentre perfectamente nivelada.

3. En caso de que no se cuente con la estructura guía, será necesario garantizar la verticalidad del hincado de los pilotes y la elevación de la cabeza, cumpliendo con lo indicado en los párrafos 006.E.02.g y 006.E.02.p de este capítulo.

g) El desplome máximo permisible del eje longitudinal de los pilotes será igual al uno por ciento de su longitud total.

h) Antes de iniciar el hincado se deberá proteger la cabeza del pilote del daño que el martillo pueda ocasionarle durante el hincado; esta protección será la indicada en el proyecto. En caso de que la protección se dañe, deberá reponerse inmediatamente para evitar daños estructurales a la cabeza del pilote.

i) El hincado de los pilotes deberá hacerse mediante un martillo del tipo aprobado por el Representante; la altura de caída del martillo no deberá exceder de 2.50 m y tendrá un peso no menor del 50 por ciento de la suma de los pesos de la cabeza para el hincado y el pilote, pero en ningún caso serán inferior a 13 338 N (1 360 kg).

j) Deberá contarse con un equipo auxiliar de mordazas para sujetar el pilote en caso de que éste se hunda por efecto de su propio peso.

k) Iniciado el proceso de hincado del pilote, no deberán existir periodos de receso mayores que 90 minutos.

l) Durante el hincado deberá llevarse un registro del número de golpes empleados por cada metro que penetre el pilote y se anotará la hora en que se empiece y termine el hincado, así como el tiempo transcurrido en el proceso de soldado de los dos tramos. Para los últimos dos metros de hincado se llevará el registro del número de golpes por cada 20 cm de penetración.

m) Después de hincados los pilotes hasta la profundidad de proyecto y con el objeto de lograr una adecuada continuidad estructural entre la zapata de cimentación y la cabeza de los pilotes, deberá demolerse la parte superior de éstos, hasta alcanzar el nivel de desplante de la zapata, según lo indique el proyecto. En caso de que en este nivel el concreto presente agrietamientos por hincado, será necesario seguir demoliendo hasta descubrir el concreto sano, debiéndose volver a colarlo para ligarlo al resto de la estructura.

n) Todo pilote cuya integridad estructural resulte dudosa por daños sufridos durante su manejo o hincado deberá ser reemplazado por otro nuevo.

ñ) En el nivel de desplante del pilote se permitirá una tolerancia de $\pm$ 20 centímetros.

o) Los pilotes se hincarán de acuerdo con el siguiente orden: primero se hincarán los pilotes del centro y posteriormente los pilotes de la periferia, empezando por cualquier esquina y continuando con un mismo sentido de giro, excepto cuando el proyecto indique otro orden.

p) La posición de la cabeza de los pilotes no deberá diferir con respecto a la del proyecto en más de 20 centímetros.

q) Las perforaciones previas al hincado de los pilotes no deberán quedar abiertas por más de 24 horas, por lo que cuando se atraviese un fin de semana o un día festivo, el Contratista podrá iniciar las perforaciones siempre y cuando tenga previsto el personal necesario para ejecutar el hincado de los pilotes dentro del plazo.

r) Será necesario que los niveles de desplante de las puntas de los pilotes se verifiquen y confirmen topográficamente mediante bancos de nivel superficiales alejados una distancia no menor de 50 m de la zona de hincado.

s) Los procedimientos para hincado de pilotes deberán garantizar que no se ocasionen daños a las estructuras e instalaciones vecinas, por vibraciones o desplazamiento vertical y horizontal del suelo.

006.E.03 PILOTES COLADOS EN EL LUGAR

Son los elementos de concreto simple o reforzado, colados en el terreno ya sea dentro de un tubo, forro o ademe hincado en el terreno, o dentro de una perforación previa hecha en el propio terreno, de acuerdo con lo fijado en el proyecto.

a) Los tubos o ademes deberán ser lo bastante herméticos para que no haya fugas al ser llenados de concreto y serán de la forma y dimensiones señaladas por el proyecto. Cuando se trate de tubos o ademes cónicos, su diámetro disminuirá uniformemente desde la cabeza a la punta; en ésta el diámetro no será menor de 20 cm. En el caso de lámina acanalada deberá considerarse el diámetro mínimo interior. Los tubos o ademes metálicos que se hinquen sin corazón o núcleo deberán estar provistos de una punta guía. Los tubos o ademes que se hinquen con el uso de un corazón llevarán en su extremo inferior un tapón de concreto o de otro material, lo suficientemente resistente y hermético para impedir la entrada de agua y/o de otras materias extrañas.

b) Los tubos o ademes se hincarán en el lugar, en la forma y a la profundidad que fije el proyecto. La operación de hincado deberá ser continua hasta la profundidad indicada y se tomarán las precauciones necesarias para no dañar el tubo o ademe. En general, en el hincado, además de lo establecido en los párrafos del inciso 006.E.02 de este capítulo, deberán observarse los siguientes lineamientos:

1. En todo momento se tendrá disponible un equipo para iluminar los agujeros o ademes hincados, el cual será previamente aprobado por el Representante.

2. Se dispondrá de sondas para comprobar la profundidad de los agujeros guía o de los tubos o ademes, así como para comprobar su calibración.

3. Si los tubos o ademes no son llenados de concreto inmediatamente después de su hincado, la parte superior de los mismos o sea el brocal, será tapada temporalmente para evitar la entrada de agua o materias extrañas.

4. Terminado el hincado de los tubos o ademes, su extremo superior será cortado a escuadra y a las líneas y niveles señalados por el proyecto.

c) Cuando se estipule el uso de acero de refuerzo, se procederá a lo indicado en el párrafo 006.E.01.a de este capítulo; el armado será introducido al tubo o ademe antes de colar el concreto.

d) El concreto que se emplee en la construcción de pilotes colados en el lugar será de la resistencia y características señaladas por el proyecto y sometido previamente a la inspección y aprobación del Representante; deberá cumplir además con lo indicado en el párrafo 006.E.01.c de este capítulo.

e) El colado de los pilotes deberá ser continuo y en una sola operación, en la forma y con el equipo aprobado por el Representante. Se observarán además los siguientes lineamientos:

1. Antes de iniciar el colado de concreto, deberán eliminarse las materias extrañas y/o el agua que pueda haberse acumulado en los tubos o ademes.

2. Cuando se utilicen forros dentro del tubo ya hincado, éstos deberán unirse herméticamente a la punta del pilote o tapón. Salvo que se indique lo contrario, cuando se alcance una altura igual a las dos terceras partes del forro, el tubo de hincado se extraerá parcialmente y al terminarse el llenado del forro, se extraerá completamente.

3. Cuando el colado se realice directamente en el tubo de hincado, sin utilizar forros, la extracción del tubo se iniciará cuando se tenga la altura de colado fijada en el proyecto y se continuará extrayéndolo simultáneamente al colado, manteniendo lleno de concreto el extremo inferior del tubo, en una longitud no menor de dos diámetros.

4. Cuando así se indique durante el colado, el concreto podrá ser presionado con dispositivos especiales para la formación de bulbos.

f) Salvo que el proyecto indique lo contrario, no se hincará ningún tubo o ademe en un radio de 3 m, respecto a un pilote acabado de colar, hasta después de 24 h de efectuado su colado.

g) El colado de uno o varios pilotes solamente se realizará previa inspección y aprobación del Representante.

h) A juicio del Representante, los tubos o forros hincados defectuosamente o dañados seriamente durante el hincado, manejo o almacenamiento, serán rechazados.

i) Los pilotes colados en el lugar dentro de una perforación previa en el terreno, sin el uso de tubos o forros, se construirán de acuerdo con lo que fije el proyecto, en cada caso.

006.E.04 PRUEBAS DE CARGA EN PILOTES

Se efectuarán las pruebas de carga con la frecuencia y procedimiento indicado en el proyecto sobre pilotes individuales cuyo tipo y elevación de desplante se indicará en los planos de proyecto correspondientes para cada caso particular, o bien estas pruebas podrán realizarse sobre los pilotes más próximos al cadenamiento indicado en el proyecto, previa aprobación del Representante; las pruebas deberán ajustarse a los siguientes lineamientos:

a) Para realizar la prueba de carga los pilotes deberán tener como mínimo un mes de hincados o la edad señalada por el proyecto.

b) Excepto que el proyecto indique lo contrario, la carga aproximada de prueba que se le aplicará a cada pilote será de 1373 kN (140 t); sin embargo, será necesario aplicar la carga de falla, considerada como aquélla que produzca una deformación del pilote de 20 mm como mínimo.

c) Terminada la ejecución de la prueba de carga, se procederá a rellenar las excavaciones efectuadas con un material areno-limoso; el espesor compacto será de 30 cm como máximo y se compac-

tará al 90 por ciento de su peso volumétrico seco máximo con respecto a la prueba Proctor estándar.

d) Cuando se haya empleado brocal de mampostería, éste deberá demolerse hasta la profundidad que se desplantó, debiendo cumplirse con lo indicado en el proyecto.

e) Salvo que el proyecto indique otro proceso, la prueba de carga en las líneas elevadas o en otras edificaciones, podrá realizarse de acuerdo a los dos sistemas siguientes:

1. Primer sistema: Anclaje con pilotes electromecánicos.

1.1 Este sistema de carga a utilizar estará constituido por una plataforma de carga lastrada, en combinación con una viga maestra para reacción, apoyada en sus extremos sobre seis pilotes electrometálicos en la forma similar a la indicada en la fig 006-1. La carga máxima a emplear, proveniente de la viga de reacción, será del 50 por ciento del valor de la carga aproximada de prueba. Los pilotes electrometálicos serán de tubo de acero de 22.5 m de longitud efectiva y 6.35 cm (2½") de diámetro exterior. El tiempo de tratamiento eléctrico será de 4 h y el gradiente de potencial podrá variar de 0.2 a 0.3 volts/cm.

1.2 La prueba de carga se efectuará en una excavación de 2.20 m de profundidad, debiéndose colocar en el fondo una plantilla de concreto pobre de 7 cm de espesor; en los lados longitudinales de la excavación se deberá construir un brocal de mampostería (fig 006-2).

1.3 Una vez demolido el cabezal del pilote y libre de partículas sueltas, se colocará un zuncho perimetral de acero que servirá como cimbra confinante a la capa de azufre que se empleará para enrasar la cabeza del pilote y de esta forma tener una superficie uniforme de soporte, sobre la cual se colocará una placa de acero de 2.54 cm (1") de espesor y de 50 x 50 cm en planta. El gato se colocará centrado y directamente sobre placa. La altura de la demolición del pilote será de 30 centímetros.

1.4 La carga se aplicará en cuatro incrementos iniciales de 1/10 de la carga aproximada de prueba a intervalos de 24 h y seis incrementos de 1/10 de dicha carga con una duración tal que las deformaciones registradas sean menores de 1.0 mm a los 20 min, pero sin exceder de un periodo de 72 h, lo que ocurra primero. En ningún caso la duración de estos incrementos será menor de 12 horas.

1.5 Deberán instalarse cuatro micrómetros con precisión de 0.1 mm para llevar el control de las deformaciones referidas a puntos fijos, colocados en estructuras independientes al sistema de carga. La zona de micrómetros deberá protegerse adecuadamente para aislarse de cambios de temperatura.

1.6 Con objeto de registrar cualquier excentricidad en el sistema de carga, deberán colocarse dos micrómetros horizontales y ortogonales entre sí. Estos se registrarán al mismo tiempo que se hagan lecturas en los micrómetros verticales. Con estas lecturas se llevarán gráficas deformación-tiempo similares a las que más adelante se detallan para las deformaciones verticales. Si las lecturas de uno de estos micrómetros alcanza 1.0 cm, deberá suspenderse la prueba y reiniciarse después de haber renivelado el equipo.

1.7 Aplicado cada incremento de carga, se tomarán lecturas de deformación a intervalos de 1, 2, 4, 8, 14, 30 y 60 min y posteriormente a los intervalos necesarios para definir satisfactoriamente la curva deformación-tiempo. Las lecturas de deformación se continuarán hasta 24 h después de aplicado el último incremento de carga como mínimo y 72 h como máximo.

1.8 Con los datos recabados se construirán gráficas deformación-tiempo, una para cada micrómetro, en escala semilogarítmica. Un juego de estas gráficas se dibujará para cada incremento de carga y simultáneamente a la ejecución de la prueba. Con la deformación máxima registrada para cada incremento de carga, se construirá una gráfica carga-deformación para cada micrómetro.

1.9 Durante la descarga la recuperación de la deformación será medida cuando la carga restante en el pilote sea de 75, 50, 25, 10 y 0 por ciento de la carga máxima de prueba; la duración de cada decremento será de 12 h. La recuperación final será registrada 24 h después de que se haya retirado la totalidad de la carga de prueba. Con las deformaciones medidas y el porcentaje de carga respectivo, se construirá la rama de descarga en la misma hoja utilizada para la rama de carga de la gráfica carga-deformación.

1.10 Todo el equipo utilizado para la ejecución de la prueba deberá ser calibrado. La capacidad del gato no deberá ser menor de 200 toneladas.

1.11 Durante la ejecución de la prueba deberá nivelarse tres veces al día la unión de los pilotes electrometálicos y la viga de reacción, así como los extremos de la estructura de sujeción de los micrómetros. La nivelación se hará a partir de un banco de nivel que se encuentre lo suficientemente alejado tanto del área de influencia de la prueba como de la obra general del Metro.

2. Segundo sistema: Anclaje con pilotes de concreto.

2.1 Este sistema consiste en utilizar una ar-

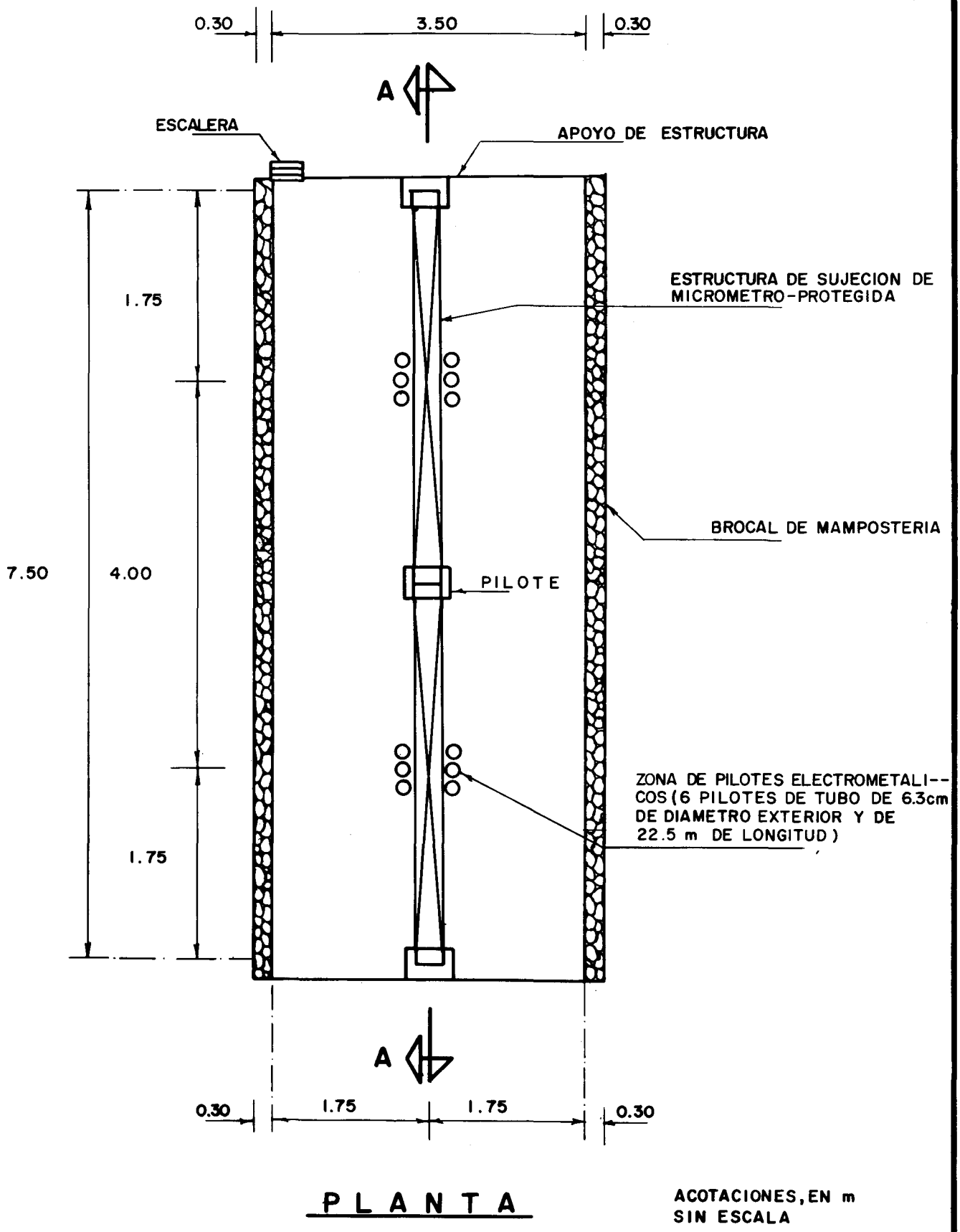
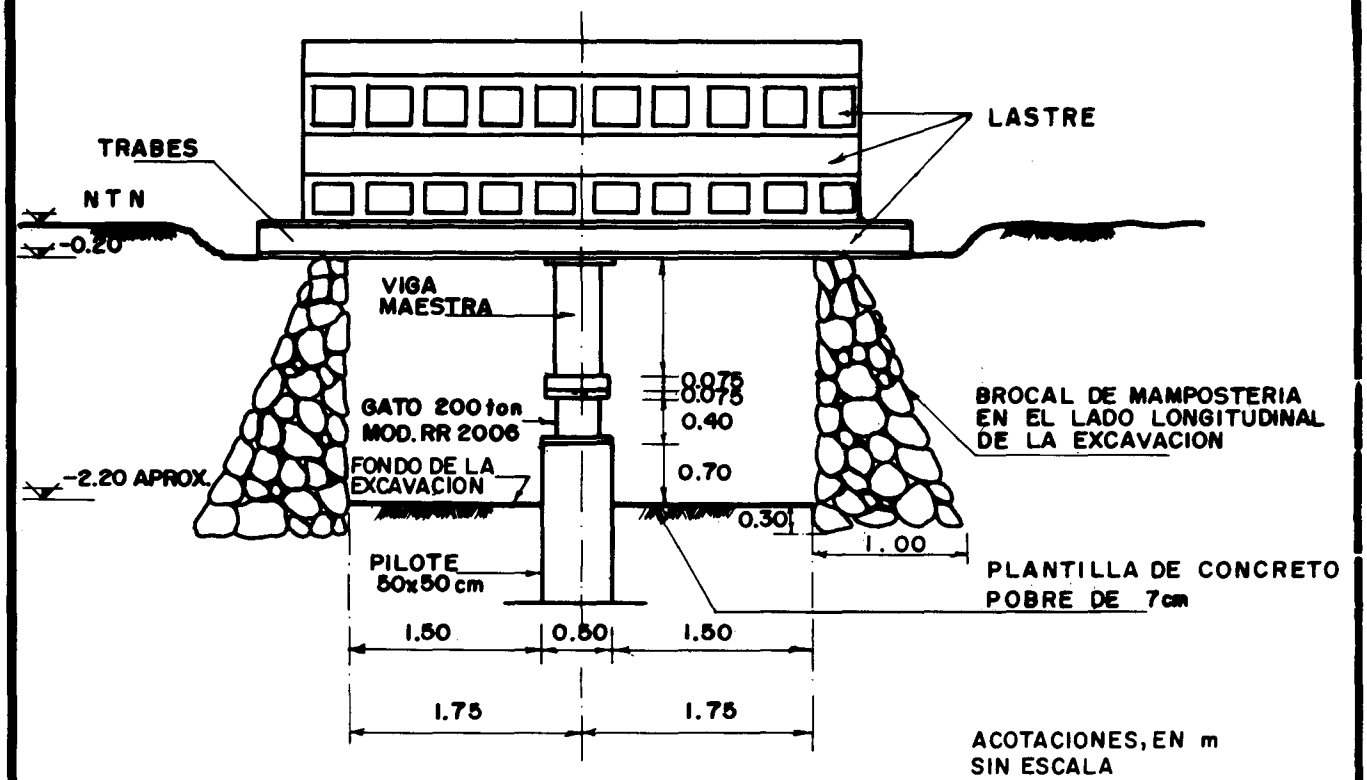
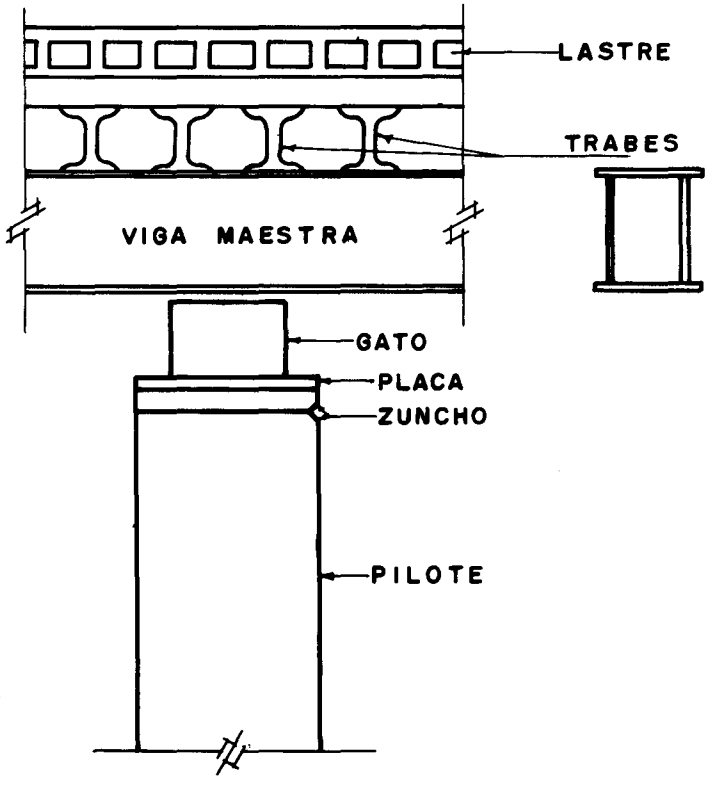


Fig 006-1 Zona en planta para pruebas de carga con pilotes electromecánicos

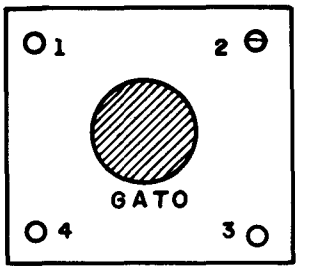


ELEVACION



POSICION DEL GATO

CORTE A — A



POSICION DE MICROMETROS

Fig 006-2 Preparación para las pruebas de carga en pilotes

madura como estructura para trasmitir carga tanto a los pilotes de apoyo como al de prueba; las cabezas de éstos se descubrirán con excavaciones locales. La ubicación de los pilotes, así como las excavaciones se indican en la fig 006-3.

2.2 Los pilotes que servirán de apoyo a la estructura de reacción serán de concreto de 20 m de longitud y de sección cuadrada de 50 cm por lado. Serán hincados en el terreno dejando el nivel de la cabeza de los pilotes a 1.0 m de profundidad con respecto a la superficie del terreno.

2.3 Los pilotes de apoyo se demolerán en su parte superior hasta descubrir por lo menos 20 cm de longitud de las varillas de refuerzo; los estribos que se descubran serán retirados. La sección del pilote a la elevación de corte será enrasada para tener una superficie uniforme.

2.4 La armadura se colocará sobre el terreno natural, centrada con respecto al pilote de prueba y se deberá fijar a los pilotes de reacción, soldando las varillas descubiertas de los pilotes a los dispositivos de unión previstos en la armadura.

2.5 Incrementos de carga. La carga en el pilote central será transmitida en incrementos de 196 kN (20 t).

2.6 Decrementos en la descarga. Después de alcanzar la capacidad última del pilote de prueba, la carga residual será disminuida hasta cero en decrementos no mayores de 294 kN (30 t).

2.7 Observaciones de comportamiento. Al variar la carga aplicada se registrarán las deformaciones sufridas en el pilote central de prueba y en los de reacción, tomando lecturas en los micrómetros a los siguientes tiempos después de variar la carga: 1, 2, 4, 8, 15 y 30 min y a cada hora posteriormente; podrá realizarse un nuevo incremento de carga en un tiempo mínimo de 6 h; sin embargo, no se aplicará otro incremento si antes no se ha verificado que las deformaciones registradas son menores de 1.0 mm dentro de un lapso de 20 minutos.

2.8 Observaciones en la carga última. Al alcanzar la capacidad última del pilote central de prueba, se presentará una penetración súbita del pilote, la cual deberá ser registrada mediante los micrómetros; asimismo, deberá definirse la carga remanente sobre el pilote. Inmediatamente después del registro citado se procederá a incrementar la carga, registrando las deformaciones inmediatas provocadas por cada 49 kN (5 t) de incremento de carga, hasta que se presente una nueva penetración súbita del pilote. Esta secuencia se repetirá tres veces después de ocurrida la primera penetración bajo la carga última.

2.9 Durante la realización de la prueba de carga deberán medirse las deformaciones que sufra el pilote central de prueba y los pilotes extremos de reacción.

2.10 A los lados del pilote central y de cada par de pilotes de reacción, a 5 cm de separación se colocarán dos perfiles metálicos de 8 m de largo, en sentido perpendicular a la armadura de carga; estos perfiles serán canales o viguetas "I" de peralte no menor de 20.3 cm (8") y deberán recubrirse con tela de fibra de vidrio y papel aluminio para protegerlas de los cambios de temperatura. Estos perfiles se apoyarán en cada extremo sobre un tramo de viguetas "I" de peralte de 15.2 cm (6") hincadas en el terreno hasta 1.50 m de profundidad; no deberán quedar en contacto con el terreno ni con elemento alguno.

2.11 En el pilote central de prueba y en cada pilote de reacción se colocarán tres micrómetros con precisión no menor de 0.001 pulg. o 0.02 mm. Los micrómetros se sujetarán a los perfiles metálicos de referencia y se colocarán sobre elementos pulidos situados en las cabezas de los pilotes, con una distribución tal que el centro geométrico de los tres micrómetros coincida aproximadamente con el centro del pilote en que se colocan.

2.12 El gato se colocará centrado sobre el pilote de prueba y sobre el vástago se colocará una rótula esférica; este conjunto deberá estar centrado con respecto al apoyo trasmisor de carga de la armadura. La capacidad del gato no deberá ser menor de 1961 kN (120 t).

e) El Contratista deberá presupuestar el importe de las pruebas de carga que indique el proyecto, utilizando los servicios de especialistas para efectuarlas.

006.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001.F de "Introducción".

006.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.01.001.G de "Introducción".

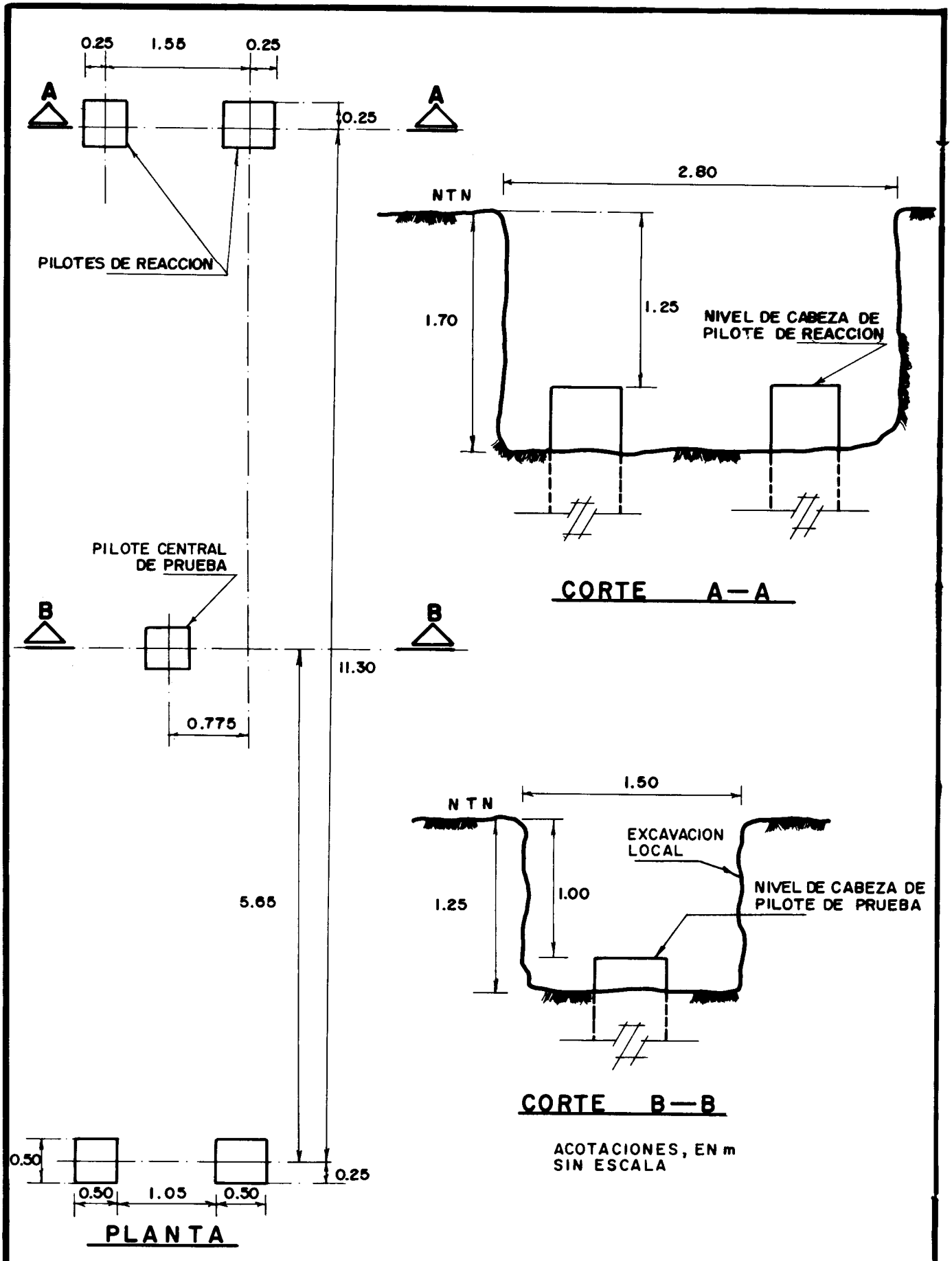


Fig 006-3 Pruebas de carga. Anclaje con pilotes de concreto

CAPITULO 3.01.01.007

PILAS

007.A DESCRIPCION

Son estructuras verticales de formas diversas, utilizadas generalmente como apoyo o columna de sostén de puentes o edificaciones, de acuerdo con lo indicado en el proyecto. Los elementos cuyo ancho o diámetro sobrepasa 0.60 m pero no excede de 2 m, suelen llamarse pilas.

007.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Adaptación de las áreas de trabajo	3.01.01.002.E
Trazos y nivelaciones	DDF 3.10.E
Pilotes	3.01.01.006.E
Estructuras de concreto reforzado	3.01.01.012.E
Estructuras metálicas	DDF 4.14.E
Instrumentación para control de comportamiento	3.01.05.012.E
Señalamientos	3.01.07.012.E
Seguridad	3.01.07.013.E
Concreto hidráulico	4.01.01.002.G
Varillas de acero, corrugadas y lisas para refuerzo de concreto	4.01.01.005.A
Acero estructural	4.01.01.005.C
Tubos de acero al carbono para usos estructurales	4.01.01.017.E

007.E REQUISITOS DE EJECUCION

Las pilas deberán cumplir con la forma, dimensiones, armado, resistencia y demás operaciones que se especifiquen en el proyecto, y se ajustarán a los siguientes lineamientos:

a) El acero de refuerzo deberá cumplir con lo indicado en el párrafo 006.E.01.a del capítulo anterior.

b) El concreto que se emplee en la construcción de pilas será de la resistencia y características señaladas por el proyecto y deberá ser sometido previamente a la inspección y aprobación del Representante, y además cumplir con lo siguiente:

   1. La elaboración, muestreo y pruebas del concreto deberá satisfacer los requisitos establecidos en 4.01.01.002.G para concreto de grado de calidad "A".

   2. El colado del concreto de las pilas se hará cumpliendo con lo indicado en el proyecto. El colado se efectuará con el cuidado necesario para evitar desplazamientos o desplomes.

c) Los moldes para el colado de pilas se construirán con los materiales, dimensiones y dispositivos de unión que se fijen en el proyecto.

d) Los forros metálicos que se utilicen como moldes perdidos, se fabricarán en taller de acuerdo al tipo y calibre de la lámina, tipo de acero, perfiles, dimensiones, soldadura y número de secciones fijadas en el proyecto.

007.E.01 BROCALES DE CONCRETO PARA PILAS

Son los elementos de concreto simple o armado cuya finalidad es impedir derrumbes o caídas de materiales extraños durante los procesos de perforación y/o hincado de los forros o pilas. Se construirán conforme a las dimensiones, refuerzo y demás operaciones indicadas en el proyecto, y se ajustarán a los siguientes lineamientos:

a) Los materiales que se empleen en la construcción de brocales de concreto para pilas deberán cumplir con lo indicado en el párrafo 007.E.01.b del inciso anterior, así como con lo señalado en el proyecto.

b) Los brocales de concreto para pilas se construirán en el lugar y con los niveles, sección, dimensiones y tolerancias indicados en el proyecto.

007.E.02 TOLERANCIAS

Salvo lo indicado en el proyecto, las tolerancias en la construcción de pilas deberán cumplir con las siguientes disposiciones:

a) El Contratista deberá asegurar permanentemente la verticalidad de su equipo de excavación.

b) La posición real del centro geométrico de cada muro o pila no deberá estar alejado del centro

geométrico teórico de la misma fijado en el proyecto más del 10 por ciento del ancho menor de dicho elemento.

c) La verticalidad de cada pila deberá estar comprendida dentro de una inclinación máxima de 2 por ciento.

d) La elevación de la cabeza de cada pila terminada no deberá ser mayor de 60 cm ni menor de 30 cm respecto al nivel señalado por el proyecto.

007.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001.F de "Introducción".

007.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.01.001.G de "Introducción".

CAPITULO 3.01.01.008

PLANTILLAS

008.A DESCRIPCION

Las plantillas son capas de concreto o grava, compactadas de acuerdo con lo señalado en el proyecto, y construidas sobre el terreno natural o relleno, para desplantar sobre ellas la cimentación y presentar una superficie uniforme y adecuada para el trazo de ejes y demás líneas auxiliares necesarias.

008.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Trazos y nivelaciones	DDF 3.10.D y E
Demoliciones y desmantelamientos	DDF 4.01.E
Excavaciones para estructuras	3.01.01.005.E
Aditivos para concreto	4.01.01.002.D
Concreto hidráulico	4.01.01.002.G
Mortero para albañilería	4.01.01.003.H
Plantillas	DDF 4.02.E

008.E REQUISITOS DE EJECUCION

Las plantillas que se construyan con materiales graduados deberán cumplir con el tipo de materiales, espesores y grado de compactación que señale el proyecto.

Las plantillas de concreto se elaborarán con las características y con la resistencia (f'_c) que señale el proyecto, pero ésta no será menor de 9.8 MPa (100 kg/cm^2), a la edad de 28 días. El tamaño máximo del agregado será de 38 mm y podrá contener un aditivo acelerante de fraguado. La frecuencia del muestreo del concreto quedará a juicio del Representante.

Salvo que el proyecto indique lo contrario, el tránsito sobre la plantilla se permitirá hasta que ésta adquiera cuando menos el 50 por ciento de su resistencia si dicho tránsito es intenso; sin embargo, se podrá permitir la circulación sobre la plantilla aun cuando no haya alcanzado la resistencia indicada, si ésta es protegida adecuadamente a satisfacción del Representante.

Previo a la colocación de la plantilla, el terreno de desplante será preparado y limpiado, eliminando residuos de excavaciones o materiales alterados, así como basuras, escombros y material contaminado de grasa, aceite, vegetación, etc., hasta dejar el fondo de las excavaciones en las condiciones de acabado, protección y conservación que señale el proyecto.

Las plantillas bajo el nivel de aguas freáticas se deberán construir como mínimo de 6 cm de espesor, empleando una mezcla de concreto hidráulico de f'_c no menor de 9.8 MPa (100 kg/cm^2) y con un tamaño máximo del agregado de 38 mm (1 ½"). Se contará además con un dren inferior de las características que indique el proyecto.

Los espesores de las plantillas serán las que especifique el proyecto.

La extensión de las plantillas estará delimitada por las siguientes condiciones:

a) En excavaciones con dimensiones estipuladas mayores que las del cimiento, se colocará plantilla sobresaliendo del área por cimentar un máximo de 10 cm en todo el perímetro de la cimentación.

b) Para excavaciones indicadas como iguales que las del cimiento, se deberá colocar la plantilla cubriendo la totalidad del área del fondo de la excavación.

c) Cuando así lo indique el proyecto y lo autorice el Representante y que por razones constructivas el área de excavación requiera ser mayor que la de cimentación y cuyo terreno sea susceptible de sufrir alteraciones por exposición e intemperismo, deberán revestirse las áreas excedéntes del fondo excavado con plantilla de protección. En casos especiales y previa autorización del propio Representante, se procederá a proteger también los taludes de la excavación.

La colocación de las plantillas deberá hacerse en el menor tiempo posible después de haberse realizado la excavación al nivel del desplante indicado, en especial cuando se trate de terrenos compresibles, con alto contenido de agua o inestables en su volumen (expansivos).

El acabado de las plantillas se hará con rugosidades no mayores de 1.0 cm y superficie general nivelada de acuerdo con lo señalado en el proyecto.

Las plantillas de concreto se deberán nivelar con regla y se compactarán con pisón o con la misma regla. La compactación se efectuará en el momento de alcanzar el concreto su consistencia plástica y sin llegar en esta operación al momento de fraguado.

Las tolerancias en espesores y niveles para la construcción de plantillas no deberán exceder de las siguientes:

Clase	Espesores	Niveles
Plantillas de concreto	± 0.5 cm	± 1.0 cm
Plantillas flexibles	± 0.5 cm	± 1.0 cm

008.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.008.F de "Introducción".

008.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.01.008.G de "Introducción".

CAPITULO 3.01.01.009

MAMPOSTERIAS

009.B REFERENCIAS

Véase capítulo 4.03 del Libro Cuarto de las NGC- DDF.

CAPITULO 3.01.01.010

ZAMPEADOS

010.B REFERENCIAS

Véase capítulo 3.36 del Libro Tercero de las NGC- DDF.

CAPITULO 3.01.01.011

RELLENOS EN ESTRUCTURAS

011.A DESCRIPCION

Los rellenos constituyen el conjunto de operaciones necesarias para llenar con el material indicado por el proyecto el espacio restante de las excavaciones para estructuras, cimientos y drenes hasta alcanzar el nivel original del terreno natural o hasta los niveles señalados en el proyecto.

011.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Trazos y nivelaciones	DDF 3.10.E
Terracerías	3.01.07.004. E, F y G
Piedra para recubrimientos	4.01.01.004.A
Piedra para mampostería	4.01.01.004.B
Materiales para terracerías	4.01.01.015.A
Materiales para sub-base de pavimentos flexibles	4.01.01.015.B
Materiales para base hidráulica y sub-base de pavimentos rígidos	4.01.01.015.C
Relleno en estructuras	DDF 4.05.E

011.E REQUISITOS DE EJECUCION

Previamente a la ejecución de cualquier relleno, se deberán cumplir las siguientes disposiciones:

a) Los rellenos se ajustarán a los procedimientos de ejecución y tolerancias, calidad y muestreo de los materiales fijados por el proyecto.

b) No se deberá efectuar ningún relleno, sin la autorización previa del Representante; en caso contrario éste podrá ordenar la total extracción del material utilizado en los rellenos no autorizados, con cargo al Contratista.

c) Todo material para el relleno y el lugar que se va a rellenar deberá estar libre de materia orgánica y materiales sueltos tales como terrones, rocas, piedras y otros que en opinión del Representante deban retirarse.

d) No se permitirá el uso de cascajo o pedacería de materiales de construcción como material de relleno en excavaciones.

Los rellenos en estructuras deberán ejecutarse de acuerdo con las siguientes indicaciones:

a) El proyecto señalará la proporción en que se utilizarán materiales producto de las excavaciones y material de banco, para efectuar los rellenos.

b) Los rellenos deberán hacerse por capas con los espesores, humedad y grado de compactación señalados en el proyecto.

c) Solamente cuando lo indique el proyecto y lo apruebe el Representante, podrán ejecutarse rellenos sin compactación, a volteo del material y con extendido del mismo en los lugares y con los espesores de capas que fije el proyecto.

Los rellenos para formar lloraderos, drenes o filtros, deberán cumplir con lo siguiente:

a) Los materiales que se utilicen para el relleno deberán tener la granulometría indicada en el proyecto.

b) Si el proyecto y el Representante así lo ordenan, los materiales granulares para filtros se cribarán y/o se lavarán.

c) Los materiales deberán colocarse en tal forma que las partículas de mayor diámetro queden en contacto con la estructura y las de menor diámetro en contacto con el terreno natural, salvo que el proyecto indique lo contrario.

Los rellenos de enrocamiento deberán cumplir con los siguientes requisitos:

a) Los materiales que se utilicen para relleno estarán constituidos por fragmentos de roca sana, densa, resistente y de forma angulosa.

b) El tamaño mínimo de las piedras será de 20 cm y el máximo el que indique el proyecto.

c) Podrá permitirse la inclusión de grava y rezaga de roca siempre que sea en una cantidad que no exceda a la necesaria para llenar los vacíos dejados por el material grueso.

d) No se permitirá el uso de finos, arena o polvo de roca en cantidades mayores de 5 por ciento en peso del material grueso.

e) Los materiales de enrocamiento serán vaciados sin consolidación alguna y emparejados de manera que las rocas mayores queden distribuidas uniformemente y que los fragmentos menores y la rezaga sirvan para llenar los huecos entre aquéllas.

f) La tolerancia por salientes de piedras aisladas de las líneas de proyecto será de 10 cm como máximo.

011.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001.F de "Introducción".

011.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.01.001.G de "Introducción"

CAPITULO 3.01.01.012

ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

012.A DESCRIPCION

Las estructuras de concreto reforzado son las que están constituidas por uno o varios elementos colados en el lugar o precolados, empleando concreto hidráulico y acero de refuerzo, de acuerdo con lo fijado en el proyecto.

012.A.01 CIMBRA

Conjunto de molde y obra falsa cuyo objeto es soportar y moldear el concreto fresco para que al fraguar adquiera la forma establecida en el proyecto.

012.A.02 MOLDE

Conjunto de elementos de madera, metal u otro material, que al estar en contacto con el concreto fresco, da la forma geométrica requerida a cada elemento colado.

012.A.03 OBRA FALSA

Es el conjunto de elementos metálicos, de madera u otro material que servirán para sostener a los moldes y es capaz de soportar el peso del concreto fresco durante su colocación y fraguado, hasta que este último adquiere cierta resistencia.

012.A.04 PREFABRICADOS O PRECOLADOS DE CONCRETO

Son elementos estructurales que se fabrican de acuerdo con lo señalado por el proyecto y deberán estar completos y listos para colocarse en los sitios que les correspondan según el proyecto.

012.A.05 ACERO PARA REFUERZO DEL CONCRETO HIDRAULICO

Lo constituyen varillas, alambres, barras, soleras, metal desplegado, mallas soldadas u otras secciones o elementos estructurales que se usan dentro o fuera del concreto para ayudar a éste a absorber los esfuerzos debidos a cargas, contracción por fraguado y cambios de temperatura.

012.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Adaptación de las áreas de trabajo	3.01.01.002.E
Trazos y nivelaciones	DDF 3.10.E
Plantillas	3.01.01.008.E
Señalamiento	3.01.07.012.E
Seguridad	3.01.07.013.E
Aditivos para concreto	4.01.01.002.D
Líquidos para curado de concreto	4.01.01.002.E
Concreto hidráulico	4.01.01.002.G
Varillas de acero, corrugadas y lisas para refuerzo de concreto	4.01.01.005.A
Alambre de acero para mallas soldadas	4.01.01.005.F
Clavos cilíndricos de acero	4.01.01.005.I
Varillas y electrodos para soldadura	4.01.01.005.N
Maderas para cimbras	4.01.01.008.A
Materiales metálicos para cimbras	4.01.01.008.B
Plástico y fibra de vidrio para cimbras	4.01.01.008.C
Materiales de cartón y papel para cimbras	4.01.01.008.D
Cimbra estructural perdida	4.01.01.008.E
Prefabricados de concreto ligero para muros	4.01.01.011.F
Bloques de concreto para muros y losas	DDF 5.45.3
Bandas de cloruro de polivinilo (PVC)	4.01.01.016.A
Tiras preformadas de neopreno	4.01.01.016.B
Selladores de juntas en frío	4.01.01.016.C
Rellenos para juntas de expansión	4.01.01.016.D

012.E REQUISITOS DE EJECUCION

La forma y dimensiones de las estructuras o de sus partes, así como la colocación de las cimbras, del acero de refuerzo, del concreto y demás operaciones que se requieran se sujetarán a lo fijado en el proyecto, y dentro de las tolerancias que se indican en estas Especificaciones.

012.E.01 CIMBRAS

Las cimbras deberán construirse conforme a los planos aprobados por el Representante, en los cuales estarán claramente anotados su localización, dimensiones y niveles.

a) Las obras falsas, los moldes, su remoción y tolerancias deberán ajustarse a los siguientes requisitos generales:

1. Las obras falsas y/o moldes podrán ser de madera, metálicos o de cualquier otro material aprobado por el Representante.

2. Los moldes deberán tener la rigidez suficiente para evitar las deformaciones debidas a la presión de la mezcla de concreto, al efecto de los vibradores y a las demás cargas y operaciones correlativas al colado o que puedan presentarse durante la construcción.

3. Las obras falsas y los moldes podrán emplearse tantas veces como sea posible, siempre y cuando el Representante lo autorice y se les hagan las reparaciones requeridas.

4. Los moldes deberán limpiarse perfectamente antes de una nueva utilización. La parte interior de los moldes recibirá una capa de aceite mineral o de cualquier otro material aprobado por el Representante.

5. En los apoyos de las obras falsas se usarán cuñas de materiales duros o de cualquier otro dispositivo aprobado, con objeto de corregir cualquier asentamiento que pudiera producirse antes, durante e inmediatamente después de efectuado el colado.

6. Se construirá la obra falsa dejando las contraflechas que especifique el proyecto o en su defecto las que se indican a continuación:

   Para trabes de eje recto y losas planas, en el centro del claro:

   1/400 del claro libre en trabes.

   1/200 de la longitud, en el extremo de voladizos.

   1/400 del claro corto en losas de tableros interiores.

   1/200 del claro corto en losas de tableros de esquina.

7. Tolerancias geométricas. Los alineamientos, niveles y dimensiones del espacio confinado dentro de las cimbras deberán corresponder al proyecto. Podrán permitirse ligeras variaciones, sin exceder las tolerancias indicadas en la tabla 012-1, excepto las que indique el proyecto.

Tabla 012-1. Tolerancias geométricas

Concepto	Tolerancia, en mm
Desvíos respecto a la vertical:	
En líneas y superficies de columnas, muros y en aristas	
— En tramos hasta de 3 m	6
— En tramos hasta de 6 m	12
— En tramos mayores de 6 m	25
En esquinas aparentes de columnas, ranuras de juntas de control y otras líneas principales	
— En tramos hasta de 6 m	6
— En tramos mayores de 6 m	12
Desvíos respecto a niveles o pendientes de proyecto*:	
En el plano inferior de losas y trabes (flecha)	
— En cimbra para terminado aparente	1/500 del claro
— En cimbra para terminado común	1/300 del claro
En dinteles aparentes, parapetos y ranuras horizontales	
— En tramos hasta de 6 m	6
— En tramos mayores de 6 m	12

* Deben medirse antes de retirar los puntales de soporte.

Desvíos de alineamientos respecto a la posición establecida en planta y a la posición relativa de columnas, muros y divisiones: — En tramos hasta de 6 m — En tramos mayores de 6 m	 12 25
Desvíos en la dimensión de la sección transversal de columnas y vigas y en el espesor de losas	−6 y + 12
Desvíos en zapatas:	
Variación de la dimensión en planta	−12 y + 50
Desplazamiento o excentricidad	20% del ancho de la zapata en la dirección del desplazamiento sin exceder de 50 mm

8. Todos los moldes deberán ser construidos de manera que puedan ser removidos sin martillar o palanquear sobre el concreto.

9. La remoción de cimbras se hará de acuerdo con los tiempos fijados en el proyecto, pero se podrán variar de acuerdo con lo que indique el Representante.

10. La remoción de la cimbra, cuando se usen aditivos acelerantes o algún proceso de curado acelerado, se iniciará en el tiempo que apruebe el Representante con base en los resultados de las pruebas de los cilindros tomados del concreto empleado en la estructura.

b) La proposición para la obra falsa de la cimbra debe ser presentada por el Contratista, incluyendo la memoria de cálculo respectiva cuando la carga muerta producida por el peso del concreto fresco sea mayor de 500 kg/m².

c) Cimbra para concreto aparente. En los planos autorizados se deberán indicar las aberturas en la cimbra así como las juntas de colado o de expansión. Se indicará el tipo de material de contacto y el procedimiento de construcción de la cimbra. El retiro de los moldes deberá efectuarse hasta que el concreto alcance la resistencia que fije el proyecto, o en su caso, previa autorización del Representante; el descimbrado de los pisos, los lados de las vigas y trabes, las cimbras de columnas y las cimbras verticales similares podrán quitarse después de 24 horas.

012.E.02 ACERO PARA REFUERZO

a) Las varillas de acero para refuerzo serán inspeccionadas en la obra, verificando que se localicen conforme a los planos del proyecto, midiendo su separación centro a centro, su diámetro, forma, longitud, traslapos y cantidad de acero colocado.

1. Las superficies de las varillas deberán estar libres de polvo, cemento, escamas de óxido pesadas, escamas de laminación, tierra, grasas o cualquier sustancia que reduzca su adherencia con el concreto, y deberán mantenerse en estas condiciones hasta que queden ahogadas en el concreto.

2. No se permitirá la iniciación de un colado sin que el Representante haya dado su visto bueno respecto a la limpieza y colocación del acero de refuerzo.

b) Los dobleces se harán en frío alrededor de un perno con diámetro no menor que ocho veces el de la varilla. Cuando lo autorice el Representante los dobleces podrán hacerse en caliente, a una temperatura máxima de 803 K (530°C) para acero convencional y de 673 K (400°C) para acero tratado en frío, siempre que se evite un enfriamiento brusco.

c) El recubrimiento mínimo del refuerzo principal estará acorde con las dimensiones mostradas en los planos, en los que se indicará la distancia libre entre la superficie del acero y la del concreto. El recubrimiento libre de estribos, barras espaciadoras y refuerzos secundarios o similares será como mínimo igual a un diámetro de dichas barras.

d) Las varillas del refuerzo deberán colocarse con amarres de alambre recocido o con el tipo de sujeción que se especifique, para impedir su movimiento durante la colocación del concreto. Se aceptará el uso de silletas de concreto, de plástico o metálicas, como elementos separadores, para dar el recubrimiento al acero. Las silletas de plástico no contendrán substancias nocivas que causen alteración en el concreto; su uso deberá ser aprobado por el Representante, previo análisis de su composición que presente el Contratista cuando desee utilizarlas.

e) Se deberá tener el cuidado necesario para aprovechar de la mejor manera la longitud de las varillas de refuerzo para obtener el menor desperdicio posible.

f) Todo el acero longitudinal corrido, que en planos estructurales se presenta sin gancho, deberá anclarse de acuerdo con las notas de dichos planos. Los traslapos y anclajes se indican en la Tabla de Detalles del Refuerzo que aparece en los planos estructurales.

g) Soldadura del refuerzo. Salvo indicación del proyecto, deberán soldarse las varillas del No. 8 o de diámetro superior, tomándose las debidas precauciones para evitar sobrecalentamientos de la varilla. Sólo se permitirá soldadura a tope, biselándose previamente la punta de la varilla de acuerdo a detalles que aparecen en planos estructurales.

1. La soldadura de varillas de acero tratado en frío, sólo podrá efectuarse de acuerdo a los requisitos establecidos por el fabricante, previa autorización expresa del Representante.

2. No se aceptarán soldaduras en un solo plano de todo el refuerzo principal.

h) Tolerancias. La posición, el traslapo, el diámetro y la forma de las varillas deberán ser los que se consignen en los planos del proyecto, o en su caso deberán ajustarse a las tolerancias mostradas en la tabla 012-2.

Tabla 012-2. Tolerancias para la colocación de acero de refuerzo

Concepto	Recubrimiento	Tolerancia
Variación de recubrimiento de protección	Hasta 50 mm Hasta 75 mm	6 mm 13 mm
Variación de espaciamiento		25 mm
Colocación del refuerzo en losas y zapatas		2 mm vertical *25 mm horizontal
Colocación del refuerzo en los demás elementos		5 mm
Longitud de bastones, corte de varillas, traslapos y dimensiones de ganchos		menos de 10 mm
Area transversal		menos de 4%

* Deberá respetarse el número de varillas por metro.

i) No se aceptarán sustituciones de diámetros, salvo para varillas que tengan el mismo límite de fluencia (el mismo grado), siempre que no se exceda la separación máxima especificada. La sustitución de varillas de diferente grado, deberá ser aprobada previamente por el proyectista.

012.E.03 CONCRETO

a) El concreto que se utilice para la construcción de las estructuras de concreto reforzado deberá ser de tipo premezclado y sólo se empleará concreto hecho en obra en los casos que apruebe el Representante.

b) La elaboración y muestreo del concreto deberá cumplir con los lineamientos establecidos en 4.01.01.002.G, aplicable para satisfacer los requisitos que señalan los planos constructivos correspondientes. Cuando además de la resistencia y clase, se especifican otras propiedades para el concreto, tales como peso volumétrico mínimo, módulo de elasticidad, inclusión de aditivos en obra, etc., el Contratista deberá suministrarlo o contratarlo con los premezcladores, considerando el cumplimiento de estos requisitos adicionales. En general deberá cumplir con lo siguiente:

1. El tamaño máximo del agregado, proporcionamientos de materiales, tipo de cemento, revenimiento y resistencia serán fijados por el proyecto.

2. Aditivos. En los proyectos en que no esté previsto el empleo de aditivos y por circunstancias especiales se requiera utilizarlos, será requisito indispensable que exista autorización escrita por el Representante previamente a su aplicación.

   2.1 El Representante fijará o aceptará, en cada caso, el tipo de aditivo para concreto que se utilizará en las obras que así lo requieran. Los aditivos deberán cumplir con los requisitos establecidos en 4.01.01.002.D.

   2.2 En cualquier caso, previamente al empleo de un aditivo, el Representante podrá verificar que el aditivo suministrado por el

Contratista sea igual en su comportamiento y en su composición, al aditivo presentado como muestra, ensayado y aprobado previamente. Las pruebas previas a la aprobación de aditivos se harán usando el cemento, los agregados y el agua propuestos para cada trabajo específico.

c) Colocación, compactación y vibrado del concreto

1. El Contratista deberá dar aviso por escrito al Representante antes de colar el concreto de cualquier estructura, o parte de ella, para permitir que el Representante inspeccione elevaciones y niveles, verticalidad, solidez, dimensiones y demás requisitos de los moldes y de la obra falsa, la correcta colocación y firmeza del acero de refuerzo para concreto, la instalación de ductos o tuberías, etc. En general el aviso deberá ser dado con una anticipación de 24 horas.

2. Cuando se emplee iluminación artificial en los colados, su uso deberá ser autorizado por el Representante y las instalaciones deberán estar acondicionadas de manera que garanticen un alumbrado eficiente, adecuado y continuo en todos los sitios de la obra que sea requerido. Cualquier revoltura que se coloque violando esta disposición o en ausencia de un supervisor autorizado por el Representante, será retirada y reemplazada, si el Representante lo estima conveniente.

3. Ninguna porción de concreto será colada hasta que todo el habilitado de cimbras y acero de refuerzo, instalación de elementos que estarán ahogados, preparación de la superficie de colado, así como el equipo para colocación, compactación y vibrado de mezcla (artesas, bandas, deflectores, tolvas, embudos, vibradores, etc.), hayan sido aprobados por el Representante.

4. Si durante los trabajos de colado lloviera, éstos deberán suspenderse y se protegerán convenientemente las superficies del concreto fresco, para evitar deslaves y/o defectos en el acabado.

5. Todas las superficies de la cimbra y materiales ahogados, que hayan quedado cubiertas con pegaduras de mortero seco o lechada de cemento, se limpiarán antes de colar el concreto circundante o adyacente.

6. Superficies de desplante y liga de colado.

   6.1 Inmediatamente antes de efectuar el colado, todas las superficies sobre o contra las que se cuele concreto, estarán libres de agua encharcada, lodo y escombros. Además, deberán estar limpias de aceite y sustancias nocivas. Las superficies absorbentes contra las que se colocará concreto, deberán quedar saturadas con agua, previo al colado.

   6.2 Las juntas de colado son las superficies de concreto endurecido contra las cuales se hará un nuevo colado, presentando dicha superficie una dureza tal que impida incorporar íntegramente ambas zonas de colado; las juntas se harán en los lugares y formas fijados por el proyecto, observándose los requisitos siguientes:

   — Cuando transcurran de 10 a 72 horas de terminado el colado, se procederá a cepillar enérgicamente la superficie expuesta, con un cepillo de alambre y agua a poca presión, para quitar una capa de 0.5 cm de espesor aproximadamente, con objeto de obtener una superficie rugosa y resistente. Si por alguna circunstancia no se efectuó lo anterior y la continuación del colado se realiza después de 72 horas, la remoción de la capa superior de 0.5 cm de espesor se hará con la herramienta adecuada, lavando después la junta con abundante agua y al mismo tiempo, limpiando la superficie con un cepillo de alambre. En todos los casos, las juntas no deberán tener material suelto y permanecerán húmedas hasta que continúe el colado. Los moldes deberán reajustarse cuidadosamente.

   — Cuando lo indique el proyecto y el Representante lo ordene, la superficie del concreto ya fraguado deberá limpiarse mediante un chiflón de arena y lavarse enseguida, tanto la superficie como los moldes. Las juntas deberán conservarse libres de material suelto y mantenerse húmedas hasta antes de que se continúe el colado. Los moldes deberán reajustarse cuidadosamente.

   — Cuando transcurran de 1 a 10 horas de terminado el primer colado, el Representante fijará en cada caso el procedimiento a seguir, de acuerdo con el tiempo transcurrido. Cuando el proyecto lo indique se usarán adhesivos especiales, los cuales deberán aplicarse con los procedimientos que en él se señalen.

7. Colado. El concreto se depositará en todos los casos tan cerca como sea posible de su posición final; no se le obligará a fluir de manera que el movimiento lateral cause la segregación del agregado grueso, mortero o agua, de la masa de concreto. Los métodos y equipos empleados para depositar el concreto en los moldes, serán tales que no causen segregación del agregado grueso, separado de la masa del concreto; si esto ocurre, serán esparcidos antes de vibrar el concreto.

   7.1 En ningún caso se usará revoltura que llegue a su destino después de los 60 min siguientes a partir de la incorporación del agua y el cemento a la mezcladora. Tampoco se permitirá que sufran alteraciones las propiedades de la mezcla por falta de limpieza y por condiciones inadecuadas de los medios de transporte.

   7.2 El colado para elementos estructurales de eje vertical tales como caballetes, pilas, estribos, columnas, muros, etc., se hará como sigue:

— La revoltura se vaciará colocándola por capas horizontales continuas, de 25 a 30 cm de espesor. Cada capa se acomodará y compactará en toda su profundidad para obtener un concreto que llene completamente los moldes y cubra en forma efectiva el acero de refuerzo.

— Cuando la revoltura deba vaciarse desde alturas mayores de 3 m, deberán tomarse precauciones especiales, tales como el uso de deflectores o tuberías adecuadas para su colocación. La revoltura no se deberá amontonar para ser extendida posteriormente en los moldes.

— El colado de las capas se efectuará en forma continua y de manera que las subsecuentes se vayan colando una vez que la precedente haya sido acomodada y compactada convenientemente y antes de iniciarse su fraguado, para evitar discontinuidad o que se marquen juntas frías. El tiempo transcurrido entre el colado de una capa y la siguiente, no debe ser mayor de 30 minutos.

7.3 El colado para elementos estructurales de eje horizontal, tales como trabes, losas, pisos, etc., se hará como sigue:

— Por frentes continuos, cubriendo toda la sección del elemento estructural.

— No se deberá dejar caer la revoltura de alturas mayores de 1.5 m, ni se amontonará para después extenderla en los moldes.

— El tiempo transcurrido entre un vaciado y el siguiente, para el mismo frente de colado, será como máximo de 30 minutos.

— Deberá ser continuo hasta la terminación del elemento estructural o hasta la junta de construcción que indique el proyecto.

8. Compactación y vibrado. Dentro de los 90 min posteriores a la incorporación del agua y cemento a la mezcladora, las operaciones de mezclado, transporte y colocación deberán quedar concluidas, de manera que el concreto llene totalmente los moldes, sin dejar huecos dentro de su masa. Esto se obtendrá con alguno de los procedimientos siguientes:

8.1 Mediante el uso de vibradores de inmersión, según los elementos estructurales por colar. Deberán emplearse en número suficiente para asegurar un correcto acomodo de la revoltura, de acuerdo con el volumen correspondiente a la etapa que deba colarse. El Representante podrá, en cualquier momento, ordenar el aumento del número de vibradores que sean necesarios, si a su juicio los utilizados por el Contratista son insuficientes. Además el Contratista deberá contar con vibradores de repuesto, cuyo número estará sujeto al criterio del Representante y al volumen o estructura que se esté colando.

8.2 Cuando se trate de elementos precolados deberán usarse además, vibradores de molde.

8.3 Los vibradores se operarán verticalmente; por ningún motivo se aceptará introducir el cabezal en posición horizontal.

— Cuando el concreto se coloque en diferentes capas, la cabeza vibradora deberá penetrar aproximadamente 5 cm en la capa subyacente, la que deberá estar en estado plástico, sin haber alcanzado su fraguado inicial.

— En las áreas en las cuales se deposite concreto fresco sobre concreto previamente colocado, se hará una vibración mayor de la usual especialmente cuando se trate de concreto en masa, penetrando como se indicó anteriormente.

— No se colocará más concreto en capas superiores hasta que el concreto previamente colado haya sido completamente vibrado, como se especifica en párrafos anteriores.

— Cuando el concreto se cuele por el procedimiento de capas, en las áreas extremas en las cuales no se haya completado el espesor de la capa, se suspenderá el vibrado hasta que ésta haya sido completada en su espesor.

— El Representante podrá rechazar el equipo de vibrado que a su juicio no satisfaga las condiciones requeridas.

d) Las juntas de dilatación podrán ser abiertas o rellenas con placas de deslizamiento o sin ellas y se harán en la forma y lugares que fije el proyecto. En general, se observarán los lineamientos siguientes:

1. Las juntas de dilatación abiertas se construirán colocando un diafragma provisional, que puede ser una pieza de madera, hoja de metal u otro material adecuado, el cual se quitará después del endurecimiento del concreto. La forma del diafragma provisional y el método que se emplee para insertarlo y removerlo, serán tales que eviten la posibilidad de romper las aristas de las juntas o dañar en cualquier forma el concreto.

2. En las juntas de dilatación rellenas con material sólido, se empleará el material fijado en el proyecto. En todas las juntas deberá recortarse el material al tamaño exacto de tal modo que llene completamente el espacio indicado en el proyecto. Cuando la junta esté constituida por varias piezas, deberá evitarse que éstas queden flojas y mal ajustadas entre sí o con las paredes de la junta.

3. Cuando el proyecto indique juntas de dilatación con placas de deslizamiento, éstas deberán quedar bien ancladas y deberán ser lubricadas en todas las superficies de deslizamiento con grafito, grasa u otro material, según lo indique el proyecto. Deberá cuidarse

que durante el colado no se depositen materiales extraños en las juntas, que impidan o dificulten su funcionamiento.

e) Acabados. Todas las superficies deberán estar exentas de bordes, rugosidades, salientes u oquedades de cualquier clase y además presentar el acabado superficial que indique el proyecto. Cualquier superficie cuyo acabado no reuna las condiciones exigidas, deberá corregirse como lo indique y lo apruebe el Representante. Los alambres de amarre deberán cortarse al paño de cada paramento.

1. Salvo lo que indique el proyecto, los tipos de acabado en el concreto serán de acuerdo con el uso que se le pretenda dar a la superficie, y serán los siguientes:

1.1 Acabado reglado. En superficies que recibirán la aplicación de una lechada o mortero de cemento.

1.2 Acabado alisado a plana. En superficies de azoteas que recibirán algún tipo de recubrimiento y en superficies que recibirán una membrana impermeable o terrazo.

1.3 Acabado pulido a llana. En pisos que se utilizarán como andadores o que recibirán algún recubrimiento posterior.

1.4 Acabado escobillado o manteado. En banquetas, pisos de estacionamientos y rampas.

1.5 Acabado con superficie antiderrapante. En escaleras y descansos de escaleras y en rampas para peatones.

1.6 Concreto con acabado aparente. Se especificará este tipo de acabado en superficies de estructuras que estarán expuestas a la vista del público y en donde la apariencia del acabado sea de especial importancia.

1.7 Concreto con acabado común. Este acabado se aplicará a superficies que no estarán a la vista, en las cuales la apariencia no es importante. El único tratamiento que se requiere dar a la superficie es reparar los defectos en el concreto, corregir las depresiones mayores de 2.5 cm y rellenar los agujeros dejados por los pasadores empleados para sujetar las cimbras. Las depresiones máximas permitidas en la superficie, cuando se miden con una regla o solera recta de 1.5 m de largo, serán de 1.5 centímetros.

f) Curado del concreto.

1. El curado se mantendrá el tiempo que requiera el concreto para asegurar que se alcanzará la resistencia de proyecto, y no será menor de siete días cuando se haya utilizado cemento Portland de los tipos I, II, y V o cemento Portland puzolánico, y de tres días, si se empleó cemento Portland Tipo III, conservando la humedad superficial mediante alguno de los procedimientos siguientes:

1.1 Manteniendo húmedas en los moldes las superficies expuestas al aire, mediante riegos adecuados de agua que se apliquen a partir del momento en que éstos no dejen huella en dichas superficies.

1.2 Aplicando a las superficies expuestas una membrana impermeable que impida la evaporación del agua contenida en la masa de concreto.

1.3 Cubriendo la superficie expuesta con arena, costales o mantas, que se mantendrán húmedas mediante riegos de agua periódicos.

2. Curado a vapor. Cuando el curado sea mediante el empleo de vapor, el proyecto fijará y/o el Representante aprobará los elementos de concreto reforzado a los que se aplicará este proceso, el cual deberá ajustarse a los siguientes requisitos:

2.1 El espesor máximo del elemento estructural a curarse con vapor será de 1.5 metros.

2.2 Periodo de espera. El curado se iniciará después de que haya transcurrido el periodo de fraguado inicial del concreto, el cual se considerará de dos horas como mínimo, después del colado.

2.3 Periodo de incremento de temperatura. El ascenso de temperatura no será en ningún caso mayor de 296 K (23°C) por hora; deberá obtenerse un ascenso promedio de 288 ± 3 K (15 + 3°C) por hora.

2.4 Periodo de temperatura máxima. La temperatura máxima del concreto no excederá de 350 K (77°C) y deberá alcanzarse en cuatro horas a partir del momento en que se inicie el proceso de curado. La temperatura que alcance el concreto no será inferior a 339 K (66°C). La temperatura máxima se mantendrá durante seis horas.

2.5 Periodo de decremento de temperatura. El descenso de temperatura no será mayor de 306 K (33°C) por hora; deberá obtenerse un descenso promedio de 291 ± 4 K (18 ± 4°C) por hora.

2.6 La resistencia a compresión simple del concreto curado a vapor se determinará por medio de muestras representativas (cilindros de prueba) obtenidos del concreto utilizado y sometidas al mismo proceso de curado a vapor.

2.6.1 El ejecutor de las pruebas deberá preparar dos juegos de muestras: un juego será ensayado por la misma persona y otro en el laboratorio que designe el Representante.

2.6.2 La preparación de los cilindros de prueba será realizada de acuerdo con las normas NOM C-83 y C-160.

2.7 La resistencia que sea alcanzada al término del periodo de curado a vapor, deberá ser la que designe el proyecto.

3. Cualquier otro procedimiento de curado que se aplique deberá contar con la aprobación del Representante.

012.E.04 ESTRUCTURAS PRECOLADAS O PREFABRICADAS

a) En estructuras precoladas o prefabricadas el Contratista se obligará a:

1. Facilitar el acceso a la planta, para que el Representante verifique el cumplimiento del proyecto y los procedimientos de construcción y efectúe el muestreo y las pruebas que considere convenientes.

2. Tomar todas las precauciones necesarias en los transportes, almacenamientos, maniobras y montajes de los elementos precolados, para evitar que éstos sean dañados. La reposición o reparación de los elementos que resulten dañados será por cuenta del Contratista.

b) Los elementos prefabricados deberán estar contraventeados y soportados adecuadamente durante el montaje, para garantizar su alineamiento e integridad estructural hasta que se terminen completamente las conexiones permanentes.

c) Durante el curado, descimbrado, almacenamiento, transporte y montaje, los elementos precolados no deben sobreesforzarse, alabearse o dañarse, o tener una contraflecha que los pueda afectar adversamente.

d) Cada elemento precolado debe marcarse para indicar su localización en la estructura, su cara superior y la fecha de fabricación. Las marcas de identificación deben corresponder con los planos de colocación.

e) En el caso de elementos aparentes, deberán tomarse las medidas necesarias para obtener superficies con el acabado requerido en el proyecto.

012.E.05 ELEMENTOS ESTRUCTURALES ALIGERADOS

Se observarán las siguientes indicaciones:

a) Cuando se empleen tubos de cartón comprimido:

1. Se deberá cumplir con lo establecido en el proyecto y con lo indicado en 4.01.01.008.D.

2. No deberán colocarse piezas que estén deformadas o rajadas y que tengan deteriorada su superficie.

3. Una vez que estos elementos se ajusten a la longitud de proyecto, sus extremos se sellarán con tapones adecuados para impedir que penetre el agua, la lechada de cemento o la revoltura.

4. Se mantendrán en su posición de proyecto, apoyándolos sobre silletas y sujetándolos firmemente para evitar que durante el colado se desplacen.

5. Se tendrá especial cuidado en el colado y vibrado del concreto, para evitar deformaciones o daños a los tubos, garantizar el acomodo de la revoltura y obtener el acabado especificado.

6. Inmediatamente antes del colado deberá humedecerse la superficie de los tubos.

b) Cuando se empleen bloques o cajas de concreto:

1. Los bloques o cajas de concreto utilizadas en las losas reticulares, se colocarán de acuerdo al trazo fijado en el proyecto.

2. No deberán emplearse piezas que presenten grietas, deformaciones o cualquier otro tipo de daño o defecto.

3. Previamente a la colocación del acero de refuerzo se trazará sobre la cimbra la distribución de los bloques o cajas de concreto.

4. Los casetones deberán ser fijados a la cimbra con alambre y clavos laterales, para evitar que se puedan mover durante la ejecución del trabajo. No se aceptará que los bloques o las cajas para aligerar losas se amarren al armado de refuerzo de la losa.

5. Previamente al vaciado del concreto se deberá verificar la sección de las nervaduras, a fin de poder corregir oportunamente cualquier desviación producida en la ejecución del trabajo; así mismo, se deberá humedecer los casetones inmediatamente antes de colar el concreto.

6. Si fuera necesario hacer ajustes en las dimensiones de las cajas, provocándoles huecos, éstos se deberán de tapar con papel o cualquier otro material ligero para evitar que se introduzca el concreto.

7. Sobre los casetones se deberán tender tablones o pasarelas dispuestas convenientemente para evitar que las piezas se rompan o cambien de posición cuando se transite sobre éstos durante el proceso de colado.

012.E.06 TOLERANCIAS GEOMETRICAS

Para dar por terminada la construcción de una estructura de concreto reforzado, se verificarán los alineamientos, posiciones, niveles, dimensiones, forma y acabado de los elementos estructurales, de acuerdo con lo fijado en el proyecto y lo ordenado por el Representante, dentro de las tolerancias que se marcan en el mismo proyecto o en su defecto las que se indican a continuación:

a) Las dimensiones de cualquier sección transversal de una trabe o columna no diferirán de las de proyecto en más de 0.05 d + 10 mm o menos de 0.03 d + 3 mm, donde "d" es el espesor o dimensión para la que se considera la tolerancia.

b) El espesor de zapatas, losas, muros y cascarones no diferirá del de proyecto en más de 0.05 h + 5 mm o menos de 0.03 h + 3 mm, donde "h" es el espesor de la losa, muro o cascarón.

c) Los ejes de la sección transversal de una columna en el desplante, no distarán de los del trazo en más de 0.01 d + 10 mm, siendo "d" la dimensión de la sección de la columna, perpendicular al eje de que se trate.

d) Los ejes longitudinales de columnas en distintos niveles de una estructura, no distarán del eje vertical de proyecto en más de 0.01 d + 10 mm, donde "d" es la dimensión de la columna, perpendicular al eje de que se trate.

e) El desplome de una columna o el efecto combinado de excentricidad y desplome no excederá de 0.02 d + 10 mm, donde "d" es la dimensión de la columna, perpendicular al eje desplomado.

f) La distancia entre el eje centroidal de una columna y la recta que une los centroides de las secciones transversales extremas no será mayor de 0.01 d + 5 mm, siendo "d" la dimensión de la sección de la columna perpendicular a la medida de la tolerancia.

g) La distancia entre el eje centroidal de una trabe de sección constante y la recta que une los centroides de las secciones transversales extremas, no será mayor de 0.02 h + 10 mm o de 0.02 b + 10 mm, donde "h" es el peralte de la trabe y "b" es el ancho de la misma.

h) Cuando exista contraflecha deberá corresponder a lo indicado en el proyecto.

i) Los ejes de trabes en los elementos de apoyo no distarán de los del apoyo en más de 0.02 b + 5 mm, donde "b" es el ancho de la trabe.

j) En el caso de trabes que deban ir a paño con los elementos de apoyo, la tolerancia anterior se limita a 3 milímetros.

k) La altura o separación entre dos losas consecutivas no excederá a la de proyecto, en más de 20 milímetros.

l) La desviación angular de los ejes de cualquier sección transversal de una trabe y/o columna respecto a los de proyecto, no excederá de 2° 17', que es el ángulo cuya tangente es igual a 0.04.

m) Tolerancias en la medida del ancho de las piezas prefabricadas en planta; piezas aisladas o separadas:

Ancho	**Tolerancia**
Para 20 cm	± 5 mm
De 20 a 50 cm	± 8 mm
De 50 a 200 cm	± 11 mm
De 200 a 300 cm	± 13 mm

Piezas transversalmente unidas entre sí (estas tolerancias se aplican a las piezas individuales):

Ancho	**Tolerancia**
De 20 a 50 cm	± 5 mm
De 50 a 200 cm	± 8 mm
De 200 a 300 cm	± 10 mm

012.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001.F de "Introducción".

012.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.01.001.G de "Introducción".

CAPITULO 3.01.01.013

ESTRUCTURAS DE CONCRETO PRESFORZADO

013.A DESCRIPCION

Las estructuras de concreto presforzado son las que están constituidas por uno o varios elementos de concreto hidráulico, sometidos a esfuerzos previos a los que producirán las cargas de trabajo, de acuerdo con lo fijado en el proyecto.

013.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Estructuras de concreto reforzado	3.01.01.012.E
Señalamientos	3.01.07.012.E
Seguridad	3.01.07.013.E
Concreto hidráulico	4.01.01.002.G
Alambres y cables para concreto presforzado	4.01.01.005.B
Materiales para cimbra	4.01.01.008, A, B y C
Aditivos para concreto	4.01.01.002.D

013.C MATERIALES

013.C.01 CONCRETO

a) El concreto que se emplee en las estructuras a base de elementos presforzados deberá ser premezclado, con grado de calidad "B" y deberá satisfacer los requisitos de resistencia indicados en los planos constructivos correspondientes.

b) Los materiales empleados en la elaboración del concreto deberán cumplir en lo aplicable con lo indicado en 4.01.01.002, para satisfacer los siguientes requisitos:

1. El cemento Portland será del Tipo I, Tipo III, o el aprobado por el Representante.

2. El tamaño máximo del agregado será de 19 mm (¾").

3. El contenido de finos (partículas que pasan la malla de 0.075 mm NOM F 0.075; ASTM No. 200) en la arena no deberá exceder de 7 por ciento y en la grava no excederá de 1.5 por ciento.

4. Deberá emplearse un aditivo tipo 3 o tipo 6 cumpliendo con los requisitos de calidad establecidos en 4.01.01.002.D.

c) La elaboración, muestreo y prueba del concreto deberán cumplir en lo aplicable con lo establecido en 4.01.01.002.G, para satisfacer los siguientes requisitos:

1. El revenimiento antes de incluir el aditivo reductor de agua será de 5 cm con tolerancia de ± 1.5 cm; después de incluir el aditivo el revenimiento deberá ser de 11 cm con tolerancia de ± 2.5 cm, excepto cuando se indique otro valor.

2. La colocación del concreto en las trabes deberá realizarse por bombeo.

3. El acomodo final del concreto deberá llevarse a cabo mediante vibradores de inmersión; sólo en las paredes de las cimbras metálicas podrán aplicarse vibradores de superficie.

4. El curado deberá efectuarse mediante la aplicación de productos que formen membrana.

013.C.02 LIMITACIONES SOBRE LAS CARACTERISTICAS DE DEFORMABILIDAD A CORTO Y A LARGO PLAZO DE LOS CONCRETOS PRESFORZADOS

a) Deformabilidad a corto plazo. Se determina esta propiedad mediante el módulo de elasticidad estático (E_C) en cilindros de concreto siguiendo el procedimiento que señala la norma NOM C-173 (ASTM C-469); el valor que se obtenga en los cilindros ensayados a 28 días de edad no deberá ser inferior a $8500\sqrt{f_c'}$, tomando f_c' como valor nominal de la resistencia de proyecto. Para la determinación del módulo de elasticidad estático deberán tomarse cilindros adicionales que se ensayarán de acuerdo con las especificaciones correspondientes. De cada etapa de colado que se produzca para constituir una trabe, deberán colectarse no menos de dos cilindros adicionales por cada 40 m^3 o fracción, para realizar las determinaciones de módulo de elasticidad.

b) Deformaciones a largo plazo: contracción y fluencia. Las deformaciones combinadas de contracción y fluencia que se obtengan al ensayar especímenes de concreto, sujetos a un esfuerzo equivalente al 40 por ciento de la resistencia nominal de proyecto y cargados a la edad de 21 días, deberán conducir a un valor del parámetro adimensional R_F, definido como sigue y que no deberá exceder de 4×10^{-3}:

$$R_F = \frac{m_1}{\sigma / \bar{f}_c}$$

donde.

m_1 Pendiente de la gráfica deformación contra logaritmo del tiempo en días, que deberá dibujarse para cada cilindro ensayado, tomando como día número uno el momento en que el cilindro haya sido cargado.

σ Esfuerzo aplicado en el cilindro, que nominalmente deberá ser igual al 40 por ciento de la f_c' de proyecto, en kg/cm^2 .

$\bar{f}_c$ Resistencia a compresión a los 28 días de edad, en kg/cm^2, obtenida en los cilindros formados con la misma muestra de concreto de la que se obtuvieron los cilindros ensayados a contracción y fluencia.

Las determinaciones de deformación por contracción y fluencia combinadas, deberán realizarse para cada pareja diferente de agregados que sean utilizados en la elaboración del concreto, esto es, para cada juego de gravas y arenas que se empleen en la construcción de las estructuras presforzadas.

Al iniciar la utilización de parejas de grava y arena, se determinarán todas las propiedades exigidas para estos materiales y de uno de los primeros tres elementos que se cuelen utilizando estos agregados, se elaborarán por lo menos tres cilindros que se someterán al ensaye de contracción y fluencia combinadas, de acuerdo con lo establecido en la norma ASTM C-512; de la misma mezcla con que se han formado estos cilindros, deberán tomarse tres cilindros adicionales para medir exclusivamente la contracción de acuerdo con la norma mencionada.

Los cilindros que se sometan a la determinación de contracción y de contracción y fluencia combinadas, deberán someterse a un curado de laboratorio o de campo por un periodo de siete días, después de los cuales serán almacenados a la temperatura y humedad ambientales; a los 21 días de edad serán cargados aquéllos que correspondan a la determinación de contracción y fluencia. Si por alguna razón los cilindros que se someterán a esfuerzos para determinar la fluencia no son cargados a los 21 días de edad, para la determinación del parámetro R_F podrán emplearse los factores de corrección que se señalan en la tabla 013-1.

Tabla 013-1. Factores de corrección para el parámetro R_F, por cargas aplicadas a edades diferentes de 21 días

Edad de aplicación de la carga, en días	Factor que se aplicará al parámetro R_F obtenido del ensaye para homologar a 21 días
7	0.735
14	0.885
21	1.000
28	1.111
35	1.220

Para ser aceptables los valores del parámetro adimensional R_F que define la contracción y fluencia combinadas, las muestras que se utilicen para su determinación deberán haber estado sujetas al esfuerzo correspondiente durante un lapso no menor de 120 días.

c) Muestras testigo. En todos los casos en que se elaboren cilindros para la determinación de módulos de elasticidad o para la medición de contracciones, y sus correspondientes parejas para la determinación de contracción y fluencia combinadas, se deberán obtener las muestras especificadas para realizar las determinaciones de resistencia a compresión a 28 días, las cuales se utilizarán para valorizar el parámetro adimensional R_F.

d) Los valores obtenidos del parámetro R_F y de la relación $Ec/\sqrt{f_c}$ deberán reportarse al Representante y al proyectista de la obra, en gráficas que relacionen el valor de estos parámetros con el contenido de polvos en la grava y en la arena, expresados como porcentaje del peso total de la arena incluida en la dosificación del concreto, del que se tomaron las muestras para determinar las propiedades de deformabilidad.

013.E REQUISITOS DE EJECUCION

La forma y dimensiones de los elementos y de sus partes, así como la colocación de los ductos, la de los cables, la del refuerzo adicional, la de los dispositivos de anclaje y demás operaciones que se requieran, se sujetarán a lo fijado en el proyecto y a lo ordenado por el Representante.

013.E.01 CIMBRAS

Las cimbras se ajustarán a los lineamientos expresados en 3.01.01.012.E.01 de estas Especificaciones, salvo indicación contraria del proyecto.

013.E.02 ACERO DE REFUERZO Y PRESFUERZO

a) El acero de refuerzo deberá cumplir con los lineamientos contenidos en el inciso 012.E.03 del capítulo 3.01.01.012.E.02 de estas Especificaciones.

b) El acero de presfuerzo deberá cumplir con los requisitos de calidad establecidos en 4.01.01.005.B de estas Especificaciones.

c) El acero de presfuerzo se almacenará en locales previamente autorizados por el Representante, cla-

sificado según su tipo y sección, debiéndose proteger cuidadosamente contra la humedad, agentes corrosivos, golpes y partículas incandescentes producidas durante el corte o soldadura.

d) El Contratista deberá indicar cuál es el lote de acero que se va a emplear en la obra, para hacer el muestreo y el ensaye del mismo, previamente a iniciar su uso.

e) Los alambres, cables y barras que se empleen en concreto presforzado, deberán colocarse con las longitudes, posición, accesorios, procedimientos, grados de tensión y demás requisitos indicados en el proyecto.

f) Los dispositivos de anclaje y demás accesorios, tales como placas de acero, ductos, cuñas, separadores y coples, serán de las características que indique el proyecto.

013.E.03 ESTRUCTURAS PRESFORZADAS PRECOLADAS

El Contratista se obligará a facilitar el acceso a la planta, para que el supervisor del Representante verifique el cumplimiento del proyecto y los procedimientos de construcción, y efectúe el muestreo y las pruebas que se consideren necesarias.

013.E.04 SISTEMA DE PRESFUERZO EMPLEADO EN LAS ESTRUCTURAS

a) El sistema de presfuerzo que se utilice será el indicado en el proyecto o el que apruebe el Representante. El sistema propuesto deberá cumplir los requisitos fijados en el proyecto y conservar:

   1. Los valores de los presfuerzos inicial y total.

   2. Las líneas de acción de las tensiones resultantes inicial y total.

b) El Contratista deberá disponer, durante el tiempo que dure la ejecución de la obra, de los servicios de un técnico especializado en concreto presforzado, excepto en el sistema que se vaya a emplear, para supervisar la construcción en las diferentes etapas y el manejo de todos los elementos estructurales y/o de sus partes.

013.E.05 MANEJO Y COLOCACION DE LOS DUCTOS

Salvo lo indicado en el proyecto, en el manejo y colocación de ductos se observarán los siguientes lineamientos:

a) Los ductos y sus uniones serán herméticos, para impedir la entrada del agua y la lechada del concreto hidráulico.

b) Para ductos flexibles, corrugados y engargolados en frío para elementos postensados deberá emplearse lámina del tipo indicado en el proyecto o bien del tipo troquelado profundo con calibre mínimo del No. 31.

c) No deberán arrastrarse ni dejarse caer; al colocarse deberan estar libres de materias extrañas, abolladuras y/o deterioro de las superficies por oxidación.

d) Se mantendrán en la posición indicada en el proyecto, sujetándolos firmemente al acero y/o al molde. No se iniciará ningún colado hasta que el Representante haya inspeccionado y aprobado dicha posición.

e) Para facilitar la inyección de la lechada, el diámetro interior de los ductos debe ser por lo menos 6 mm mayor que el diámetro de los cables de postensado, o lo suficientemente grande para que se produzca un área interna de por lo menos el doble del área total del acero de presfuerzo. La lechada de inyección será de las características y calidad que fije el proyecto.

f) Los ductos para los cables deberán ser impermeables al mortero o concreto, no debiendo reaccionar ni física ni químicamente con el concreto, con los propios cables ni con el material de relleno.

013.E.06 MANEJO Y COLOCACION DEL ACERO DE PRESFUERZO

Salvo lo indicado en el proyecto, en el manejo y colocación del acero de presfuerzo se tendrá en cuenta lo siguiente:

a) El acero de presfuerzo deberá colocarse con precisión dentro de los ductos, los que deberán ser apoyados adecuadamente sobre soportes, antes de vaciar el concreto y estarán asegurados contra desplazamientos dentro de las tolerancias permisibles.

b) La distancia libre entre el acero de presfuerzo en cada extremo del elemento no será menor de cuatro veces el diámetro de los alambres individuales, ni menor que tres veces el diámetro de los torones, pero por lo menos 1.5 veces el tamaño máximo del agregado. Esta separación debe cumplirse dentro de los tercios extremos del elemento, pudiéndose agrupar en el tercio central y sólo a la mitad del claro.

c) Los cables no adheridos deberán recibirse completamente con un material que asegure la protección contra la corrosión, previamente aprobado por el Representante. El recubrimiento debe ser continuo en toda la zona que no vaya a adherirse, y debe prevenir la intrusión de pasta de cemento, o pérdida del material de recubrimiento, durante las operaciones de colado.

d) Las operaciones de soldadura cerca del acero de presfuerzo deben efectuarse cuidadosamente, de tal manera que el acero de presfuerzo no esté expuesto a temperatura excesiva, quemaduras por chispazos de soldadura o corrientes eléctricas puestas a tierra.

e) El trazo de los cables de postensado se limitará a los radios de curvatura indicados en el proyecto.

013.E.07 TENSADO

Salvo lo indicado en el proyecto, para la aplicación del presfuerzo se observarán los siguientes lineamientos:

a) Los gatos, manómetros y demás instrumentos necesarios para las operaciones de tensado serán previamente aprobados por el Representante, el

que podrá verificar su funcionamiento y calibración en cualquier momento, aceptándose una tolerancia en la precisión hasta de ± 2 por ciento máximo.

b) En elementos postensados, en ningún caso se hará el tensado inicial antes de que el concreto hidráulico haya adquirido el 800 por ciento de la f_c' fijada por el proyecto y de haber verificado que los cables deslicen libremente dentro de los ductos.

c) El tensado total se hará cuando el concreto hidráulico haya adquirido la f_c' fijada en el proyecto.

d) Para comprobar las tensiones aplicadas a cada cable deberá verificarse la correspondencia de dichas tensiones con los alargamientos registrados en el extremo del cable. De no satisfacer esta correspondencia, deberá suspenderse el tensado hasta corregir las causas. El Contratista deberá contar con dinamómetros que midan la fuerza aplicada.

e) Después de terminado el tensado y dentro de un plazo máximo de 24 horas, los ductos correspondientes deberán ser llenados inyectándoles a presión lechada de cemento en la proporción indicada en el proyecto.

f) Se deberá aplicar y obtener un tensado uniforme en cada tendón individual, para no obtener contraflechas diferenciales, falta de alineamiento lateral y reducción de la carga de agrietamiento.

g) Una vez aplicado el presfuerzo, los anclajes de los cables se protegerán de acuerdo con lo fijado en el proyecto.

013.E.08 CONCRETO

El concreto deberá cumplir con los requisitos mencionados en 013.C de este capítulo y deberá satisfacer los requisitos de colocación, colado, compactación, vibrado y curado expresados en 3.01.01.012.E.03.

013.E.09 TOLERANCIAS

Para dar por terminada la construcción de un elemento de concreto presforzado, se verificarán sus dimensiones, forma y alineamientos de acuerdo con lo fijado en el proyecto, o en su caso dentro de las tolerancias que se indican a continuación:

a) La tolerancia sobre el alargamiento total fijado en el proyecto no será mayor de 2.0 por ciento.

b) La tolerancia de colocación de los cables en puntos de cota obligada, definidos con el plano de que se trate, en función de las distancias "d" medidas entre el eje del ducto que aloja el cable y la pared más cercana en el sentido de medición, serán:

± 0.5 cm para	$d \leq 10$ cm
± 1.0 cm para	$10 < d \leq 20$ cm
± 1.5 cm para	$20 < d \leq 50$ cm
± 3.0 cm para	$d > 50$ cm

c) Ductos, acero de presfuerzo y anclajes extremos deberán tener un recubrimiento mínimo de concreto igual o mayor al indicado a continuación:

1. Elementos colados en contacto con el terreno y permanentemente expuestos a él	7.0 cm
2. Elementos expuestos al terreno o al intemperismo:	
2.1 Tableros para muros, losas y trabes	2.5 cm
2.2 Otros miembros	4.0 cm
3. Elementos no expuestos al intemperismo ni en contacto con el terreno:	
3.1 Losas, muros y trabes	2.0 cm
3.2 Vigas, trabes y columnas	
3.2.1 Refuerzo principal	4.0 cm
3.2.2 Anillos, estribos o espirales	2.5 cm
4. Cascarones y placas delgadas:	
4.1 Refuerzo del No. 5 y menor	1.0 cm
4.2 Otro tipo de refuerzo	El diámetro de una varilla pero no menor de 2 cm.

d) Las dimensiones de cualquier sección transversal de trabes, losas, muros o columnas, no diferirán con las del proyecto en más de 0.01 e + 2 mm, o menos de (0.01 e + 2 mm) /2, donde "e" es la dimensión para la que se considera la tolerancia, en milímetros.

e) La desviación angular de los ejes de cualquier sección transversal de una trabe y/o columna respecto a los de proyecto, en elementos colados en el lugar, no será mayor de 01° 00', que es el ángulo cuya tangente es 0.017 y en elementos precolados no será mayor de 00° 30', que es el ángulo cuya tangente es 0.009.

f) La distancia entre el eje centroidal de una columna y la recta que une los centroides de las secciones transversales extremas, no será mayor de 0.01 e + 2 mm, donde "e" es la dimensión de la sección de la columna, perpendicular a la medida de la tolerancia, en milímetros.

g) La distancia entre el eje centroidal de una trabe de sección constante y la recta que une los centroides de las secciones transversales extremas, antes de aplicado el presfuerzo, medida en dirección vertical, no será mayor de 0.01 h + 2 mm, y medida en dirección horizontal no será mayor de (0.01 b + 4 mm) /2 donde "h" es el peralte de la trabe y "b" es el ancho o patín de mayor dimensión de la misma, en milímetros.

h) Una vez aplicado el presfuerzo, la distancia horizontal entre el eje centroidal de una trabe y la recta que une los centroides de las secciones extremas, no será mayor de L/700 o de b/20, donde "L" es la longitud total de la trabe y "b" es el ancho o patín de mayor dimensión de la misma.

i) Los ejes de apoyo de las trabes no diferirán de los de proyecto, longitudinalmente en más de 2 mm y transversalmente en más de 5 milímetros.

013.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001.F de "Introducción".

013.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.01.001.G de "Introducción".

CAPITULO 3.01.01.014

ESTRUCTURAS DE ACERO

014.A DESCRIPCION

Las estructuras de acero son las que están formadas por uno o varios elementos de acero estructural, cumpliendo con lo fijado en el proyecto.

014.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Estructuras metálicas	DDF 4.14
Radiografía de soldadura	DDF 4.15
Recubrimientos de superficies con pintura	3.01.01.028
Señalamientos	3.01.07.012.E
Seguridad	3.01.07.013.E
Varillas de acero, corrugadas y lisas para refuerzo de concreto	4.01.01.005.A
Alambres y cables para concreto presforzado	4.01.01.005.B
Acero estructural	4.01.01.005.C
Láminas de acero al carbono	4.01.01.005.D
Tornillos de acero	4.01.01.005.J
Pernos de acero al carbono	4.01.01.005.K
Tuercas de acero al carbono o aleado	4.01.01.005.L
Varillas y electrodos para soldadura	4.01.01.005.N
Tubos de acero al carbono para usos estructurales	4.01.01.017.E
Pinturas anticorrosivas	4.01.01.022.A

014.E REQUISITOS DE EJECUCION

Las características y dimensiones de los elementos y de sus partes, así como los procedimientos de montaje de las estructuras de acero, deberán cumplir con lo indicado en el proyecto.

Los requisitos en las estructuras remachadas con pernos a presión; las uniones, cortes, inspección visual y reparación de cortes en estructuras soldadas; los perfiles de las soldaduras; las soldaduras de penetración; las juntas a tope; las estructuras tubulares; las correcciones para la aceptación del trabajo; la construcción soldada; las conexiones; el montaje de las estructuras; instalaciones de accesorios para captación de aguas pluviales; la calidad en los puntos soldados; y las tolerancias dimensionales, deberán ajustarse a los lineamientos expresados en la cláusula 4.14.E del Libro Cuarto de las NGC-DDF.

014.E.01 PLANOS DE TALLER

El Contratista será responsable de elaborar los planos de taller necesarios para fabricar y montar la estructura, entregándolos al Representante para que recabe el visto bueno del proyectista, previo al inicio de los trabajos. Esta medida es preventiva y no libera el Contratista de su responsabilidad.

014.E.02 PRECAUCIONES DURANTE EL MONTAJE

El Contratista será responsable de garantizar la estabilidad de la estructura en su etapa de montaje, considerando los posibles efectos de viento y sismo, y lo debido a la ejecución de otras actividades de construcción que se indican en la misma. Para ello dispondrá de los elementos necesarios. Esto mismo se hace extensivo para la reparación de elementos o soldaduras efectuadas en la estructura montada.

014.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001.F de "Introducción".

014.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.01.001.G de "Introducción".

CAPITULO 3.01.01.015

ESTRUCTURAS DE MADERA

015.A DESCRIPCION

Las estructuras de madera son las que están formadas por uno o varios elementos de madera estructural clasificada, cruda o preservada, de acuerdo con lo fijado en el proyecto y lo ordenado por el Representante.

015.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Carpintería y acabados de madera	3.01.01.026.E
Madera estructural en tira	4.01.01.007.A
Tablas y tablones de ocote	4.01.01.007.B
Madera para obra negra en hojas	4.01.01.007.C
Tableros de madera prensada	4.01.01.007.D
Tableros de fibra de madera	4.01.01.007.E
Madera para acabados en hojas	4.01.01.007.F
Madera para acabados en tiras	4.01.01.007.G
Clavos cilíndricos de acero	4.01.01.005.I
Tornillos de acero	4.01.01.005.J
Pernos de acero al carbono	4.01.01.005.K
Tuercas de acero al carbono o aleado	4.01.01.005.L
Tornillos de acero para madera	NOM B-45

015.C MATERIALES

La madera que se use como elemento estructural permanente deberá estar exenta de daños causados por agentes biológicos. Se podrán usar maderas selectas, de primera y de segunda clase o maderas con calidades equivalentes, clasificadas como se indica en 4.01.01.007.B de estas Especificaciones. La madera que no cumpla con la calidad estipulada, será rechazada, marcada y retirada de la obra.

Cuando la madera se use como elemento estructural temporal podrá tener zonas aisladas afectadas biológicamente, siempre y cuando, el daño pueda cuantificarse y se le considere en el diseño estructural. Se podrá usar madera hasta de grado de calidad "D" o su equivalente, previa aprobación del Representante.

Los herrajes y los adhesivos que se empleen en la construcción de las estructuras de madera serán de las características fijadas en el proyecto y las ordenadas por el Representante.

La madera que se pretenda preservar debe ser previamente inspeccionada y aprobada por el Representante. En general, los preservativos que se empleen serán de dos tipos:

a) Oleosos, como la creosota.

b) Salinos, como el pentaclorofenol, el cloruro de zinc cromado y el tanalith.

015.E REQUISITOS DE EJECUCION

Todas las piezas de madera que se utilicen serán aserradas. Cuando lo fije el proyecto o lo ordene el Representante las piezas, además, serán cepilladas.

Las dimensiones de las piezas, tipos de madera, ensambles, juntas y procedimientos de montaje deberán ser los fijados en el proyecto y los ordenados por el Representante. Las escuadrías de las piezas serán las obtenidas después de aserrada y/o cepillada la madera.

Las piezas se manejarán y almacenarán con el debido cuidado y el Representante rechazará las que se encuentren dañadas por alguna razón, como por efecto del intemperismo, atacadas por insectos, astilladas, alabeadas o con huellas de golpes por manejo inadecuado. En su manejo y maniobras no se emplearán herramientas que se encajen en la madera.

Los cortes, rebajes y taladros en la madera por preservar que fije el proyecto u ordene el Representante se harán antes de efectuar la preservación. Cuando esto no sea posible, cualquier corte, rebaje o taladro realizado durante la ejecución de la obra deberá tratarse con productos químicos que den una protección equivalente a la que tenga el resto de la estructura.

Sólo cuando lo autorice el Representante, el Contratista podrá efectuar una sustitución de tipos de madera y/o cambios en las escuadrías. El Contratista deberá someter a la aprobación del Representante el o los cambios que pretenda realizar y las causas

o motivos del cambio. El Representante decidirá si para efectuar esas modificaciones requiere consulta previa al proyectista.

Las dimensiones de la sección transversal de un miembro no serán menores que las de proyecto en más de 3 por ciento.

Los elementos que integran las estructuras de madera tendrán el acabado especificado en el proyecto.

015.E.01 PRESERVACION

La preservación de la madera es el tratamiento que se le aplica para aumentar su resistencia al intemperismo y a la acción de otros agentes destructivos. Este proceso deberá cumplir las siguientes condiciones:

a) El proyecto fijará en cada caso el tipo de preservativo, la presión, temperatura, penetración, retención y el procedimiento que deberá emplearse en el tratamiento de la madera. Sólo el Representante podrá autorizar cambios sobre las indicaciones del proyecto.

b) En todos los casos de preservación de madera, el Contratista deberá recabar previamente la aprobación del Representante para el equipo que pretenda usar.

c) Previamente a su tratamiento, la madera deberá ser acondicionada por el método que apruebe el Representante para obtener un material con humedad no mayor que la fijada por el proyecto, de acuerdo con el procedimiento de preservación ordenado.

d) La madera que vaya a ser preservada estará limpia de corteza.

e) Las piezas que vayan a preservarse, tendrán la forma y dimensiones fijadas por el proyecto para evitar cortes, rebajes o perforaciones en madera ya tratada.

015.E.02 PROTECCION

Se cuidará durante la ejecución de las obras que la madera esté debidamente protegida contra cambios de humedad, insectos, fuego, etc. Si por alguna razón la madera se humedece durante la construcción, el sellado de la estructura no se realizará antes de que el contenido de humedad haya disminuido aproximadamente al valor que se consideró en el diseño.

015.E.03 UNIONES

Los elementos de unión a considerar serán clavos, tornillos, pernos y conectores y deberán cumplir con lo siguiente:

a) Se utilizarán clavos comunes fabricados con alambre de acero que cumpla con la especificación de materiales establecida en 4.01.01.005.I.

1. En uniones expuestas a la intemperie se deberán usar clavos protegidos contra corrosión (galvanizados, etc.).

2. La penetración de la punta del clavo en el miembro que la recibe debe ser cuando menos 14 veces el diámetro del clavo (D), y el miembro en contacto con la cabeza deberá tener cuando menos un espesor de 10 veces el diámetro del clavo.

3. Los espaciamientos mínimos serán los siguientes:

   10 D entre hileras de clavos.

   5 D de los bordes.

   20 D de los extremos.

   20 D entre clavos a lo largo de las fibras.

4. Cuando los clavos se introduzcan en agujeros taladrados, los espaciamientos se podrán reducir a los valores correspondientes dados para tornillos. El diámetro de los agujeros no será mayor de 8 por ciento del de los clavos.

b) Uniones con tornillos para madera. Las características de los tornillos para madera estarán regidas por la norma NOM B-45.

1. Los agujeros para recibir los tornillos tendrán el diámetro de la caña lisa para recibir a ésta y las 2/3 partes del de la caña lisa, como máximo, para recibir la parte roscada.

2. La penetración de tornillos en el miembro que recibe la punta deberá ser por lo menos de siete veces el diámetro de la caña lisa.

3. Los espaciamientos mínimos de los tornillos serán los siguientes:

   3 D entre hileras de tornillos.

   5 D de los bordes.

   10 D entre tornillos adyacentes en la dirección de las fibras.

   10 D de los extremos.

c) Uniones con pernos. Los pernos utilizados en las uniones de madera, cumplirán con los requisitos establecidos en 4.01.01.005.K de estas Especificaciones.

1. Se utilizarán tuercas y rondanas del diámetro correspondiente al perno para completar la unión.

2. Los diámetros de los agujeros no excederán en más de 1.6 mm a los de los pernos.

d) Uniones con conectores. Los conectores para madera son elementos de unión que se colocan entre las caras de contacto de los elementos por unir. Dichos conectores serán del tipo y características señaladas en el proyecto.

015.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001.F de "Introducción".

015.G CONCEPTOS DE OBA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.01.001.G de "Introducción".

CAPITULO 3.01.01.016

MUROS EN EDIFICACIONES

016.A DESCRIPCION

Los muros son los elementos constructivos verticales de un edificio, que sirven para transmitir cargas y/o cumplir con funciones arquitectónicas delimitando espacios.

016.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Estructuras de concreto reforzado	3.01.01.012.E
Mamposterías	DDF 4.03.E
Morteros para albañilería	4.01.01.003.H
Piedras para recubrimientos	4.01.01.004.A
Varillas de acero corrugadas y lisas para refuerzo de concreto	4.01.01.005.A
Tabiques y bloques cerámicos de arcilla	4.01.01.011.A
Bloques, tabiques y tabicones de concreto	4.01.01.011.B
Tableros de madera prensada	4.01.01.011.E
Prefabricados de concreto ligero para muros	4.01.01.011.F

016.E REQUISITOS DE EJECUCION

Los muros en general se construirán de acuerdo con lo que señale el proyecto, debiendo satisfacer los siguientes lineamientos:

a) El mortero que se utilice será de las características que señale el proyecto y deberá satisfacer los requisitos establecidos en 4.01.01.003.H de estas Especificaciones.

b) Se construirán previendo las instalaciones que se alojarán en ellos.

c) Previamente al desplante de los muros se deberá humedecer la superficie de asiento, así como las áreas de las piezas que quedarán en contacto con el mortero.

d) En el momento de ser colocados los tabiques o bloques deberán estar libres de polvo, aceite, grasa o cualquier otra sustancia extraña que impida una adherencia efectiva del mortero que se emplee en el junteo.

e) Al asentar los tabiques o bloques, se colocarán de manera que queden cuatrapeadas las juntas verticales de las hiladas en construcción, con respecto a la hilada sobre la cual serán asentados los mismos. Esta disposición sólo será cambiada cuando el proyecto lo indique y cuando por el espesor del muro así se requiera.

f) Los muros de tabique de arcilla recocida deberán llevar los refuerzos de concreto armado (castillos o cadenas) que fije el proyecto.

g) Los tipos de amarre, corte y disposición de los tabiques en la intersección del muro con los castillos se fijarán en el proyecto en cada caso.

h) No deberán levantarse muros a una altura mayor de 2 m, sin que se hayan construido los amarres verticales adyacentes, ya sean éstos castillos o intersecciones con otros muros.

i) Durante la construcción y colado de los castillos deberá verificarse y corregirse en su caso la verticalidad de los muros, asegurando ésta mediante puntales que deberán ser removidos una vez que el concreto haya fraguado.

j) En la intersección de muros donde no se construyan castillos, las hiladas deberán cruzarse alternadamente para proporcionar el amarre necesario. Cuando el proyecto indique castillos ahogados dentro de los muros de block hueco, previamente al desplante del muro se deberán dejar ancladas las varillas de acero del diámetro y a la separación que señale el proyecto, efectuándose el colado de los huecos del block en alturas no mayores de 50 cm, verificando que los huecos se encuentran libres y limpios de mortero con el cual se asentó el block.

k) Se deberán colocar refuerzos horizontales en los muros de block hueco, del tipo y a la separación que indique el proyecto. Este refuerzo deberá anclarse a los castillos.

l) En los muros de fachadas que vayan a recibir recubrimientos sujetos a ellos deberán preverse los anclajes que señale el proyecto.

m) Todos los muros expuesto a humedad, deberán recibir el tratamiento de impermeabilización que señale el proyecto, en cada caso.

n) Las cimbras, rampas o andamios necesarios, se construirán y mantendrán de manera que garanticen la seguridad de los trabajadores.

o) Se desecharán los tabiques o blocks rotos, desportillados, rajados o con cualquier tipo de irregularidad que a juicio del Representante pudieran afectar la resistencia y/o apariencia del muro.

016.E.01 MUROS DE TABIQUE O BLOCK DE ACABADO COMUN

a) Previamente a la colocación de los tabiques, éstos deberán saturarse con agua, a fin de evitar pérdidas de humedad durante el fraguado del mortero.

b) Todos los tabiques se asentarán y juntearán con una capa uniforme de mortero fresco, en la proporción que indique el proyecto, una vez que hayan sido limpiados y saturados, colocándolos antes de que el mortero endurezca.

c) Salvo lo indicado en el proyecto, el espesor del mortero entre tabiques o bloques, deberá ser de 0.5 cm a 1.5 cm. Las juntas de asiento de los tabiques deberán formar hiladas horizontales y las juntas verticales quedarán cuatrapeadas y a plomo.

d) El tipo de bloques de concreto, sus dimensiones, textura y pesos deberán ser los indicados por el proyecto.

016.E.02 MUROS APARENTES

a) El terminado de la junta se hará cumpliendo con lo indicado en el proyecto. Las piezas deberán quedar limpias de manchas y no se admitirán las que estén rajadas, desportilladas o con algún acabado defectuoso. No se permitirá ranurar la superficie aparente, y los cortes de las piezas se harán con máquina.

b) Para muros de tabique de barro recocido o de piezas sólidas de barro prensado o concreto, se deberán rematar las hiladas horizontales de manera que se forme una superficie dentada de contacto con el concreto de los castillos.

c) El refuerzo horizontal y vertical (cadenas y castillos) será el que indique el proyecto.

d) En las intersecciones entre dos muros en donde no haya castillos, las hiladas de cada muro irán cuatrapeadas.

e) En estos muros no se harán ranuras ni agujeros para alojar instalaciones, sino que éstas deberán preverse y efectuarse simultáneamente con la construcción del muro.

016.E.03 TOLERANCIAS EN LA CONSTRUCCION DE MUROS

Salvo lo indicado en el proyecto las tolerancias en la construcción de muros serán las indicadas en la tabla 016-1.

Tabla 016-1. Tolerancias en muros

Concepto	Muro con acabado normal	Muro con acabado aparente
Alineamiento	2 mm por metro 2 cm máximo para tramos mayores de 10 m	2 mm por metro 2 cm máximo para tramos mayores de 10 m
Desplome	1 mm por metro de altura. Máximo 5 mm para alturas mayores de 5 m	1 mm por metro de altura. Máximo 5 mm para alturas mayores de 5 m
Desnivel en las hiladas	3 mm por metro 3 cm máximo para tramos mayores de 10 m	2 mm por metro 1 cm máximo para tramos mayores de 10 m
Ancho de las juntas	± 3 mm	± 2 mm
Alabeo de la superficie	5 mm, medido con una regla de 2 m colocada sobre la superficie en varias direcciones	2 mm, medido con una regla de 2 m colocada sobre la superficie en varias direcciones

016.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001.F de "Introducción".

016.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.01.001.G de "Introducción".

CAPITULO 3.01.01.017

CERCAS DE MALLA DE ALAMBRE

017.A DESCRIPCION

Las mallas de tela metálica se construyen para delimitar y/o proteger una determinada superficie.

017.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Cercas de malla de alambre	DDF 4.19. F y G
Trazos y nivelaciones	DDF 3.10.E
Señalamientos	3.01.07.012.E
Seguridad	3.01.07.013.E
Acero estructural	4.01.01.005.C
Alambre de púas de fierro o acero galvanizado	4.01.01.005.G
Malla de alambre para cercados	4.01.01.005.H
Tubos de acero al carbono para usos estructurales	4.01.01.017.E

017.E REQUISITOS DE EJECUCION

Las dimensiones de las cercas, tipo, características de los materiales y el lugar en que serán colocadas, serán fijadas por el proyecto. Se construirán de tal manera que su paramento exterior coincida con la línea que delimita la superficie por cercar.

Salvo indicación en contrario, cuando las cercas se construyan con postes y tela de alambre, se observarán los siguientes lineamientos.

a) Los postes serán tubos metálicos de las características indicadas en el proyecto.

b) Los postes se colocarán a una separación máxima de 3 m, anclados en el terreno natural por medio de bases de concreto de las dimensiones y características que indique el proyecto.

c) Los postes también podrán ir empotrados en mamposterías o en muros de concreto reforzado, según lo indique el proyecto.

d) La malla de alambre será de las características en cuanto a calibre de alambre, abertura y con la sujeción a los postes, indicadas en el proyecto.

e) Cuando lo indique el proyecto, las cercas llevarán en su parte superior tres o más líneas de alambre de púas como protección adicional, conectadas a la cerca por medio de un espadín inclinado.

f) Se deberán colocar retenidas horizontales y tensores para el tensado de la cerca y el contraventeo de los postes en los cambios de dirección de la cerca o como lo fije el proyecto.

g) La malla de alambre deberá quedar tensada a un mínimo de 100 kg/m de altura.

h) Salvo que el proyecto indique lo contrario, todos los elementos que intervienen en la cerca serán galvanizados. Todas las piezas tubulares se unirán por medio de abrazaderas, tornillos y coples.

017.E.01 TOLERANCIAS

a) Alineamientos: 2 mm por metro.
2 cm máximo para tramos mayores de 10 centímetros.

b) Desplome: 1 mm por metro de altura.

c) Tensión (malla): 100 kg/m de altura.

017.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001.G de "Introducción".

017.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.01.001.G de "Introducción".

CAPITULO 3.01.01.018

INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS

018.B REFERENCIAS

Ver sección 3.02.13 de Instalaciones hidráulicas y sanitarias de estas Especificaciones.

CAPITULO 3.01.01.019

INSTALACIONES ELECTRICAS EN EDIFICIOS

019.B REFERENCIAS

Ver capítulos del siguiente cuadro de referencia en el Libro Cuarto de las NGC-DDF.

CONCEPTO	REFERENCIA
Instalación de tuberías conduit	DDF 4.31
Ducto cuadrado embisagrado	DDF 4.32
Charola soporte para cables tipo escalera	DDF 4.33
Cajas registro	DDF 4.34
Accesorios (apagadores, contactos, botones para timbre y placas)	DDF 4.35
Conductores	DDF 4.36
Equipos de control y protección	DDF 4.37
Instalación de motores eléctricos	DDF 4.38
Sistema de tierras	DDF 4.39
Instalación de unidades de iluminación	DDF 4.40
Limpieza y pintado de gabinetes de luminarias	DDF 4.41
Desmontaje de instalaciones eléctricas	DDF 4.42
Instalaciones electromecánicas. Ductos de aire	DDF 4.46

CAPITULO 3.01.01.020

HERRERIA

020.A DESCRIPCION

Elementos de una edificación fabricadas en obra o en taller, con perfiles metálicos o laminados, o bien láminas metálicas (hierro, aluminio, etc.).

020.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Herrería en puertas, ventanas y elementos varios	DDF 4.51. F y G
Trazos y nivelaciones	DDF 3.10.E
Cerraduras y herrajes	DDF 4.90.E
Estructuras metálicas	DDF 4.14.E
Acero estructural	4.01.01.005.C
Láminas de acero al carbono	4.01.01.005.D
Láminas de acero al carbono galvanizadas	4.01.01.005.E
Tornillos de acero	4.01.01.005.J
Perfiles tubulares de lámina	4.01.01.020.A
Perfiles de aluminio	4.01.01.020.B
Tubería de latón	4.01.01.020.C
Pinturas anticorrosivas	4.01.01.022.A
Pintura de acabado	4.01.01.022.B
Vidrio plano	4.01.01.021.A
Placas de material acrílico	4.01.01.021.B
Cristal transparente templado	4.01.01.021.C
Espejos de vidrio o cristal	4.01.01.021.D
Láminas de fibras y materiales plásticos	4.01.01.021.E
Mastiques	4.01.01.021.F
Elementos de sujeción	4.01.01.021.G

020.E REQUISITOS DE EJECUCION

En la colocación de puertas, ventanas y elementos varios, se deberán observar las siguientes indicaciones:

a) El proyecto indicará en cada caso el tipo, calibre y calidad de los materiales que se empleen.

b) Las puertas, ventanas, rejas y rejillas deberán fabricarse con los anclajes de la forma, materiales y dimensiones que fije el proyecto.

c) El proyecto indicará los dispositivos o las previsiones que deberán tomarse para la fabricación de cada pieza, considerando la realización de trabajos subsecuentes.

d) Los elementos componentes deberán ser perfiles de una sola pieza, no aceptándose el empleo de pedacería o uniones intermedias de perfiles en un mismo elemento.

e) Salvo indicación en contrario, la unión por sus extremos de dos elementos deberá hacerse en diagonal.

f) Para garantizar la precisión en forma y dimensiones de una pieza, antes de unir en forma definitiva sus distintos elementos, se deberán armar haciendo una presentación de los mismos en su correspondiente posición, fijándolos mediante puntos de soldadura.

g) La unión definitiva entre los elementos que formen una pieza deberá ejecutarse de acuerdo con lo que fije el proyecto, por medio de alguno de los siguientes sistemas:

   1. Soldadura eléctrica.
   2. Tornillería.
   3. Remachado.
   4. Engargolado.

h) Cuando el proyecto indique el empleo de soldadura eléctrica para unir elementos de una pieza, se deberá tomar en consideración lo que corresponda de lo indicado en el capítulo 4.14 de las NGC-DDF referente a estructuras metálicas y a lo siguiente:

   1. Deberá seleccionarse cuidadosamente el tipo de electrodos o metal para soldar, dándose preferencia a aquéllos que originen un gas inerte durante su empleo.
   2. Salvo indicación en contrario, la unión se efectuará mediante cordón continuo, esmerilando

posteriormente la soldadura, hasta obtener superficies completamente lisas.

3. Salvo indicación en contrario, deberá usarse soldadura de latón para el relleno de todas las hendiduras y espacios abiertos que puedan existir en las juntas que se formen entre los elementos de una pieza.

i) Cuando el proyecto indique el empleo de tornillos para unir entre sí elementos de una pieza, sus roscas deberán cubrirse con un material impermeabilizante que previamente apruebe el Representante.

j) Cuando el proyecto indique el empleo de remaches, se tendrá especial cuidado al formar sus cabezas, con objeto de que resulten lo más uniforme posible, tanto en forma como en dimensiones.

k) Cuando se emplee engargolado, éste se hará a presión y únicamente se soldarán las partes que estén hacia el exterior del perfil, a fin de que la soldadura no sea visible.

l) Salvo indicación en contrario, cuando el material empleado en la fabricación de una pieza sea susceptible de oxidarse, deberá ser protegido con una capa de pintura anticorrosiva.

m) Para el empleo de herrajes se atenderá a lo que el proyecto indique en cada caso.

020.E.01 PUERTAS, VENTANAS Y REJAS

Además de las indicaciones a que se refiere el inciso anterior, la colocación de puertas, ventanas y rejas se deberá ajustar a lo siguiente:

a) Salvo indicación en contrario se presentarán para la aprobación del Representante, muestras de los perfiles que vayan a utilizarse.

b) Cuando un elemento deba deslizar, apoyándose en otro elemento de la misma pieza, la forma y acabado de sus superficies de contacto deberán ser tales que el movimiento pueda efectuarse suavemente y sin tropiezos; de ser necesario el sistema deberá ser lubricado.

c) Las hojas de puertas y ventanas no presentarán deformaciones, se deberán colocar a plomo y ajustarán con precisión en los marcos, de manera que al estar cerradas no permitan el paso de aire, agua ni polvo al interior.

d) Cuando sea necesario el empleo de mallas o mosquiteros, éstos deberán colocarse sobre marcos removibles, los cuales se fijarán a la pieza correspondiente mediante tornillos, mariposas, bisagras u otro sistema que se indique en el proyecto; los marcos donde se instalen las mallas o mosquiteros también podrán ser corredizos.

e) Los marcos se fijarán a los muros, castillos o columnas por medio de anclas o pijas con longitud mínima de 5 cm, recibiéndose en su caso con mortero cemento-arena en la proporción que fije el proyecto, teniendo en cuenta que la separación entre marcos y el vano del muro, deberá ser constante y en ningún caso mayor de un centímetro.

f) Salvo indicación en contrario, la holgura máxima entre los elementos fijos y los elementos móviles, será de 3 mm en cada junta.

g) La colocación de las unidades de cerrajería que fije el proyecto, se hará de acuerdo con lo que corresponda a lo indicado en el capítulo 4.90 del Libro Cuarto, de las NGC-DDF.

h) Cuando se indique en el proyecto, el giro de las hojas se limitará mediante el empleo de topes de pared o de piso.

i) Las piezas de ventanería y puertas deberán construirse de manera tal que la limpieza, cambio o reposición de vidrios y cristales se hagan con facilidad.

j) Las rejas metálicas para ventanas deberán construirse por separado o formando parte de las mismas, pero sin excepción se sujetarán a los lineamientos y normas señaladas en el proyecto, tanto en lo que respecta a materiales como a diseño y dimensionamientos.

k) El acabado final de pintura en puertas y ventanas, deberá hacerse previamente a la colocación de la vidriería.

020.E.02 ELEMENTOS VARIOS

Además de las indicaciones a que se refiere 020.E, en la colocación de parrillas, rejillas, marcos y contramarcos de registros se deberá cumplir con lo siguiente:

a) Los perfiles metálicos que forman parte de los elementos antes mencionados deberán cumplir con lo señalado por el proyecto, debiendo enderezarse y alinearse previamente a su armado y soldado.

b) Las dimensiones del marco del elemento, respecto de las del vano en que quedará montado, serán tales que los emboquillados no cubran el contramarco ni obstruyan su libre funcionamiento.

c) El Contratista construirá e instalará las rejillas y/o parrillas de fierro para registros que señale el proyecto las cuales deberán colocarse a nivel del piso correspondiente.

d) Salvo que el proyecto indique lo contrario, todos los contramarcos deberán tener anclajes para su fijación.

e) Todos los marcos deberán ser paralelos a los contramarcos; además ambas piezas deberán ajustar entre sí con precisión.

f) Previamente a su recepción, el Representante realizará un recorrido por todos los trabajos de herrería y señalará los defectos de que el mismo adolezca, los que serán reparados por el Contratista por su cuenta y cargo y a la entera satisfacción del Representante.

020.E.03 TOLERANCIAS

Para los trabajos de herrería las tolerancias serán las siguientes:

a) Aristas	Rectas
b) Caras (puertas y ventanas)	Contenidas en planos paralelos
c) Holgura entre piezas fijas y movibles: 3 mm	± 1 mm
d) Ancho y largo	± 1 mm
f) Arrastre (puertas): 5mm	± 2 mm
g) Encuadramiento	Las diagonales se cruzarán en sus partes medias con ±1 mm de aproximación.

h) El arrastre siempre se medirá sobre el nivel del piso terminado o sobre el nivel superior del recubrimiento que se dé al piso, no debiendo exceder de 0.5 cm en el desarrollo de su abatimiento. En todos los casos, los marcos deberán ser paralelos a las hojas respectivas.

020.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001.F de "Introducción".

020.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.01.001.G de "Introducción".

CAPITULO 3.01.01.021

RECUBRIMIENTOS Y ACABADOS

021.B REFERENCIAS

Ver capítulos del siguiente cuadro de referencias en el Libro Cuarto de las NGC-DDF.

CONCEPTO	REFERENCIA
Lambrines y empastados	DDF 4.61
Aplanados y repellados	DDF 4.62
Tirol, yeso y emboquillados	DDF 4.63
Recubrimientos plásticos	DDF 4.64

CAPITULO 3.01.01.022

PISOS, ESCALONES, ZOCLOS Y ENTRECALLES

022.B REFERENCIAS

Ver capítulos del siguiente cuadro de referencias en el Libro Cuarto de las NGC-DDF.

CONCEPTO	REFERENCIA
Pisos y escalones	DDF 4.71
Entrecalles, zoclos y sardineles	DDF 4.72

CAPITULO 3.01.01.023

TECHADOS Y CUBIERTAS

023.A DESCRIPCION

Los techados y cubiertas de un edificio son las láminas fabricadas con diversos materiales, apoyadas en elementos estructurales, cuya finalidad es proteger su interior de los agentes climáticos.

023.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Techados de asbesto	DDF 4.75
Trazos y nivelaciones	DDF 3.10.E
Impermeabilizaciones	3.01.01.025.E
Recubrimiento de superficies con pintura	3.01.01.028.E
Mortero para albañilería	4.01.01.003.H
Acero estructural	4.01.01.005.C
Láminas de acero al carbono galvanizadas	4.01.01.005.E
Clavos cilíndricos de acero	4.01.01.005.I
Tornillos de acero	4.01.01.005.J
Pernos de acero al carbono	4.01.01.005.K
Tuercas de acero al carbono aleado	4.01.01.005.L
Láminas de asbesto-cemento	4.01.01.010.A
Cemento plástico bituminoso	4.01.01.019.A
Láminas de fibras y materiales plásticos	4.01.01.021.E

023.C MATERIALES

Las láminas empleadas serán de las medidas comerciales, salvo cuando en el proyecto se solicite otro tamaño. Además, no deberán estar agrietadas, deformadas, rotas, ni acusar la presencia de materiales o coloraciones extraños al de la lámina; tampoco deberán presentar daños aparentes.

023.E REQUISITOS DE EJECUCION

La forma, tipo, procedimientos, elementos de sujeción, sistema de colocación y demás características serán los que indique el proyecto y los que ordene el Representante.

023.E.01 TECHADOS DE LAMINAS DE ASBESTO-CEMENTO

La construcción de techados de asbesto-cemento se deberá ajustar a los requisitos señalados en la cláusula 4.75.E del Libro Cuarto de las NGC-DDF.

023.E.02 SUJECION

En techos de lámina acanalada sobre estructuras metálicas, las láminas se sujetarán por medio de ganchos con rosca y tuerca en uno de sus extremos y se observará lo siguiente:

a) Cuando la lámina sea metálica, se deberá tener especial cuidado en la selección del herraje y en su colocación, con objeto de evitar la formación de pares galvánicos. La fijación será por medio de elementos galvanizados o cadminizados.

b) Las perforaciones para la entrada o salida de los elementos de fijación, se localizarán en las crestas de las láminas.

c) El traslapo mínimo, en las cabeceras de las láminas, será de 150 mm y el lateral, de una onda, entendiéndose por onda una cresta y un valle.

d) Las uniones de las láminas con clavos, tornillos y ganchos, deberán quedar selladas.

e) La colocación de las láminas se iniciará por la parte más baja del techo.

f) Los cortes de las láminas se harán a mano o empleando cortadoras mecánicas, debiendo ser rectos sin astilladuras ni desgarres.

g) Cuando exista traslapo de cuatro láminas, éste se hará siguiendo las indicaciones de proyecto.

023.E.03 CUBIERTAS LATERALES

a) Cuando las láminas se usen como cubiertas laterales, la colocación de las mismas se hará de la parte inferior a la superior, cuidando que los traslapos longitudinales y transversales permitan el escurrimiento del agua en la superficie exterior.

b) Las láminas empleadas serán onduladas o planas, según se indique en el proyecto.

c) Cuando el Representante lo solicite, tanto en los techos como en las cubiertas laterales, se emplearán elementos prefabricados para sellar los espacios entre los traslapos de las láminas y los espacios entre las láminas y los muros.

d) En ningún caso se permitirán escurrimientos de agua en la superficie interior de techos y cubiertas laterales.

023.E.04 DOMOS ACRILICOS

El proyecto indicará las dimensiones de los perfiles, así como el sistema de sujeción que tendrán los domos sobre éstos. En la fabricación y colocación de domos se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

a) El domo acrílico se termoplanchará a la curvatura exacta, sin ninguna tolerancia.

b) Todas las juntas del domo con el marco, se sellarán con el producto que apruebe el Representante.

c) Todos los domos acrílicos deberán entregarse perfectamente limpios, sin rayones y con igualdad de reflejos en todas sus secciones.

023.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001.F de "Introducción".

013.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.01.001.G de "Introducción".

CAPITULO 3.01.01.024

RELLENOS, ENTORTADOS, ENLADRILLADOS Y CHAFLANES EN AZOTEAS

024.A DESCRIPCION

024.A.01 RELLENOS EN AZOTEA

Están constituidos por materiales ligeros empleados para dar pendiente, hacia las bajadas pluviales, a los elementos de recubrimiento.

024.A.02 ENTORTADOS

Capa formada a base de mezclas o morteros, tendida sobre los rellenos, con objeto de proporcionar a los elementos de recubrimiento una superficie de trabajo uniforme, con la pendiente requerida y adecuada para el trazo de líneas auxiliares necesarias.

024.A.03 ENLADRILLADOS

Elementos de recubrimiento construidos con la finalidad de proteger de humedades y filtraciones a las losas y encauzar hacia las bajadas las aguas pluviales.

024.A.04 CHAFLANES

Elementos construidos generalmente de concreto, pedacería de tabique y mortero, como remate entre los enladrillados y pretiles de azotea o elementos verticales que delimitan cambios de pendiente, con objeto de evitar filtraciones entre el recubrimiento y los pretiles.

024.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Rellenos, entortados, enladrillados y chaflanes	DDF 4.76. F y G
Trazos y nivelaciones	DDF 3.10.E
Impermeabilización	3.01.01.025.E
Cemento-mortero Portland	4.01.01.003.A
Agua para mortero	4.01.01.003.C
Cal hidratada	4.01.01.003.D
Agregado fino para mortero	4.01.01.003.F
Mortero para albañilería	4.01.01.003.H
Bloques, tabiques y tabicones de concreto	4.01.01.011.B
Ladrillos de arcilla recocida	4.01.01.013.G

024.E REQUISITOS DE EJECUCION

024.E.01 PREPARACION DE LA SUPERFICIE

Previamente a los trabajos a que se refiere este capítulo, tanto las instalaciones que deberán quedar alojadas en las azoteas, como las superficies en donde se ejecuten estos trabajos, deberán ser aceptadas por el Representante.

024.E.02 RELLENOS

El relleno que irá colocado sobre la losa deberá ajustarse a lo indicado en el proyecto y a lo siguiente:

a) Una vez terminada la azotea, el relleno no deberá sufrir asentamientos locales provocados por consolidación del material que lo forme, y que servirá de base para recibir el enladrillado.

b) El relleno será formado con el material ligero que señale el proyecto, pudiendo ser tezontle, escoria de fundición o arena de tepetate. El tamaño máximo del agregado será de 3 centímetros.

c) El material ligero después de colocarse sobre la losa de azotea será acomodado y apisonado, respetando las pendientes especificadas y señaladas en el proyecto y guiándose con "maestras" o con hilos, de modo que al superficie que se obtenga sea uniforme.

024.E.03 ENTORTADO

Ejecutado el apisonado de los materiales ligeros, se procederá a depositar sobre ellos un entortado de mortero cemento-cal hidratada-arena, en la proporción que indique el proyecto, con espesor máximo de 3 cm, el cual se apisonará y se alisará con llana de madera.

a) Cuando sobre el entortado se especifique un sistema de impermeabilización, éste se ejecutará tomando en cuenta lo que se indica en el capítulo 3.01.01.025, referente a impermeabilizaciones.

b) La superficie en que se aplique el entortado deberá tener los niveles y pendientes de proyecto, estar libre de sustancias orgánicas y de elementos que impidan el depósito de los materiales del entortado.

024.E.04 ENLADRILLADO

El proyecto señalará la clase, tipo y forma de colocación de las piezas del enladrillado; asimismo, indicará si la terminación de éste debe ser con juntas aparentes entre cada pieza o mediante la aplicación de una lechada en toda la superficie.

a) Cuando sobre el entortado se indique un enladrillado, éste se ejecutará previa limpieza y humectación de la superficie del entortado, recibiendo el enladrillado con una capa de mortero cemento-arena, en la proporción que indique el proyecto, con espesor máximo de 2 cm. Los remates del enladrillado se harán a 3 cm de la intersección de la superficie de muros, pretiles, bajadas y demás superficies verticales.

b) Cuando así lo indique el proyecto, se dejarán en el enladrillado entrecalles a cada 4 cm en ambos sentidos, de 2.5 x 2.0 cm, las cuales se rellenarán posteriormente con algún producto aprobado por el Representante.

c) Las juntas de los ladrillos se rellenarán con lechada de cemento Portland, con la fluidez necesaria que permita penetrar en las juntas, debiendo removerse la lechada sobrante cuando aún esté fresca, para evitar limpiezas especiales posteriormente.

d) Cuando el enladrillado se coloque sobre algún sistema de impermeabilización, se deberá tener cuidado de no perforar o dañar dicho sistema durante la colocación del enladrillado.

e) Cuando se enladrillen losas cuya pendiente permita el escurrimiento y caída libre del agua, el enladrillado se extenderá 5 cm fuera del paño de terminación de la losa, para formar un gotero.

024.E.05 CHAFLANES

Una vez concluida la colocación del enladrillado, se procederá a la construcción del chaflán, cuyas características serán las indicadas en el proyecto.

Las superficies y otros elementos de mampostería que queden en contacto con el chaflán, deberán humedecerse antes de depositar la mezcla para formarlo y cuando las superficies sean de concreto se picarán previamente.

024.E.06 SUPERFICIE TERMINADA

En la superficie terminada, el agua deberá escurrir libremente hacia las salidas prefijadas y en ningún caso se admitirá que se formen depósitos.

El remate del sistema de impermeabilización y del enladrillado en las coladeras pluviales, deberá emboquillar perfectamente a éstas, de tal forma que impida filtraciones en las bocas de las bajadas pluviales.

024.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001.F de "Introducción".

024.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.01.001.G de "Introducción".

CAPITULO 3.01.01.025

IMPERMEABILIZACIONES

025.A DESCRIPCION

Son trabajos que se realizan a base de materiales impermeabilizantes, con objeto de preservar de humedades y evitar filtraciones del agua o de otros líquidos, a las estructuras que forman parte de una edificación.

025.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Impermeabilización en desplante de muros	DDF 4.79
Impermeabilización en azoteas	DDF 4.80
Rellenos, entortados, enladrillados y chaflanes en azoteas	3.01.01.024
Mortero para albañilería	4.01.01.003.H
Cemento plástico bituminoso	4.01.01.019.A
Base asfáltica en disolvente	4.01.01.019.B
Revestimiento asfáltico en disolventes	4.01.01.019.C
Materiales asfálticos	DDF 5.21.1
Fieltro saturado con asfalto	4.01.01.019.E
Malla de fibra de vidrio	4.01.01.019.F
Membranas preformadas	4.01.01.019.G

025.E REQUISITOS DE EJECUCION

En los trabajos de impermeabilización se observará en términos generales lo siguiente:

a) En cada caso el proyecto indicará el tipo y la calidad de los materiales que se emplearán.

b) Los productos y materiales por utilizarse deberán someterse a la autorización previa del Representante, justificando que corresponden a los especificados en el proyecto y que cumplen los requisitos de calidad establecidos en el capítulo 4.01.01.019 de estas Especificaciones.

c) El proyecto señalará los lugares y la forma en que deberán ejecutarse las impermeabilizaciones.

d) La superficie por impermeabilizar estará seca y libre de polvo u otras materias extrañas, que eviten la correcta aplicación, adherencia y colocación de los materiales impermeabilizantes.

e) Previamente a la ejecución de estos trabajos, se protegerá adecuadamente el resto de la obra para evitar daños en ella. El manejo de los materiales deberá efectuarse con las precauciones necesarias señaladas por el fabricante.

025.E.01 SELLADOR O CEMENTO PLASTICO

Cuando se use sellador impermeabilizante o cemento plástico, el trabajo se ejecutará de acuerdo con lo siguiente:

a) La superficie por impermeabilizar deberá estar seca y libre de polvo u otras materias extrañas.

b) El número de capas de sellador, su espesor y la forma de aplicación, deberán ser las que el fabricante señale, previa aprobación del Representante.

025.E.02 TELA O FIELTRO

Cuando es use tela o fieltro impermeable en el trabajo se deberá ajustar a los siguientes lineamientos:

a) La superficie deberá estar seca y limpia.

b) Se deberá manejar con cuidado para evitar su deterioro.

c) Los traslapos tanto longitudinales como laterales, serán los que señale el proyecto.

d) Se deberán colocar perfectamente extendidos, de tal manera que no se formen arrugas o bolsas.

e) En cada caso, el proyecto indicará si deben ser fijados mediante el empleo de un producto asfáltico o de otro material, así como el procedimiento para su aplicación.

f) El elemento de sujeción, la forma y dimensiones deberán ser previamente aprobadas por el Representante.

025.E.03 LAMINA METALICA

Cuando se use lámina metálica, se procederá de acuerdo con lo que en cada caso fije el proyecto.

025.E.05 COMPUESTO ASFALTICO

Cuando se use un compuesto asfáltico, el trabajo se ejecutará tomando en cuenta lo siguiente:

a) Previamente se limpiará perfectamente la superficie por impermeabilizar, removiendo los materiales que se encuentran sueltos. Se efectuarán los resanes que ordene y apruebe el Representante.

b) Salvo indicación en contrario, el compuesto asfáltico no deberá aplicarse sobre superficies húmedas.

c) El proyecto indicará, en cada caso, si el compuesto asfáltico se aplicará solo o en combinación con otros materiales.

d) Cuando el compuesto asfáltico sea un producto industrial que requiera condiciones especiales para su aplicación, se deberá recabar del Representante la aprobación del sistema o procedimiento a seguir.

e) El riego de arena o grava, cuando se use, se aplicará en la forma y cantidades que determine el proyecto en cada caso.

025.E.05 COMPUESTO DE HULE O PINTURA

Cuando se use un compuesto de hule o pintura, el trabajo se ejecutará de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, las cuales previamente deberán ser aprobadas por el Representante.

025.E.06 OTROS MATERIALES

Cualquier otro impermeabilizante que se use, y que no esté considerado en el proyecto, deberá contar con la aprobación del Representante.

025.E.07 PRUEBAS DE ACEPTACION

Con el objeto de comprobar la impermeabilidad del elemento, pendientes, juntas, remates, etc., se cargará la azotea con un tirante de agua no menor de 10 cm. en la bajada, que cubra el 20 por ciento del área total impermeabilizada por el Contratista, pero siempre por edificios completos. De encontrarse alguna falla, se probará un 10 por ciento adicional, pero nunca menos de un edificio. En caso de que hubiera alguna falla en esta segunda prueba se procederá a probar el 70 por ciento restante del impermeabilizante colocado en toda la obra.

025.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001.F de "Introducción".

025.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.01.001.G de "Introducción".

CAPITULO 3.01.01.026

CARPINTERIA Y ACABADOS DE MADERA

026.A DESCRIPCION

Estos elementos se fabrican en la obra o en taller a base de madera u otros materiales que se trabajan como ella. Entre estos elementos se encuentran las puertas, lambrines, pisos, escaleras, plafones, etcétera.

026.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Puertas y lambrines de madera	DDF 4.83 F y G
Cerraduras y herrajes	DDF 4.90.E
Recubrimiento de superficies con pintura	3.01.01.028.E
Clavos cilíndricos de acero	4.01.01.005.I
Tornillos de acero	4.01.01.005.J
Pernos de acero al carbono	4.01.01.005.K
Tuercas de acero al carbono o aleado	4.01.01.005.L
Tableros de madera prensada	4.01.01.007.D
Tableros de fibra de madera	4.01.01.007.E
Madera para acabados en hojas	4.01.01.007.F
Madera para acabados en tiras	4.01.01.007.G

026.E REQUISITOS DE EJECUCION

026.E.01 ELEMENTOS Y ACABADOS DE MADERA

Se fabricarán de acuerdo con la forma y dimensiones que aparecen en el proyecto y deberán ajustarse a los siguientes requisitos:

a) La madera que se emplee deberá ser del tipo y calidad que especifique el proyecto; deberá estar perfectamente estufada, desflemada y con un contenido de humedad máximo del 10 por ciento de su peso seco. Bajo ninguna circunstancia se permitirá el uso de madera verde o que contenga resinas.

b) Toda madera que lleve recubrimiento de pintura, plástico, etc., deberá ser de primera, es decir sin uniformidad en vetas pero exenta de nudos y rajaduras.

c) Toda la madera que vaya a tener un acabado aparente o con barniz natural deberá ser selecta, es decir, con veta recta y uniforme, sin defectos de nudos, ni rajaduras.

d) En cada caso, el proyecto indicará el tipo y la calidad de los materiales adicionales que se empleen.

e) Deberán llevar los refuerzos y anclajes de la forma, materiales y dimensiones que señale el proyecto.

f) La unión de dos o más piezas de madera que formen parte de un elemento determinado, se realizará mediante alguno de los siguientes sistemas:

1. Ensambles.
2. Adhesivos.
3. Herrajes.
4. Combinaciones de los sistemas anteriores.
5. Tornillos.

g) Salvo indicación en contrario en el proyecto, la unión entre dos o más piezas se ejecutará con tornillería. En caso que sea necesario ocultar las cabezas de los tornillos, el Representante recomendará el procedimiento que deberá seguirse para tal efecto.

h) En los ensambles se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

1. Los cortes de mayor profundidad se harán en la pieza de menor longitud.
2. Tratándose de elementos sujetos a esfuerzos de cualquier índole, los cortes de mayor profundidad se ejecutarán en la pieza menos fatigada.
3. Los cortes deberán ejecutarse con precisión de ± 1 milímetro.

i) Cuando se empleen adhesivos se deberá tomar en cuenta lo señalado por el proyecto o bajo las indicaciones del fabricante, previa aprobación del Representante.

j) Cuando se empleen herrajes se atenderá a lo indicado por el proyecto, en cada caso.

026.E.02 ESCALERAS

Se construirán de acuerdo con lo que determine el proyecto y podrán fabricarse en la obra o en taller. Para su construcción se tomará en cuenta, además de las indicaciones contenidas en 026.E.01 en términos generales, lo siguiente:

a) Salvo indicación en contrario, las partes que vayan a empotrarse o queden en contacto con mamposterías o concretos hidráulicos, se protegerán contra la humedad.

b) El Contratista deberá presentar previamente la escalera en el sitio de la obra señalada para su colocación, a fin de hacerle su ajuste final.

c) Para la colocación de una escalera sobre elementos de mampostería o concreto hidráulico, deberán usarse canes y tornillos, utilizando por lo menos dos tornillos para cada can. Las dimensiones del can y de los tornillos serán las que señale el proyecto en cada caso.

d) Para la colocación de una escalera sobre elementos de madera o metal, se atenderá a lo que indique el proyecto en cada caso.

e) La escalera deberá protegerse, de acuerdo con lo que el proyecto indique u ordene el Representante en cada caso.

f) Las barandillas se ejecutarán de acuerdo con lo que determine el proyecto en cada caso y podrán ser fabricadas en la obra o en el taller.

026.E.03 ELEMENTOS DE SUJECION

Salvo indicación en contrario, la sujeción de los elementos de madera a muros, pisos o techos podrá ser por medio de taquetes a presión o de expansión y tornillos; o bien por medio de canes de madera y tornillos, para lo cual se observará lo siguiente:

a) Los taquetes de presión se emplearán cuando los elementos a sujetar no vayan a soportar cargas de consideración, como en el caso de los lambrines de muros.

b) Los taquetes de expansión se emplearán para amacizar los elementos que sí están sujetos a cargas pesadas o suspendidos de losas como son los plafones falsos, rieles de puertas corredizas, etcétera.

c) Los taquetes se colocarán según indicaciones del proyecto; las perforaciones para éstos serán del diámetro necesario para que el taquete quede ajustado.

d) Cuando así lo determine el proyecto se emplearán canes de madera empotrados en los muros donde se vayan a fijar los cajones de las puertas; éstos se colocarán conforme se avanza en la construcción del muro, tres por cada lado de la puerta, uno a 25 cm a partir del piso, otro a 25 cm debajo del cerramiento y el tercero a la mitad de la distancia entre ambos; antes de colocarlos, los canes deberán ser tratados con algún impermeabilizante para evitar que absorban humedad.

026.E.04 PUERTAS

En la fabricación y colocación de puertas, además de las indicaciones de los incisos anteriores, se observará lo siguiente:

a) Salvo indicación en contrario, todas las puertas llevarán cajones o medios cajones; éstos se ajustarán a las indicaciones del proyecto.

b) Cuando se especifique cajón completo, éste llevará chambranas y el ancho del cajón será igual a la medida del espesor del muro, incluyendo el recubrimiento, para evitar que las chambranas queden despegadas o se haga necesario efectuar rebajes para ajustarlas; así mismo, la chambrana se ajustará al zoclo si se tiene.

c) El cajón se sujetará al muro mediante tornillos con longitud igual o mayor que 2.5 veces el espesor del cajón. Cuando haya que fijarlo a canes, llevará dos tornillos por lo menos en cada can.

d) La separación entre cajones y muros en ningún caso será mayor de 5.0 milímetros.

e) Las hojas de las puertas no se colocarán hasta que los niveles hayan sido comprobados.

f) Las hojas deberán quedar alineadas con el marco de la misma, no presentando torceduras; asimismo, irán colocadas a plomo y a nivel.

g) Cuando los herrajes sean empotrados, los rebajes se harán con precisión, sin permitir holgura alguna visible entre el herraje y la pieza que lo sustenta.

h) El giro de las hojas se limitará mediante el empleo de topes, los que se ajustarán a las indicaciones del capítulo 4.90 del Libro Cuarto de las NGC-DDF.

026.E.05 PUERTAS DE TAMBOR

En la fabricación de las hojas de las puertas de tambor, además de las indicaciones de los incisos anteriodes, se observará lo siguiente:

a) El bastidor de este tipo de puertas deberá contener refuerzos de madera maciza, de 10 cm en ambos lados de la hoja, para colocar la chapa sobre ellos, debiendo ajustarse la colocación de ésta a lo indicado en el capítulo 4.90 del Libro Cuarto de las NGC-DDF.

b) Los forros de las hojas serán del material especificado en el proyecto; éstos, salvo indicación en contrario, serán de una sola pieza y del mismo espesor en ambas caras de la hoja, y fijados al bastidor mediante adhesivos aprobados por el Representante.

c) Salvo indicación en contrario, las hojas irán emboquilladas en sus cuatro cantos, con cortes a 45 grados, empleando madera de 1 cm de espesor como mínimo, del mismo tipo que la utilizada en el forro de la hoja.

d) Las mirillas de puerta se harán de las dimensiones, forma y en el lugar que indique el proyec-

to; su colocación deberá preverse desde la fabricación del bastidor de la puerta, para evitar cortes posteriores en éste.

e) Cuando el proyecto indique y/o el Representante autorice el empleo de puertas prefabricadas, se harán las pruebas necesarias para determinar la calidad de las puertas; estas pruebas podrán ser las recomendadas por el fabricante previa autorización del Representante.

026.E.06 TOLERANCIAS

Las tolerancias en la formación y colocación de las puertas y lambrines de madera son:

a) Las holguras máximas entre cajón y hojas de la puerta serán de 3.0 milímetros.

b) El arrastre de las hojas de las puertas será de 10.0 mm, permitiéndose una tolerancia de 4.0 mm sobre piso terminado.

c) El desplome máximo de lambrines será el menor de los siguientes valores:

1/600 de la altura del elemento por recubrir.

5.0 milímetros.

d) La máxima desviación admisible en sentido horizontal será la menor de:

1/600 de la longitud del elemento recubierto.

10.0 milímetros.

026.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001.F de "Introducción"

026.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.01.001.G de "Introducción".

CAPITULO 3.01.01.027

VIDRIERIA

027.B REFERENCIAS

Ver capítulo 4.86 del Libro Cuarto de las NGC-DDF.

CAPITULO 3.01.01.028

RECUBRIMIENTO DE SUPERFICIES CON PINTURA

028.A DESCRIPCION

El recubrimiento de superficies con pintura establece la aplicación de un líquido viscoso para formar una película pigmentada, sobre una superficie con fines de protección contra agentes exteriores y/o con fines decorativos.

028.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Pinturas, lacas y barnices	DDF 4.88
Estructuras de concreto reforzado	3.01.01.012.E
Estructuras de madera	3.01.01.015.E
Estructuras metálicas	DDF 4.14
Muros en edificaciones	3.01.01.016.E
Mamposterías	DDF 4.03
Señalamiento	3.01.07.012.E
Seguridad	3.01.07.013.E
Pinturas anticorrosivas	4.01.01.022.A
Pintura de acabado	4.01.01.022.B
Pintura alquidálica para señalamiento de tránsito (PST)	4.01.01.022.C
Pintura vinílica	4.01.01.022.D

028.E REQUISITOS DE EJECUCION

El proyecto fijará el tipo y clase de pintura que deberá emplearse en los recubrimientos, además del número de capas y espesor de las mismas.

Las pinturas deberán tener la consistencia necesaria para ser empleadas directamente, es decir sin dilución previa. Si a juicio del Representante es conveniente diluirla, en cada caso ordenará y aprobará el tipo de disolvente que se emplee y su dosificación.

La pintura deberá aplicarse solamente sobre superficies completamente secas, durante los periodos de clima favorable y cuando la temperatura ambiente sea cuando menos de 278 K (5°C).

Si las superficies por recubrir están en exteriores, sólo se aplicará pintura cuando el tiempo sea cálido, claro y libre de lluvias.

Para recubrir superficies metálicas, en términos generales las operaciones serán las siguientes:

a) El aceite, grasa u otro material que se encuentre en la superficie, así como la pintura defectuosa, se eliminarán utilizando el tipo de removedor o procedimiento que indique el proyecto o apruebe el Representante. Cualquier otro material extraño a la superficie, no grasoso, se eliminará por medios mecánicos, como cepillado, rasqueteado o el que se considere más apropiado, a juicio del Representante para cada caso particular. Si la superficie presenta escamas o señales de oxidación, estos defectos se eliminarán mediante una solución desoxidante o por medio de chorro de arena, según lo fije el Representante. Si se encuentran huellas de picaduras, después de la aplicación del chorro de arena, se suspenderán las operaciones hasta que el Representante ordene cómo debe corregirse la superficie afectada. Se evitará limpiar áreas mayores que aquéllas que vayan a ser recubiertas en el mismo día.

b) Sobre superficies metálicas expuestas a la intemperie, no se permitirá la aplicación de pintura cuando el metal tenga una temperatura lo suficientemente elevada para producir ampollas en la película.

c) La aplicación de la pintura anticorrosiva o la primaria se hará de acuerdo con las instrucciones del fabricante, que deberán ser aprobadas previamente por el Representante. Una vez aplicada y secada la primaria, deberá presentar una película de aspecto uniforme, libre de ondulaciones, escurriduras, gotas, discontinuidades u otros defectos y las superficies se protegerán, cuando sea posible, evitando que queden expuestas al agua, polvo u otros agentes extraños que las afecten.

d) Sólo se permitirá la aplicación de acabado, cuando el Representante haya recibido de conformidad el recubrimiento anticorrosivo o primario. Bajo ninguna circunstancia se permitirá la mano de acabado, si antes no se ha raspado, limpiado y repintado de anticorrosiva o primaria todos los elementos o porciones de los mismos en que se haya raspado, golpeado, quemado o en alguna forma dañado la pintura anticorrosiva durante el proceso de la obra.

e) Se aplicará la pintura de acabado inmediatamente después de que haya secado el anticorrosivo

o el primario. La aplicación de este recubrimiento se hará de acuerdo con las instrucciones del fabricante, que deberán ser aprobadas previamente por el Representante. El proyecto fijará el número de capas o manos del recubrimiento. Una vez aplicada y secada la superficie la película deberá presentar un aspecto uniforme, libre de ondulaciones, escurriduras, gotas, discontinuidades u otros defectos de acabado.

Para recubrir superficies de madera, en términos generales las operaciones serán las siguientes:

a) Se comprobará que la madera, cuyas superficies habrán de recubrirse, haya sido secada convenientemente por procedimientos naturales o artificiales y que, además, la superficie esté limpia y exenta de substancias que puedan perjudicar el recubrimiento o su adherencia. La superficie se presentará tan lisa como lo requiera la calidad del trabajo que se desee realizar. El Representante aprobará la forma en que se reparará o sustituirá la madera en los lugares en que no esté sana o esté astillada, rajada o presente algún otro defecto que afecte el recubrimiento. La limpieza de la superficie se hará por el procedimiento que resulte más apropiado en cada caso, como cepillado, raspado o lijado. Si existe una impregnación por substancias extrañas o indeseables, se hará una limpieza de la superficie por medio de disolventes y, si el defecto no se elimina, se cepillará o raspará nuevamente la superficie. La madera que presente huellas de alguna plaga, se desinfectará por el método que apruebe el Representante. Si la madera es de tipo resinoso se eliminará la resina superficial por medio de raspado y se aplicará un sellador, antes de proceder a recubrirla. Para llenar los huecos de los clavos o tornillos remetidos, así como pequeños defectos y grietas superficiales, se utilizará el producto que apruebe el Representante.

b) La aplicación del sellador o tapaporo se hará de acuerdo con las instrucciones del fabricante, que deberán ser previamente aprobadas por el Representante.

c) Para recubrir superficies de madera al exterior, el medio ambiente debe ser preferentemente seco. Cuando se recubra en interiores, es necesario que exista una buena ventilación en los locales. Salvo indicación en contrario, se aplicará la pintura sobre la madera por medio de brochas, rodillos o pistolas de aire. El proyecto fijará el número de capas o manos que se aplicarán en cada caso. Cuando se apliquen varias manos, deberá cuidarse que haya secado la anterior antes de aplicar la siguiente. La película en cada capa o mano deberá presentar un aspecto uniforme, libre de ondulaciones, escurriduras, gotas, discontinuidades u otros defectos de acabado.

Para recubrir superficies de mampostería, de concreto hidráulico o de aplanados, en términos generales las operaciones serán las siguientes:

a) Se comprobará que las superficies por recubrir estén firmes, sanas, secas, limpias y exentas de substancias que puedan perjudicar la pintura y/o su adherencia. Deberán presentarse tan lisas como lo exija la calidad del recubrimiento de pintura que deba aplicarse. Se removerán todas las partes flojas o que no tengan la dureza requerida, hasta donde el material ofrezca suficiente firmeza. Se taparán las grietas, cuarteaduras y otros defectos, con el material que corresponda de acuerdo con la textura de la superficie. Las zonas resanadas deben quedar bien integradas con las zonas adyacentes y con textura igual a ellas.

b) En superficies porosas, previamente a la aplicación de la pintura, deberán usarse bases, imprimadores, selladores o tapaporos adecuados a satisfacción del Representante.

c) Los trabajos de imprimación y/o sellado, emplastecido y fondo sobre las superficies, se efectuarán antes de aplicar la pintura final o de acabado, según el caso y de acuerdo con lo ordenado por el Representante.

d) No se iniciará el recubrimiento final sobre superficies que muestren huellas de eflorescencia, humedad, manchas de grasa y otros defectos similares. El Representante ordenará la forma de eliminar estos defectos y de reacondicionar la superficie.

e) La pintura final o de acabado se aplicará cuando la superficie esté convenientemente preparada, de acuerdo con lo ordenado por el Representante; la aplicación de la pintura se hará de acuerdo con las instrucciones del fabricante, que deberán ser aprobadas previamente por el Representante. El proyecto fijará el número de capas o manos de pintura. Cuando se apliquen varias manos, deberá cuidarse que haya secado la anterior antes de aplicar la siguiente. Una vez aplicada la pintura, la película deberá presentar un aspecto uniforme, libre de ondulaciones, escurriduras, gotas, discontinuidades u otros defectos de acabado.

Para recubrir con pintura las superficies destinadas al señalamiento sobre pavimentos asfálticos, en términos generales las operaciones serán las siguientes:

a) Previamente a la aplicación de la pintura se limpiarán las superficies correspondientes y, en caso de existir manchas o acumulaciones de asfalto, de grasa o de algún otro material extraño, se eliminarán de acuerdo con el sistema que en cada caso ordene o apruebe el Representante.

b) Se trazarán sobre el pavimento las marcas del señalamiento, con la claridad y frecuencia requerida, para que pueda guiarse el equipo utilizado en la aplicación de la pintura.

El equipo que se utilice para la aplicación del recubrimiento y para las operaciones de preparación, deberá ser previamente aprobado por el Representante.

028.E.01 PRUEBAS DE ACEPTACION

a) El Representante podrá ordenar y exigir las pruebas necesarias en la obra, en la bodega del Contratista o directamente en el lugar de fabricación, en el entendimiento de que, si las pinturas o recubrimientos no cumplen con las especificaciones respectivas, serán rechazadas y el Contratista se obligará por su cuenta a dar las pasadas o recubrimientos adicionales necesarios o a criterio del Representante, remover la pintura aplicada.

b) Pruebas de verificación de calidad. Los productos que se empleen para llevar a cabo los recubrimientos de pintura en los elementos y estructuras que formen parte de las obras del Metro, deberán cumplir en lo que corresponda, con los requisitos establecidos en el capítulo 4.01.01.022 "Pinturas" de estas Especificaciones.

028.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001.F de "Introducción".

028.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.01.001.G de "Introducción".

CAPITULO 3.01.01.029

CERRAJERIA

029.B REFERENCIAS

Véase capítulo 4.90 del Libro Cuarto de las NGC- DDF.

CAPITULO 3.01.01.030

COLOCACIONES Y AMACIZADOS EN MUROS Y PISOS

030.B REFERENCIAS

Los trabajos que se realicen para mejorar el funcionamiento, colocación y amacizado de cualquier tipo de mueble o accesorio cumplirán con lo fijado en el proyecto y lo ordenado por el Representante, además de lo considerado en el capítulo 4.93 del Libro Cuarto de las NGC-DDF.

CAPITULO 3.01.01.031

SEÑALAMIENTO EN EDIFICIOS

031.A DESCRIPCION

Las señales son tableros fijados en estructuras, con símbolos, leyendas o ambos, que tienen por objeto prevenir a los usuarios sobre la existencia de peligros, su naturaleza, la existencia de determinadas restricciones o prohibiciones y proporcionarles la información necesaria para facilitar su circulación dentro del edificio.

031.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Perfiles tubulares de lámina	4.01.01.020.A
Perfiles de aluminio	4.01.01.020.B
Maderas	4.01.01.012.J
Herrería	3.01.01.020.E

031.E REQUISITOS DE EJECUCION

La forma, tamaño, color, ubicación longitudinal, distancia lateral, ángulo de colocación y altura de las señales preventivas, restrictivas e informativas, deberán estar de acuerdo con el proyecto y someterse a la aprobación del Representante en función de la observación de su aspecto y certificación.

031.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001.F de "Introducción".

031.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.01.001.G de "Introducción".

CAPITULO 3.01.01.032

JARDINERIA

032.A DESCRIPCION

La jardinería es un conjunto de operaciones que se realizan con fines de ornato en interiores o exteriores de una edificación, empleando para ello las especies vegetales que señale el proyecto o el Representante.

032.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Plantación de especies vegetales	DDF 3.33
Adaptación de las áreas de trabajo	3.01.01.002.E
Trazos y nivelaciones	DDF 3.10.E
Excavaciones para estructuras	3.01.01.005.E
Rellenos en estructuras	3.01.01.011.E
Materiales y productos de jardinería	4.01.01.023

032.C MATERIALES

Los materiales que se empleen para los trabajos de jardinería podrán ser, a título enunciativo pero no limitativo, los siguientes o una combinación de los mismos y serán de las características y calidad que el proyecto indique en cada caso:

a) Tierra de labor.

b) Tierras vegetales.

c) Insecticidas y fungicidas.

d) Especies vegetales y semillas.

e) Agua.

f) Limo.

g) Fertilizantes.

h) Tierras de colores.

i) Piedra de río.

j) Troncos de árboles.

k) Materiales de cobertura (paja, celulosa, hojas y similares).

l) Acondicionador de suelos.

032.E REQUISITOS DE EJECUCION

La jardinería deberá cumplir con los requisitos de ejecución señalados por el proyecto.

En jardinería se observará, en términos generales lo siguiente:

a) El proyecto y en su caso el Representante determinarán los materiales que deberán emplearse.

b) El Contratista iniciará su ejecución hasta que reciba la autorización correspondiente.

c) El Contratista se obligará a comprobar que las instalaciones necesarias para los jardines, hayan sido convenientemente provistas y protegidas, antes de que sean cubiertas por la tierra.

d) Salvo indicación en contrario, las instalaciones de riego y los ductos se cubrirán con tierra, apisonándola y emparejándola, hasta obtener los niveles deseados.

En la preparación de la tierra y en su desinfección se observará, en términos generales, lo siguiente:

a) El terreno donde se desplantará la jardinería deberá limpiarse de desperdicios de materiales de construcción, troncos y substancias dañinas hasta una profundidad de 15 centímetros.

b) Salvo indicación en contrario, se agregarán los acondicionadores que sean necesarios para obtener una tierra que cumpla con los requisitos de pH, textura, estructura, conductividad eléctrica, etc., exigidos por las especies vegetales que se vayan a plantar.

c) De ser necesario se harán aplicaciones de fungicidas y/o insecticidas, en las cantidades recomendadas por el fabricante del producto.

032.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001.F de "Introducción".

032.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.01.001.G de "Introducción".

CAPITULO 3.01.01.033

LIMPIEZA

033.A DESCRIPCION

La limpieza es el conjunto de operaciones que se realizan en el interior o exterior de cualquier estructura del Metro para desalojar los materiales sobrantes de su construcción, demolición, desmantelamiento o desconexión y los escombros resultantes de las mismas, así como la limpieza general durante su proceso y a su determinación para la entrega de la obra.

033.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Adaptación de las áreas de trabajo	3.01.01.002
Demoliciones y desmantelamiento	DDF 4.01
Señalamiento	3.01.07.012
Limpieza	DDF 3.41

033.E REQUISITOS DE EJECUCION

El proyecto o el Representante indicará, en cada caso el tipo de limpieza y la clase de materiales, equipo y herramienta que se utilizarán.

El Representante indicará en cada caso los sitios a los cuales deban transportarse, para su depósito, los materiales resultantes de la limpieza.

Cuando en la limpieza se incluya la remoción de escombros y de materiales sobrantes se deberá observar, en términos generales lo siguiente:

a) Se deberá procurar al remover los escombros y materiales sobrantes, no dañar ni manchar las zonas de las obras o elementos de éstas que sean circunvecinos.

b) La carga de los vehículos de transporte se deberá efectuar lo más próximo a la zona donde se encuentren almacenados provisionalmente los escombros y materiales sobrantes, teniendo cuidado de no dañar la obra ya terminada.

c) Cuando los escombros y materiales sobrantes se encuentren depositados provisionalmente sobre un piso ya terminado, se deberá tener especial cuidado al retirarlos, para no dañarlo. Inmediatamente después de retirarlos, el piso deberá ser cuidadosamente barrido. Cuando el Representante lo ordene, se lavará con agua y cepillo.

d) Cuando los materiales sobrantes sean aprovechables deberán ser clasificados de acuerdo a cada tipo y características. El Representante indicará el lugar en que deberán ser depositados.

Cuando las limpiezas se realicen mediante el empleo de agua, detergentes y ácidos, deberá observarse, en términos generales lo siguiente:

a) Se deberán efectuar, previamente a su aplicación, las pruebas necesarias para asegurarse de que las superficies o zonas por limpiar resisten satisfactoriamente a la solución química de tales detergentes o ácidos.

b) Al aplicar los detergentes o ácidos se tendrá especial cuidado para no dañar las zonas adyacentes al área por limpiar.

c) Deberá terminarse la operación de limpieza con un lavado con agua limpia, para remover cualquier residuo de sustancias ácidas o cáusticas que hubieran quedado adheridas a las superficies.

d) Cuando se realice la limpieza de muros y losas de concreto a chorro de agua a presión se deberán colocar los señalamientos necesarios de protección.

El proyecto indicará o el Representante señalará cuándo debe utilizarse obra falsa o andamiaje para realizar las operaciones de limpieza.

La limpieza podrá ejecutarse en el orden siguiente:

a) En los interiores. La limpieza deberá iniciarse por el piso más alto y descendiendo piso por piso. En cada uno de ellos deberá ejecutarse comenzando por los plafones, a continuación con los recubrimientos y otros elementos verticales y terminando con los pisos.

b) En las fachadas la limpieza deberá efectuarse desde la superficie más alta, utilizando para ese fin el andamiaje adecuado.

c) En las zonas exteriores adyacentes. Se ejecutará de acuerdo con lo considerado en este capítulo.

Cuando sea necesario y lo apruebe el Representante se deberán instalar tolvas y ductos para bajar los materiales de desperdicio y escombros, hasta el nivel donde se puedan cargar a los vehículos de transporte.

Si con motivo de la limpieza, alguna otra zona o elemento de la obra resultara dañada o manchada, el Contratista limpiará y/o reparará por su cuenta lo sucio o dañado de manera que quede como se

encontraba en un principio, antes de ocasionarse el perjuicio.

033.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001.F de "Introducción".

033.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.01.001.G de "Introducción".

CAPITULO 3.01.02.001

INTRODUCCION

001.A ALCANCE

En esta sección se establecen las especificaciones para construcción de las líneas superficiales del Metro de la Ciudad de México, que se erigirán de acuerdo con lo indicado en el proyecto.

Las estaciones y los tramos de estas líneas tienen la característica de alojarse a nivel superficial; la secuencia constructiva se describe a continuación:

a) Excavaciones para las estructuras de apoyo a las vías, accesos y vestíbulos subterráneos en algunos casos.

b) Construcción de las estructuras de concreto reforzado para apoyo de vías, formadas por la losa de fondo y dos muretes laterales de contención, desplantada sobre terreno previamente mejorado, y/o sobre una plantilla de concreto hidráulico.

c) Transiciones de los tramos.

d) Protecciones de los tramos.

e) Construcción de estaciones. Las estaciones superficiales se construyen en sus dos opciones de solución que son:

   1. Estaciones subterráneas con vestíbulos.

   2. Estaciones con pasarelas elevadas de acceso.

   Por lo que respecta a los andenes, su construcción podrá presentar dos tipos de solución que son:

   1. Al eje de la línea.

   2. A uno y otro lado de las vías.

f) Acabados y señalamiento en las estaciones. Para precisar el significado de algunos de los términos empleados en esta sección, se han formulado las definiciones de términos contenidas en el Libro 1 "Generalidades y terminología".

001.B REFERENCIAS

Véase 3.01.01.001.B "Referencias" de este Libro.

001.C MATERIALES

Véase 3.01.01.001.C "Materiales" de este Libro.

001.D EQUIPO

Véase 3.01.01.001.D "Equipo" de este Libro.

001.E REQUISITOS DE EJECUCION

Véase 3.01.01.001.E "Requisitos de ejecución" de este Libro.

001.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001.F "Sistema de Medición" de este Libro.

001.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.01.001.G "Conceptos de obra y base de pago" de este Libro.

CAPITULO 3.01.02.002

ADAPTACION DE LAS AREAS DE TRABAJO

002.B REFERENCIAS

Véase 3.01.01.002 de este Libro.

CAPITULO 3.01.02.003

TOPOGRAFIA PARA LOCALIZACION

003.B REFERENCIAS

Véase 3.10 del Libro Tercero de las NGC-DDF.

CAPITULO 3.01.02.004

EXCAVACIONES

004.B REFERENCIAS

Véase 3.01.01.005 de este Libro.

CAPITULO 3.01.02.005

CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS PARA APOYO DE VIAS

005.A DESCRIPCION

En este capítulo se describe el conjunto de operaciones y trabajos necesario para la formación de la estructura que servirá para el apoyo de las vías del Metro durante la construcción de las líneas superficiales.

La estructura para apoyo de vías está formada por elementos de concreto reforzado, tales como una losa, dos muretes laterales de contención y dos muretes interiores, todos ellos desplantados sobre terreno previamente mejorado y con la profundidad indicada en el proyecto (fig 005-1).

005.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Trazos y nivelaciones	DDF 3.10
Plantillas	3.01.01.008
Rellenos en estructuras	3.01.01.011
Terracerías	3.01.07.004
Estructuras de concreto reforzado	3.01.01.012
Radiografías de soldaduras	DDF 4.15
Instalaciones hidráulicas y sanitarias	3.02.13
Señalamientos	3.01.07.012
Seguridad	3.01.07.013
Concreto hidráulico	4.01.01.002.G
Varillas de acero, corrugadas y lisas para refuerzo de concreto	4.01.01.005.A
Madera para cimbras	4.01.01.008.A
Materiales para terracerías	4.01.01.015.A
Bandas de cloruro de polivinilo (PVC)	4.01.01.016.A
Rellenos para juntas de expansión	4.01.01.016.D

005.E REQUISITOS DE EJECUCION

Las estructuras para apoyos de vías de las líneas superficiales se construirán con las secciones, dimensiones, disposición del acero de refuerzo, juntas constructivas, niveles, elevaciones, etapas y procedimientos de construcción y demás características fijadas en el proyecto. En términos generales, se observará que se cumplan los siguientes requerimientos en cada etapa de la secuencia de construcción.

005.E.01 TRATAMIENTO DE LA SUPERFICIE DE DESPLANTE

Los procedimientos de ejecución, forma, etapas, calidad de materiales, lugares, niveles y elevaciones de las estructuras de terracerías deberán cumplir con los lineamientos establecidos en 3.01.07.004 "Terracerías".

005.E.02 PLANTILLAS DE CONCRETO

La superficie de desplante para las estructuras de apoyos de vías deberá llevar una plantilla cuyas características deberán sujetarse a los lineamientos establecidos en 3.01.01.008 "Plantillas".

005.E.03 CONSTRUCCION DE LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

La forma y dimensiones de las estructuras o de sus partes, así como la colocación de la cimbra y del acero de refuerzo, las características del concreto tales como colocación, colado, compactación, vibrado, acabado y curado deberán cumplir con los lineamientos del capítulo 3.01.01.012 "Estructuras de concreto reforzado", para satisfacer los siguientes requisitos:

a) La elaboración y muestreo del concreto deberá cumplir con las especificaciones de calidad del concreto hidráulico establecido en la cláusula 4.01.01.002.G, de estas Especificaciones, además de los siguientes requisitos:

   1. El tipo de cemento para el concreto, el tamaño máximo del agregado, los aditivos y el revenimiento de la mezcla serán los indicados en el proyecto.

   2. El concreto será premezclado, con grado de calidad "A".

   3. El muestreo del concreto en el colado de las estructuras podrá ser ajustado en la práctica por el Representante, si a su juicio lo considera conveniente.

b) Las juntas de construcción se harán en los lugares y forma fijados, observándose lo siguiente:

1. En las juntas de construcción, una vez que el concreto del primer colado haya adquirido la resistencia señalada, deberá limpiarse, picarse y cepillarse la superficie de contacto antes de colar el siguiente tramo.

2. Cuando así se indique, las juntas de construcción se harán colocando una banda de impermeabilidad de PVC en la unión de los concretos para evitar posibles filtraciones. Esta banda podrá colocarse indistintamente en elementos horizontales y verticales o en ambos.

3. Cuando por condiciones particulares se suspenda el vaciado de la revoltura fuera de alguna junta, el proyecto indicará o el Representante aprobará el procedimiento a seguir y si así lo ordena será necesario demoler el concreto colado hasta donde éste lo señale y será repuesto por cuenta del Contratista.

c) Durante el colado deberán preverse las pendientes de la losa de piso para controlar el drenaje transversal y longitudinal de la sección de las estructuras para apoyo de vías, para conducir las aguas pluviales y de filtración a los cárcamos desde donde se extraerá el agua, en la forma y procedimiento indicados en el proyecto, y tomando en consideración lo establecido en la sección 3.02.13 "Instalaciones hidráulicas y sanitarias".

d) Deberán dejarse las preparaciones necesarias en los muros y muretes de concreto reforzado para la fijación y/o anclajes de los elementos que forman parte de las instalaciones electromecánicas y para la protección o cercado de los tramos superficiales.

005.E.04 ESTRUCTURAS EN TRANSICION

Las estructuras para apoyo de vías, cuando exista transición de superficial o otro tipo de línea serán de las características señaladas en el proyecto y su unión se construirá con las etapas, procedimientos, secciones, niveles, elevaciones y demás operaciones señalados en el mismo.

005.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.02.001 "Introducción".

005.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.02.001 "Introducción".

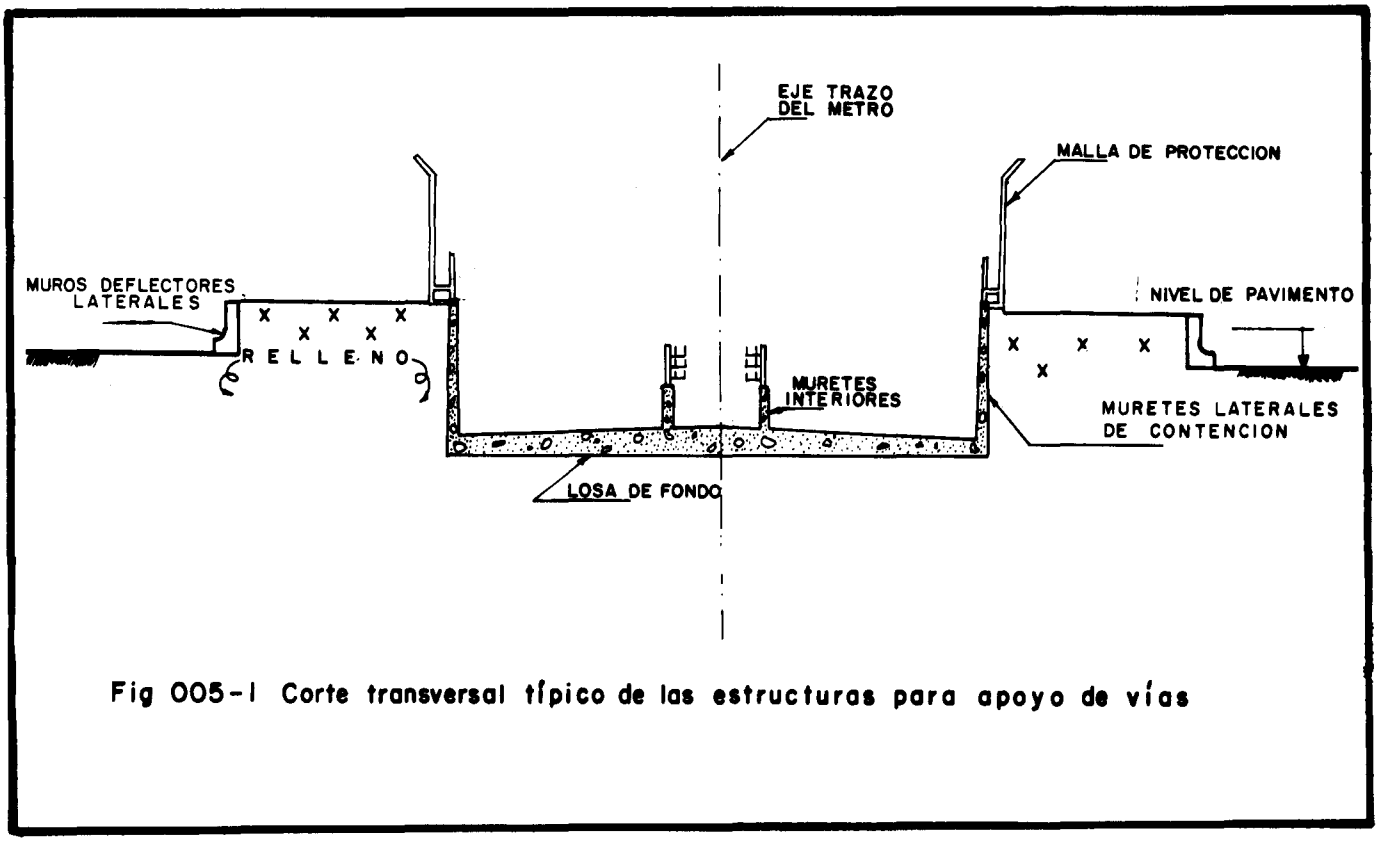


Fig 005-1 Corte transversal típico de las estructuras para apoyo de vías

CAPITULO 3.01.02.006

RELLENOS

006.B REFERENCIAS

Véase 3.01.01.011 "Rellenos en estructuras" y 3.01.07.004 "Terracerías" de este Libro.

CAPITULO 3.01.02.007

REPAVIMENTACIONES

007.B REFERENCIAS

Véase 3.01.07.005 "Pavimentos" de este Libro.

CAPITULO 3.01.02.008

COLOCACION DE REJAS Y MALLAS DE PROTECCION

008.B REFERENCIAS

Véase 3.01.01.017 "Cercas de malla de alambre" de este Libro.

CAPITULO 3.01.02.009

CONSTRUCCION DE ESTACIONES

009.A DESCRIPCION

Se describirá el conjunto de operaciones y trabajos necesarios que se ejecutan para la construcción de las estaciones de las líneas superficiales del Metro.

009.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Adaptación de las áreas de trabajo	3.01.01.002
Trazos y nivelaciones	DDF 3.10
Demoliciones y desmantelamientos	DDF 4.01
Excavaciones para estructuras	3.01.01.005
Plantillas	3.01.01.008
Mamposterías	DDF 4.03
Estructuras de concreto reforzado	3.01.01.012
Estructuras de concreto presforzado	3.01.01.013
Estructuras metálicas	DDF 4.14
Muros en edificaciones	3.01.01.016
Instalaciones hidráulicas y sanitarias	3.02.13
Instalaciones eléctricas en general	DDF 4.31 y 4.41.E
Colocaciones y amacizados en muros y pisos	DDF 4.93
Techos y cubiertas	3.01.01.023.E
Impermeabilizaciones	3.01.01.025.E
Acabados en estaciones	3.01.02.011.E
Señalamiento en estaciones	3.01.02.012.E
Construcción de la estructura del cajón	3.01.03.008
Concreto hidráulico y componentes	4.01.01.002
Varillas de acero, corrugadas y lisas para refuerzo de concreto	4.01.01.005.A
Láminas de acero al carbono galvanizadas	4.01.01.005.E
Tornillos de acero	4.01.01.005.J
Pernos de acero al carbono	4.01.01.005.K
Acero inoxidable austenítico	4.01.01.005.M
Varillas y electrodos para soldadura	4.01.01.005.N
Materiales para juntas constructivas	4.01.01.016
Tubos de PVC y conexiones	4.01.01.017.G
Tubos de fierro colado gris para cañerías y sus conexiones	4.01.01.017.J
Seguridad	3.01.07.013.E

009.E REQUISITOS DE EJECUCION

La construcción de estaciones de las líneas superficiales se efectuará con las secciones, dimensiones, colocación de acero de refuerzo, cimbra, juntas constructivas, niveles, elevaciones, procedimientos y demás etapas de construcción fijados en el proyecto. En términos generales, en la construcción de dichas estaciones se deberá cumplir con los conceptos mencionados en las referencias de este capítulo.

009.E.01 TAQUILLAS

Para la construcción de taquillas, salvo que el proyecto indique lo contrario, se podrán adoptar dos tipos de solución que son: de tipo caseta y de tipo empotrada, debiéndose ajustar a los siguientes lineamientos:

a) Taquilla de caseta. Las taquillas de caseta se formarán con los siguientes elementos y sus dimensiones y tolerancias deberán cumplir con lo indicado en el proyecto:

1. Piso. Estará formado por un perfil rectangular de aluminio extruido con pared anodizada, colocado perimetralmente en la base de la ca-

seta constituyendo el zoclo; cada esquina estará provista de un nivelador dentro de la cavidad del rectángulo mencionado. En su cara interior se anclarán canales del mismo material, para formar el contorno de un bastidor, que tendrá además dos canales a lo largo y cuatro a lo ancho, sobre los que descansarán los paneles del piso registrable, construidos de la siguiente forma: la parte superior con loseta vinílica adherida a presión sobre capas de asbesto, y la inferior con lámina porcelanizada para evitar cualquier corrosión. Un ángulo de aluminio de lados iguales colocado perimetralmente, formará el marco de cada panel.

2. Paredes. De las esquinas del zoclo partirán cuatro postes de aluminio anodizado los cuales tendrán la altura total de la caseta. Uno de los costados angostos se compone de tres partes verticales, una de ellas al centro y dos laterales; la del centro es una puerta metálica estructurada en prensa, con tensores de acero que le impiden descuadrarse y estará integrada por tres secciones en sentido horizontal. La sección inferior tendrá una lámina de acero perforada, tratada con anticorrosivo y con su acabado; la intermedia un panel de plástico laminado a presión sobre asbesto pulido; la superior con cristal claro templado, jaladera de concha y cerradura. Las dos partes laterales llevarán en la sección inferior un panel de lámina de doble vista, prensada en asbesto pulido; en la intermedia un panel igual que el de la puerta y en la superior con cristal claro. El costado opuesto será de una sección en sentido vertical y tres horizontales. Las secciones inferior e intermedia serán iguales que las laterales del otro costado y la sección superior tendrá cristal templado alojando una mirilla circular ("higiafon"). Los costados de mayor dimensión tendrán una sección inferior que alojará un panel de doble vista laminado a presión sobre asbesto pulido por una cara y enmarcado por una moldura de aluminio extruido anodizado, del cual una parte está sobre el zoclo del piso, y la otra está unida a los postes que salen de las esquinas del zoclo y bajo el manguete horizontal que la circunda a la altura del lecho bajo de las cubiertas de acero inoxidable que por la parte exterior cubren el frente de las taquillas de venta de boletos y por el interior son del largo de los costados antes descritos. Constarán asimismo de una sección intermedia que descansa sobre las cubiertas mencionadas y que contiene un claro con cristal sobre una depresión formada en la cubierta para efectuar el intercambio de boletos y moneda. La sección superior consta de dos cristales templados unidos a hueso cuya altura llega al manguete que sirve de marco al plafón del techo. Uno de estos cristales tiene una mirilla circular ("higiafon").

3. Techo. Sobre el manguete que tiene la parte superior de los costados de la caseta y que complementa el marco de los cristales que forman parte de ellos, se sostendrá el bastidor reticular del plafón que alojará nueve rejillas de acrílico desmontables. En sentido ascendente, por los cuatro costados tendrá una franja de una vista del color distintivo de la línea del Metro de que se trate, laminada en asbesto con respaldo de lámina de aluminio y enmarcada en perfiles de aluminio anodizado. Por último, sobre el marco de la franja mencionada descansa el techo formado por paneles de doble vista laminado sobre asbesto pulido.

b) Taquilla de empotrar. Consistirá en un cancel de aluminio anodizado y cristal, para colocarse en un local que se construirá en el interior de uno de los muros de la estación y estará compuesto de los siguientes elementos:

1. Perfiles de aluminio extruido.

2. Puerta metálica estructurada en prensa, con tensores de acero que le impedirán descuadrarse, construida con perfiles de aluminio extruido, cavidades para recibir molduras del mismo material que sujetarán el cristal y panel que la forman con empaques de vinilo y compuesta además del zoclo por tres partes en sentido horizontal; la parte inferior tendrá una lámina de acero con perforaciones para ventilación, tratada con anticorrosivo y su acabado. La intermedia alojará un panel de doble vista del color distintivo de la línea, laminado a presión sobre asbesto pulido, y la parte superior con cristal templado, jaladera de concha y cerradura. Integrada al marco de la puerta descrita, continuará la parte fija de este cancel formada por tres secciones en sentido horizontal, enmarcadas en perfiles de aluminio de igual característica que los de la puerta. La sección inferior, sobre el zoclo, tendrá un panel de doble vista laminado a presión sobre asbesto pulido. La intermedia descansará sobre una cubierta de lámina de acero inoxidable con dos depresiones para intercambio de moneda y boletos, y constará de cinco partes, tres de ellas cubiertas con paneles de doble vista del color distintivo de la línea, laminados en asbesto pulido y las dos restantes con cristal templado que forman las taquillas propiamente dichas y quedarán sobre las depresiones de la cubierta. La sección superior alojará dos cristales templados unidos a hueso en sentido vertical y estará provisto de dos mirillas criculares (higiafones). El perfil horizontal que complementa el marco superior, así como los verticales de los extremos quedarán dentro de una caja de expansión de aluminio que absorberá hasta 3 cm de holgura en el claro de la obra civil preparada para alojar el cancel. Todos los perfiles de aluminio que se usarán serán anodizados y pulidos. Sobre el cancel se colocará un plafón reticular armado con ángulo y "T" de aluminio anodizado en color natural con piezas desmontables. Sobre el piso interior del local se colocará loseta vinílica asbestada con zoclo vinílico.

009.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.02.001 "Introducción".

009.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.02.001 "Introducción".

CAPITULO 3.01.02.010

IMPERMEABILIZACION DE ESTRUCTURAS

010.A DESCRIPCION

Se describe la aplicación y colocación de materiales y productos impermeabilizantes, con objeto de evitar filtraciones de agua hacia el interior de estructuras construidas como parte de las líneas superficiales del Metro de la Ciudad de México.

010.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Impermeabilizaciones	3.01.01.025
Impermeabilización de estructuras	3.01.03.013
Cemento plástico bituminoso	4.01.01.019.A
Materiales asfálticos	4.01.01.019.D
Fieltro saturado con asfalto	4.01.01.019.E
Malla de fibra de vidrio	4.01.01.019.F
Membranas preformadas	4.01.01.019.G
Seguridad	3.01.07.013.E

010.E REQUISITOS DE EJECUCION

El proyecto indicará los productos y materiales que deberán aplicarse en la impermeabilización de estructuras; en su ejecución se observarán en términos generales, los lineamientos establecidos en el capítulo 3.01.01.025 "Impermeabilizaciones", de estas Especificaciones.

010.E.01 PREPARACION DE SUPERFICIES

Cualquier superficie por impermeabilizar deberá estar enteramente seca, libre de polvo y de otras materias extrañas que eviten la correcta aplicación, adherencia y colocación de los materiales o productos impermeabilizantes.

010.E.02 PRUEBAS EN LOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACION

a) Se colocarán pretiles de concreto armado integrales a la losa de tapa del vestíbulo en su cara superior, en la zona de vías, transversales a éstas, a 5 m del límite del vestíbulo y a ambos lados de éste, de 5 cm de altura, con el objeto de que en éstos rematen el sistema de impermeabilización y formen una charola en la cual antes de colocar el firme protector de concreto de 5 cm de espesor se aumentará para efectos de prueba, un tirante de 5 cm de agua coloreada con anilina roja que se dejará reposar 24 h con el objeto de observar el comportamiento del sistema de impermeabilización, cerciorándose de su efectividad o de posibles filtraciones. En caso de que existan filtraciones deberá encontrarse la causa que las origina y reimpermeabilizar a satisfacción del Representante; a continuación se procederá a colocar el firme de concreto de protección según lo especificado en el proyecto. (fig 010-1).

010.E.03 JARDINERA EXTERIOR

Salvo que el proyecto indique lo contrario, la impermeabilización y sellado de juntas en jardinera exterior, se efectuará de acuerdo con lo mostrado en la fig 010-2, debiéndose además observar lo siguiente:

a) Limpieza y protección

1. En los lugares que señale el proyecto, en la jardinera adosada al muro de fachada con fondo de losa de concreto y pared exterior con muretes de concreto precolados, se efectuará la impermeabilización y el sellado de las juntas entre muretes por el interior de la jardinera empleando los materiales y productos indicados en el proyecto.

2. Se protegerán con pintura anticorrosiva los elementos metálicos (placa y ángulo) que hayan quedado expuestos, colocando el chaflán que los recubra integrado a las pendientes hacia los desagües empleando mortero de cemento-arena en proporción 1:3 con aditivo impermeabilizante.

b) Colocación

1. Aplicación del sellador. Después de eliminar el polvo o materiales adheridos mediante cepillo de alambre, trapo húmedo o el solvente indicado, se procederá a la colocación del sellador por medio de inyector de calafateo, usando la boquilla adecuada para lograr una penetración correcta hasta el respaldo de poliestireno expandido (removible) que se colocará desde el exterior para formar el cajillo de 2 cm de profundidad por el ancho de la junta correspondiente, desde el chaflán hasta el borde de la jardinera; posteriormente se repasará con brocha o esponja ligeramente humedecida en agua, dejando una superficie remetida a todo lo largo de la junta.

2. Impermeabilización. El interior de la jardinera con paredes y fondo limpios y libres de oxidación, recibirán una imprimación que servirá como adherente, una vez seca se aplicará el impermeabilizante de acuerdo con las indicaciones del fabricante, previa aprobación del Representante.

010.E.05 REQUISITOS ADICIONALES

a) Póliza de garantía. El Representante exigirá al Contratista una garantía por 10 años, que cubra las fallas del sistema de impermeabilización, que no sean modificadas por problemas de comportamiento estructural. El fabricante del producto impermeabilizante deberá endosar dicha garantía. La expedición de la garantía implica que el Contratista acepta que el sistema de impermeabilización (materiales, procedimientos, especificaciones, etc.), es el adecuado para cumplirla, con base en su experiencia y capacidad técnica.

b) El Contratista deberá utilizar los servicios del personal especializado, elegible por parte del fabricante de los productos de impermeabilización especificados para la obra. Deberá presentar evidencia por escrito de esta condicionante.

c) Asesoría técnica. El Representante exigirá al Contratista la asesoría técnica del fabricante de los productos de impermeabilización, durante la ejecución de los trabajos, quien fungirá como supervisión interna del propio Contratista.

d) Certificación de calidad. Previo al inicio de la impermeabilización el Contratista presentará al Representante la certificación de los resultados de ensayes de los materiales producidos, cubriendo todas las pruebas solicitadas en las especificaciones. Quedará a juicio del Representante, la necesidad de realizar ensayes adicionales de verificación.

e) Sellado de filtraciones. El Contratista asumirá la responsabilidad de hacer los trabajos necesarios, para eliminar las filtraciones que se presenten, sin cargo alguno para el Representante, según el alcance expreso de la póliza de garantía.

010.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.02.001 de "Introducción".

010.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.02.001 de "Introducción".

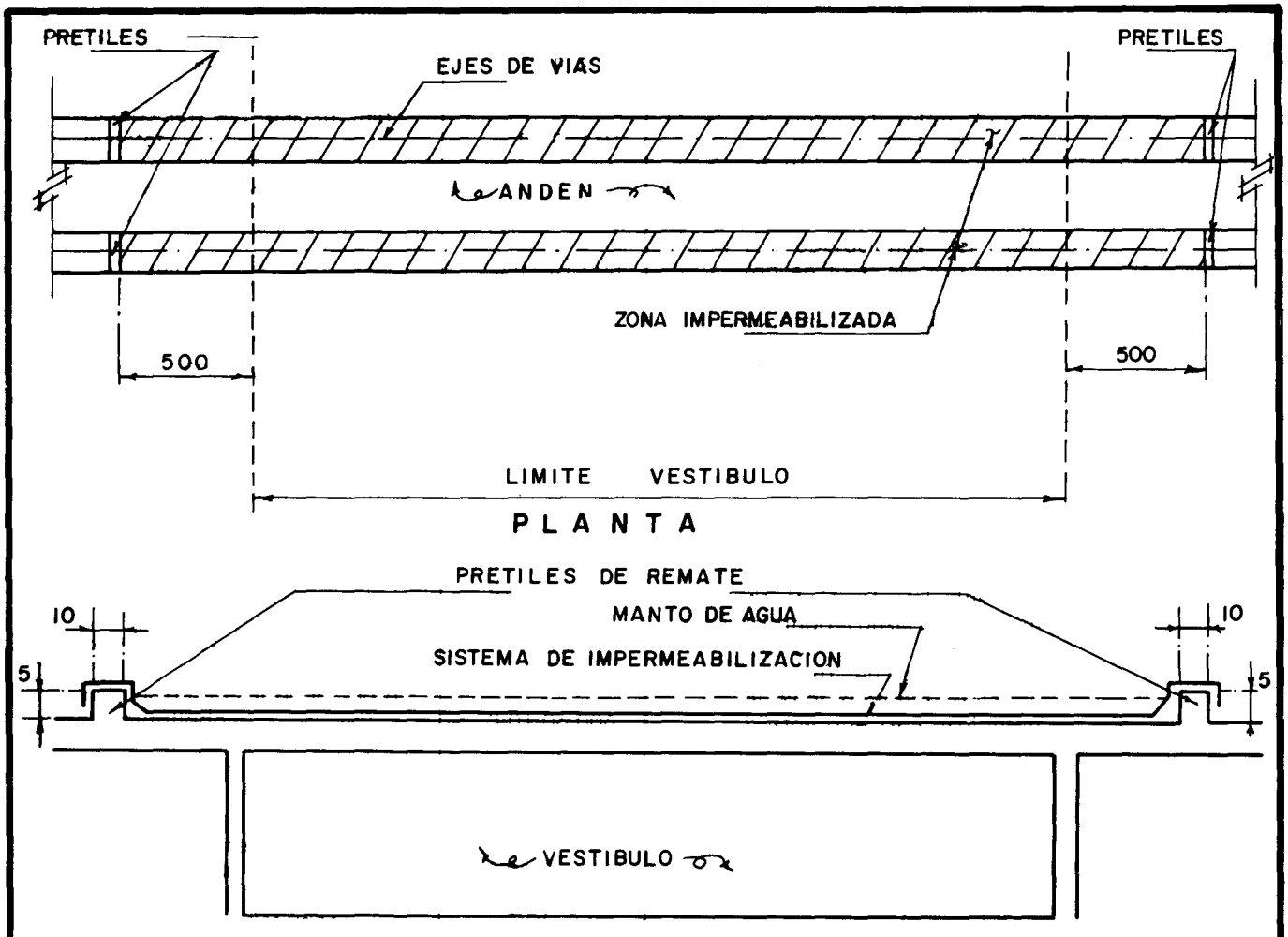
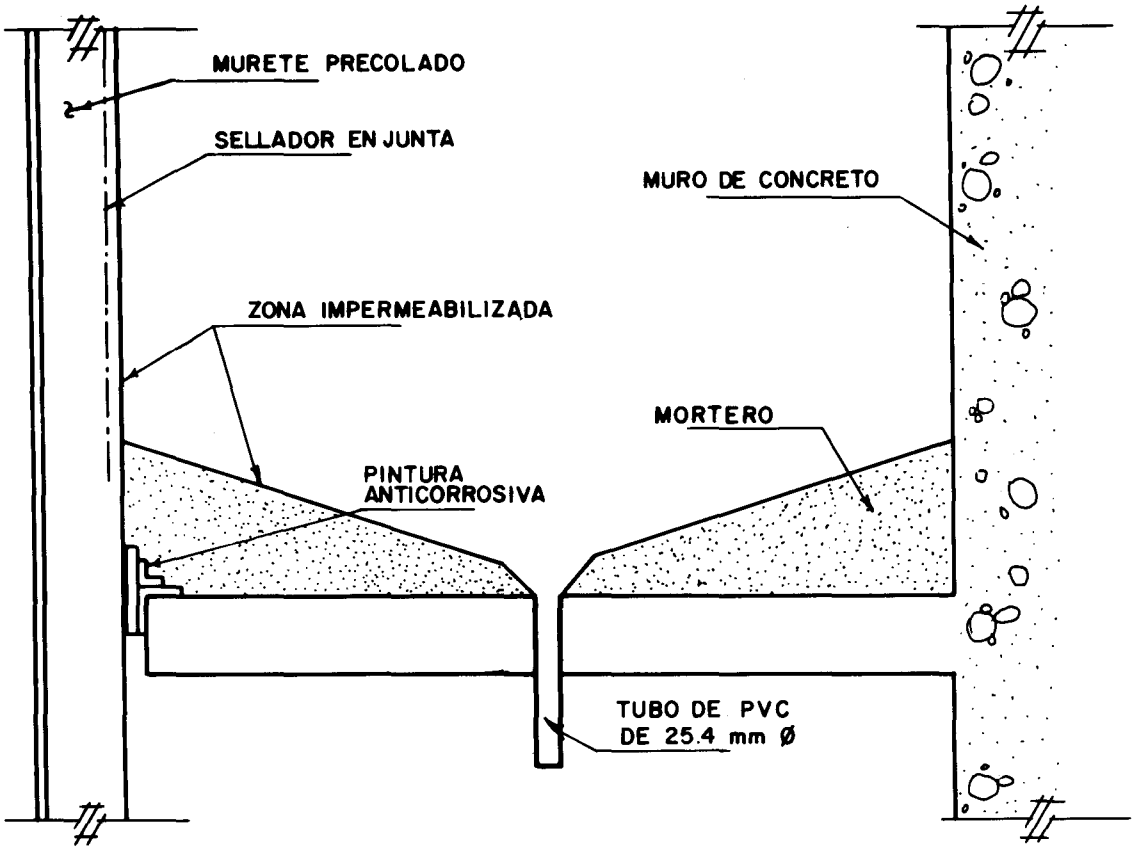
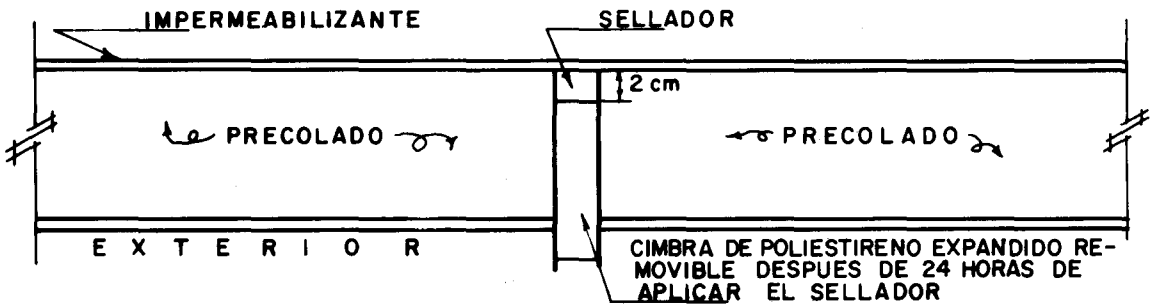


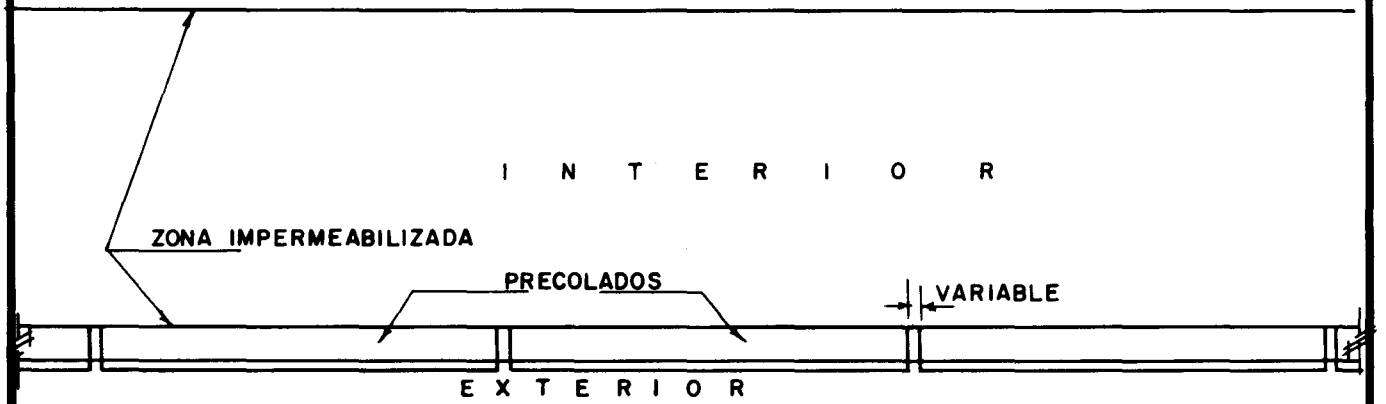
Fig 010-1 Prueba de impermeabilización bajo vías



CORTE TRANSVERSAL



SELLADO EN JUNTA



PLANTA

Fig 010-2 Impermeabilización y sellado de juntas en jardinería exterior

CAPITULO 3.01.02.011

ACABADOS DE ESTACIONES

011.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de operaciones y trabajos que se realizan para proporcionar las características arquitectónicas y de protección definitivas a los elementos estructurales, pisos, techos y muros, a fin de dar por terminadas las construcciones con los requisitos decorativos indicados por el proyecto y con lo señalado por el Representante.

011.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Muros en edificaciones	3.01.01.016
Instalaciones hidráulicas y sanitarios	3.02.13
Instalaciones eléctricas en general	DDF 4.31 y 4.46
Recubrimientos y acabados	DDF 4.61 y 4.64
Pisos, zoclos y entrecalles	DDF 4.71 y 4.12
Techos y cubiertas	3.01.01.023
Carpintería y acabados de madera	3.01.01.026
Vidriería	DDF 4.86
Recubrimiento de superficies con pintura	3.01.01.028
Materiales para recubrimiento de muros	4.01.01.012
Materiales para pisos	4.01.01.013
Materiales para acabados de techos	4.01.01.014
Adoquines de concreto	4.01.01.015.G
Materiales para herrería y cerrajería	4.01.01.020
Materiales, productos y elementos para vidriería	4.01.01.021
Pinturas	4.01.01.022
Materiales y productos de jardinería	4.01.01.023

011.E REQUISITOS DE EJECUCION

En los lugares indicados por el proyecto se aplicarán los acabados en techos, muros, pisos y elementos estructurales, cuyas características estarán dadas por el proyecto y aprobadas por el Representante debiendo cumplir, en lo que corresponda, con lo establecido en 3.01.01 "Edificación", y con los lineamientos expresados en los incisos siguientes:

011.E.01 ACABADO EN TECHOS

a) Los materiales empleados deberán cumplir con los requisitos de calidad establecidos en el capítulo 4.01.01.014 de estas Especificaciones.

b) Tirol. Se colocará tirol directamente sobre la superficie de concreto y antes de su colocación se deberá seguir la secuencia siguiente:

1. Deberá limpiarse la superficie de concreto hasta dejarla libre de grasa, polvo o material falsamente adherido.

2. Se recortarán las rebabas de concreto para evitar protuberancias notables en la superficie terminada.

3. Deberán resanarse las desportilladuras u otros defectos con mortero y adhesivo, cuyas características serán las indicadas por el proyecto y/o aprobadas por el Representante.

4. En caso de que la estructura de concreto presente deformaciones muy notables, se desvanecerá en la amplitud conveniente para corregir el defecto, empleando el mortero con el adhesivo, y acabando las superficies con regla y plana de madera.

011.E.02 ACABADOS EN PISOS Y ESCALERAS

a) Los materiales empleados deberán cumplir con los requisitos de calidad establecidos en el capítulo 4.01.01.013 de estas Especificaciones.

b) Mármol en pisos y escalones. Deberá colocarse recubrimiento de mármol de acuerdo con los siguientes requisitos:

1. El acabado de mármol deberá ser pulido y brillado y no se admitirán piezas rajadas ni desportilladas.

2. Los cortes de las piezas se harán con cortadora mecánica.

3. La variación máxima en las dimensiones de una pieza con respecto a las nominales será de $\pm$ 1 milímetro.

4. Las placas se colocarán sobre una capa de asiento respetando las pendientes y niveles indicados en el proyecto, para lo cual se colocarán maestras perpendiculares entre sí en medio de cada hilada.

5. La colocación de las placas se hará en forma tal que la variedad de tonalidades propias del material no marque agrupamientos o alteraciones rítmicas.

6. Las placas se asentarán sobre un mortero cemento-arena en proporción 1:4 y para amacizarse firmemente se golpeará la superficie de cada una, mediante un bloque de madera y de tal forma que no se dañen las piezas.

7. Las juntas serán a tope o antiderrapantes, con el ancho indicado en el proyecto, debiendo quedar perfectamente alineadas en ambos sentidos. Para lograr un ancho uniforme en las juntas, cuando no sean a tope, se utilizará como escantillón separadores de madera o metálicos.

8. Las juntas antiderrapantes irán solamente en la zona de andenes, en la forma indicado en los planos de despiece y/o lo que determine el Representante, y deberán tener un ancho uniforme de 10 milímetros.

9. Las juntas "a tope" irán tanto en la zona de andenes como en las demás áreas, y se terminarán con una mezcla fluida de cemento Portland-arena cernida en proporción 1:3.

10. En ambos tipos de juntas se retirará el excedente de mortero antes de su fraguado para evitar adhesión al mármol y terminar las juntas lisas y uniformes.

11. Los peraltes y las huellas con recubrimiento de mármol se colocarán de acuerdo con el despiece especificado en los planos, así como con lo siguiente:

    — Para la fijación de las huellas se deberá perforar cada uno de sus extremos con una broca de 6.35 mm (¼"), en forma diagonal, del canto hacia la base introduciendo alambre galvanizado, doblándolo y dejando un largo mínimo de 15 cm, para anclar la huella en el mortero.

    — Todas las huellas llevarán una ranura, de las dimensiones indicadas en el proyecto, en la que se adicionará un mortero epóxico de alta resistencia con textura antiderrapante, el cual deberá ser aprobado previamente por el Representante; para la aplicación del producto deberán seguirse las instrucciones del fabricante y considerar lo siguiente:

        ° La superficie inferior de la ranura deberá ser rugosa con poro abierto y se aplicará el producto epóxico, previamente aprobado, para obtener un anclaje correcto.

        ° Se aplicará el mortero epóxico rellenando la totalidad de la ranura hasta coincidir con el lecho alto de la huella.

        ° Se efectuará la limpieza de la superficie de la huella para evitar cualquier adherencia del mortero epóxico sobre ésta.

12. Aceptación. Deberá entregarse una capa de mortero epóxico de acabado antiderrapante con el nivel superior de la superficie del mármol sin ninguna tolerancia.

c) En caso de resanes, éstos se harán previa autorización del Representante, con pasta de cemento Portland gris y partículas molidas del mismo material por resanar, volviéndose a pulir a mano o con máquina la superficie resanada. Si el resane no adquiere la calidad comparable con el resto del piso a juicio del Representante, las piezas serán sustituidas. No se admitirán desnivelaciones mayores de un milímetro.

d) Las zonas de tránsito se protegerán hasta la terminación de las obras con tres capas de papel grueso pegado, lavándose el piso con agua y jabón al finalizar la obra.

011.E.03 ACABADOS DE MARMOL EN COLUMNAS

En los lugares indicados en el proyecto se colocarán placas de mármol de las dimensiones y características que se indiquen y deberán ajustarse a los siguientes lineamientos:

a) Para proceder a la colocación de las placas se deberán instalar los elementos de sujeción indicados en el proyecto.

b) El recubrimiento será a base de placas de mármol pulido y brillado, con espesor de 2 cm mínimo y de acuerdo al despiece indicado en los planos. Las esquinas serán ejecutadas con corte a 45°. Las juntas entre placa serán "a tope" y deberán quedar perfectamente a plomo y a nivel.

c) Las placas serán presentadas por hiladas y sujetas temporalmente con yeso. Posteriormente se procederá al vaciado con mortero cemento-arena 1:3 de consistencia fluida, tipo lechada, excepto cuando el proyecto indique otro proceso.

d) Después de fraguado el mortero, se procederá a retirar el yeso para proceder a limpiar y brillar la placa de la columna.

011.E.04 ACABADO DE MARMOL EN MUROS

En los lugares indicados en el proyecto se colocarán placas de mármol cuyas dimensiones y características serán indicadas por el mismo, así como su sistema de colocación, debiendo cumplir con lo indicado en el inciso anterior.

011.E.05 MAMPARAS

En los lugares indicados en los planos se colocarán mamparas que serán recubiertas con el material que señale el proyecto y apruebe el Representante, debiendo cumplir con lo siguiente:

a) En las zonas indicadas se colocarán los soportes y los elementos de sujeción, requeridos para recibir a las mamparas.

b) Las mamparas deberán tener las características, dimensiones y acabados indicados en el proyecto.

c) Cuando las mamparas tengan un recubrimiento de tirol "planchado" se les deberá aplicar un recubrimiento final a base de barniz de poliuretano transparente y brillante, el cual deberá ser aprobado previamente por el Representante.

011.E.06 ZOCLOS

a) Zoclos de mármol. En los lugares indicados por el proyecto y aprobado por el Representante, se colocarán zoclos planos de mármol, que deberán cumplir con lo siguiente:

1. El acabado de los zoclos deberá ser pulido y brillado a excepción de las caras en contacto con el mortero de amacizado en que el acabado será sin pulir para facilitar la adherencia; no se admitirán piezas rajadas ni desportilladas.

2. Las dimensiones de las piezas así como la proporción del mortero con el que se asentarán será la indicada en el proyecto.

3. La colocación se hará de acuerdo a los recubrimientos indicados con respecto al paño terminado de la superficie del muro o columna. Se asentará el zoclo con cemento Portland gris y arena en proporción 1:3, o en caso de no disponer de espacio suficiente para alojar el mortero para respetar los remetimientos, podrá adherirse con algún tipo de adhesivo previamente aprobado por el Representante.

4. Las juntas serán a hueso; los cortes necesarios se efectuarán con sierra de disco. Las juntas deberán quedar perfectamente alineadas.

5. En caso de resanes, éstos se harán previa autorización del Representante, con pasta de cemento y partículas molidas del mismo material por resanar, volviéndose a pulir la superficie resanada. Si el resane no adquiere la calidad comparable con el resto del zoclo a juicio del Representante, las piezas serán sustituidas.

b) Zoclos de granito. En los lugares indicados por el proyecto se colocarán zoclos planos, piezas de ajuste y zoclos dren (planos y curvos) de granito artificial, cuyas dimensiones y diseño serán indicados en el proyecto y se sujetarán a los siguientes requisitos:

1. Las piezas se colocarán de acuerdo a los alineamientos reales y niveles indicados, asentándose con un mortero cemento-arena con la proporción indicada en el proyecto o aprobada por el Representante, debiendo quedar alineadas a plomo y con junta a hueso.

2. Una vez colocado el zoclo se junteará con una lechada de cemento blanco y color acorde al del granito empleado, debiéndose entregar piezas limpias, pulidas y brilladas.

3. En las esquinas se colocarán zoclos dren curvos que podrán ser de dos tipos: cóncavo y convexo.

011.E.07 HERRERIA

Se colocará la herrería en los lugares y con las características indicados en el proyecto y aprobados por el Representante, debiendo cumplir en lo que corresponda con lo establecido en 3.01.01 "Edificación", y adicionalmente con los siguientes requisitos:

a) Herrería tubular

1. En los lugares indicados en los planos correspondientes se instalarán elementos de herrería fabricados con perfiles tubulares aprobados por el Representante; el tipo de perfil y los detalles de construcción serán los indicados en el proyecto.

2. Las uniones se efectuarán mediante soldadura de cordón continuo y se esmerilarán hasta obtener una superficie completamente lisa que no presente salientes, roturas o rebabas. El esmerilado se hará con disco pulidor y pasta abrasiva y será borrado con lija para metal.

3. Toda la herrería deberá protegerse con pintura anticorrosiva según las especificaciones del capítulo 3.01.01.028.

4. Tolerancias

   — La holgura máxima entre piezas fijas y móviles será de 3 mm en cada junta.

   — El arrastre en puertas será de 1 cm y la holgura entre cada elemento y el vano en donde se colocará será de 2.5 mm perimetralmente.

   — La tolerancia en dimensiones será de 2 mm por cada metro lineal.

b) Tapas de registro de aluminio fundido. En los lugares indicados en planos de acabados, se colocarán registros antiderrapantes construidos con piezas módulo para formar la dimensión de cada unidad según la secuencia siguiente:

1. Los registros serán de aluminio colados en un molde de arena sílica, formados por una aleación que contendrá silicio y magnesio para resistir el desgaste causado por los usuarios. El contenido será el que señale el fabricante, y para su aceptación deberá ser aprobado por el Representante.

2. La tapa y marco del registro será de la forma y dimensiones que indique el proyecto.

3. Deberá presentarse muestra previa para la aprobación del Representante antes de iniciar la fabricación en serie.

c) Elementos de aluminio en cancelería

1. Acabados de los perfiles expuestos. Todos los perfiles expuestos deben ser anodizados. El espesor de la capa anódica será como mínimo, el que a continuación se especifica:

Anodizado natural	10 micras
Anodizado oro	10 micras
Anodizado Permanodic	17 micras

2. Materiales relacionados con productos de aluminio:

— Los tornillos expuestos deberán ser de acero inoxidable.

— El fierro y el acero que estén en contacto con el aluminio deben estar aislados de este último mediante un material dieléctrico, tal como vinilo, hule, madera u otro material similar.

— Los neoprenos, vinilo y pelillos deberán tener las dimensiones necesarias para que su función específica satisfaga los requisitos de diseño y no crear problemas de desprendimiento.

3. Fabricación de los elementos:

— La ranura en la unión de perfiles no debe ser mayor de 0.5 milímetros.

— Las uniones, juntas y demás conexiones entre perfiles y elementos deben ser hechas en forma adecuada para unir los elementos según sus requerimientos de carga, pero con las siguientes condiciones:

Sistema de "venas". En este sistema, el diámetro interior de la vena debe envolver al tornillo un mínimo de 270°; la penetración de la rosca del tornillo en la vena debe ser de 0.5 milímetros.

Sistema de escuadra. En este sistema, el espesor de las escuadras debe ser adecuado para no doblarse con el peso que tengan que soportar; así mismo, deben tener el espesor adecuado para recibir las cuerdas del tornillo que se utilizará.

Sistema de soldar. En este sistema, todos los elementos que vayan soldados deben haber sido fundidos para formar parte integral de la junta. El sistema de soldar deberá hacerse con ausencia de oxígeno y de tal manera que no decolore capas anódicas existentes o posteriores.

4. Instalación de las unidades

— Todos los elementos deben instalarse a plomo y nivel y/o conforme a lo indicado en los planos respectivos.

No se aceptarán desviaciones de más de uno al millar en el sentido vertical y más de 3 mm en el sentido horizontal.

En los casos en que el Contratista requiera de desviaciones fuera de los límites establecidos podrán hacerse solamente con el consentimiento del Representante.

— El número de anclas o fijaciones en los perfiles que se coloquen a muros, techos y pisos debe ser siempre uno más que el número de metros que tenga el largo del perfil.

— Las anclas nunca deben colocarse a menos de 3 cm de la orilla de los elementos de concreto u otro material similar quebradizo.

— Para evitar rotura de cristales o deformaciones en la cancelería, ésta debe instalarse dejando holgura entre el aluminio y los elementos de construcción de uno al millar en su largo o altura y nunca menor de 3 mm. En largos o alturas de más de 10 m, deben preverse juntas de expansión y contracción en la cancelería.

— En el entendido de que tanto la cal como los ácidos, yeso, cemento, máquinas pulidoras de piso y trabajadores ajenos entrando o saliendo pueden dañar irreparablemente la cancelería, deberá procurarse que ésta se instale después de que se hayan terminado todos los trabajos antes mencionados. En su defecto deberá preverse la aplicación y la remoción de un sistema de protección desprendible.

d) Gabinetes metálicos para alojar aparatos de emergencia. En los lugares indicados en los planos de proyecto se instalarán gabinetes metálicos para alojar aparatos de emergencia. Estos gabinetes se construirán según las indicaciones del proyecto y de acuerdo con lo que se describe a continuación:

1. Su construcción será a base de lámina rolada, marco de acero inoxidable con antepecho fijo y hoja de la puerta en aluminio extruido anodizado.

2. En el antepecho fijo llevará lámina de acrílico de 3 mm transparente con leyenda indicativa impresa en blanco y fondo rojo. La hoja de la puerta llevará vidrio transparente de 6 milímetros.

3. Su colocación a plomo, nivel y escuadra será mediante tornillería y taquetes de expansión a los muros del nicho. Deberá protegerse temporalmente con película de pintura de vinil en sus elementos exteriores para evitar rayaduras o maltratos.

4. Deberá presentarse muestra para aprobación del Representante antes de iniciar la fabricación en serie.

e) Pasamanos y balaustres de aluminio

1. El aluminio será aleación y temple T-5.

2. Pasamanos. Los pesamanos serán tubulares de 5.08 cm de diámetro con espesor de 3.2 mm y en su parte inferior llevarán una entrada a todo lo largo donde penetrarán las espigas que lo sujetarán; las partes de esta entrada que no se utilicen se cubrirán con una tapa que se insertará para complementar la apariencia tubular.

— No deberá existir ningún tornillo visible. Los cambios de dirección se harán doblando el tubo sin ningún corte. Las uniones se harán en los tramos rectos reforzando con alma interior.

— Posteriormente al doblado para cambios de dirección, se anodizarán 24 micras como mínimo de recubrimiento.

3. Ménsulas de soporte. Las ménsulas para soporte del pasamanos serán de aluminio sólido y de su extremo sobresaldrán hacia arriba espigas que penetrarán en la parte inferior del pasamanos. Estas espigas se fijarán a la ménsula por medio de un taparrosca que llevará seguro contra robo. El anodizado de la ménsula y espiga será en color natural mate de 8 micras. No deberán existir tornillos visibles.

   Las ménsulas tendrán las dimensiones que indique el proyecto.

4. Balaustres. Los balaustres tendrán sección transversal cuadrada de 42 mm x 42 mm x 4.8 mm de espesor y dos de sus costados opuestos llevarán una entrecalle con una altura de 80 cm con respecto al nivel del piso, separados de 50 a 70 cm uno del otro; irán montadas a manera de camisa en toda su longitud en una barra tensora de acero de diámetro de 12.7 milímetros.

5. Sujeción del balaustre. Se realizará mediante una penetración de 20 cm de la barra tensora dentro del piso, anclada por su propio corrugado a una mezcla de azufre y rebabas metálicas que sellará el empotre.

   Por el extremo opuesto se atornillarán a una pieza alojada en la parte superior de balaustre, la cual está provista de rosca izquierda para tensar y darle rigidez permanente.

   El anodizado será natural mate de 8 micras. No deberá existir ningún tornillo visible.

6. Pasamanos sobre muretes. Se apoyarán por medio de sus espigas a base de forma cónica de aluminio sólido anodizado en color natural mate de 8 micras. Estas bases tendrán las dimensiones siguientes: altura 10.3 cm, diámetro inferior 5 cm, diámetro superior 3.8 mm con separación de 75 a 90 cm. La parte inferior de las anclas se fijará a la superficie del murete por medio de tornillos sujetadores en taquetes de expansión del diámetro correspondiente.

7. Aceptación. Deberá presentarse una muestra para aprobación del Representante antes de iniciar la fabricación en serie.

f) Elementos de acero inoxidable. En los lugares indicados por el proyecto se colocarán elementos de acero inoxidable los cuales, deberán cumplir con lo siguiente:

1. Los elementos podrán ser los siguientes:

   Puertas para locales técnicos.

   Puertas de cortesía.

   Diapasones (zona de torniquetes).

2. El material deberá cumplir con los requisitos de calidad establecidos en 4.01.01.005.M "Acero inoxidable austenítico".

3. El proyecto fijará y el Representante aprobará las dimensiones, características y acabado de cada elemento, así como su colocación y tolerancias.

011.E.08 VIDRIERIA

La colocación de la vidriería se hará de acuerdo con o indicado en el capítulo 4.86 del Libro Cuarto de las NGC-DDF y adicionalmente cumplirá con los siguientes lineamientos:

a) En los lugares indicados en planos de acabados y de ventanería se instalará vidrio del espesor correspondiente a cada vano según la tabla 011-1.

   En caso de requerirse vidrio translúcido éste se hará con vidrio transparente esmerilado.

b) La instalación se hará de acuerdo con los siguientes requisitos:

Tabla 011-1. Espesores de vidrios

Vano máximo de colocación, en m^2	Medida máxima de fabricación, en m	Espesor, en mm	Tipo
0.60	1.60 x 1.80	2	Vidrio plano claro
1.80	1.80 x 2.40	3	Vidrio plano claro
3.20	2.20 x 2.20	4	Cristal flotado
5.00	2.70 x 2.30	5	Cristal flotado
8.00	5.50 x 2.50	6	Cristal flotado

1. Entre los filos de la pieza de vidrio y la superficie interior del marco deberá existir una holgura perimetral de 3 mm sin tolerancia.

2. El vidrio deberá colocarse bien centrado en el marco tanto horizontal como verticalmente mediante el uso de calzas; éstas deberán ser aprobadas por el Representante.

3. El ondulado propio del vidrio de 3 mm deberá colocarse en forma horizontal para evitar al máximo distorsiones visuales.

4. En el caso del vidrio translúcido, el esmerilado se colocará por el interior.

5. El vidrio se fijará con mastique según la especificación 4.01.01.021.F asegurándose de que la herrería y el vidrio estén completamente secos.

6. El mastique no deberá sobresalir de la vagueta, teniendo la consistencia adecuada, y no se revolverán diferentes tipos de mastiques, ni distintos colores.

c) Aceptación. No se admitirán piezas de vidrio que tengan desportilladuras o defectos de corte.

011.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.02.001 de "Introducción".

011.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.02.001 de "Introducción".

CAPITULO 3.01.02.012

SEÑALAMIENTO EN ESTACIONES

012.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de operaciones y trabajos necesarios para proporcionar en forma visual información, ubicación y restricciones de uso en las estaciones de las líneas del Metro. El señalamiento se localizará en los lugares apropiados indicados por el proyecto y/u ordenados por el Representante.

012.A.01 CANAL DE SEÑALAMIENTO

Gabinetes hechos a base de perfiles de aluminio extruido anodizado, unidos entre sí por la parte posterior mediante una canal de aluminio que recibe a su vez otra canal que desliza dentro de la primera, o bien gabinetes hechos a base de lámina galvanizada con perfiles tubulares. Los gabinetes soportarán un papel de plástico laminado del color distintivo de la línea, reforzado con triplay, en el cual aparece reptidas veces el nombre y logotipo de la estación.

012.A.02 SEÑALAMIENTOS DE PLASTICO O METALICOS

Son placas de colores vistosos las cuales proporcionarán diferentes tipo de información, conteniendo símbolos y letreros impresos en ellas.

012.A.03 SEÑALAMIENTOS LUMINOSOS

Están compuestos de luz interior, con marcos metálicos, recubiertos con láminas acrílicas translúcidas con letreros impresos y/o logotipos, los cuales podrán ser gabinetes y postes de señalamiento.

012.A.04 FRANJA DE SEÑALAMIENTO

Franja colocada y pintada a lo largo de la nariz del andén, la cual servirá para que los usuarios no invadan más allá de ésta, con el fin de prevenir accidentes.

012.A.05 BARANDILLA PARA SEPARACION DE FLUJOS

Consiste en perfiles metálicos, los cuales podrán soportar piezas o placas de cristal o acrílico y que se colocan con el fin de evitar aglomeraciones, para tener un mejor control y distribución de los usuarios.

012.A.06 SIMBOLOS

Recubrimientos con materiales diversos, de manufactura especial con la figura distintiva de la estación y en relieve, cuya finalidad es además de dar vistosidad a las estaciones, permitir su rápida identificación.

012.A.07 CLASIFICACION

De acuerdo a la función específica que deben cumplir las señales se clasifican en preventivas, restrictivas e informativas, describiéndose brevemente las indicaciones que ofrecen a los usuarios.

a) Preventivas: peligro, alto voltaje.

b) Restrictivas: no fumar, no tocar, no pase, no entrar con alimentos, no entrar con bultos voluminosos, no empujar.

c) informativas: orientación y localización de entrada, salida, destino al que conduce cada salida, correspondencia, teléfono, taquillas, extintores, información y quejas, boletos, mapas de la red, planos de barrio.

12.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Herrería	3.01.01.020.E
Recubrimientos y acabados	DDF 4.61 y 4.64.E
Vidriería	DDF 4.86.E
Recubrimiento de superficies con pintura	3.01.01.028.E
Colocaciones y amacizados	DDF 4.93.E
Limpieza	3.01.01.033.E
Acero estructural	4.01.01.005.C
Láminas de acero al carbono galvanizadas	4.01.01.005.E
Tornillos de acero	4.01.01.005.J
Acero inoxidable austenítico	4.01.01.005.M
Perfiles tubulares de lámina	4.01.01.020.A
Perfiles de aluminio	4.01.01.020.B
Placas de material acrílico	4.01.01.021.B
Cristal transparente templado	4.01.01.021.C
Láminas de fibras y materiales plásticos	4.01.01.021.E
Pinturas anticorrosivas	4.01.01.022.A
Pinturas de acabado	4.01.01.022.B
Pintura alquidálica para señalamiento de tránsito (PST)	4.01.01.022.C

012.E REQUISITOS DE EJECUCION

La forma, tamaño, color, ubicación longitudinal, distancia lateral, ángulo de colocación y altura de las señales preventivas, restrictivas e informativas, serán de acuerdo o lo indicado por el proyecto y por el Representante.

El proyecto indicará el tipo de información que contendrá el canal de señalamiento, las láminas plásticas o metálicas y los señalamientos luminosos.

012.E.01 CANAL DE SEÑALAMIENTO

En los lugares indicados en el proyecto, se colocarán canales de señalamiento formados con los productos y elementos, sistema de sujeción y detalles constructivos que en él se indiquen, los que deberán ajustarse a los lineamientos generales siguientes:

a) Todo el ensamble metálico deberá ser pintado con el recubrimiento que apruebe el Representante antes de ser montado. La placa de respaldo que irá fija al muro deberá estar pintada por la cara que estará en contacto con el muro.

b) Tanto la fabricación como la colocación del canal deberá ser perfectamente recta. La colocación será sobre los alineamientos y niveles indicados sin admitir ninguna tolerancia.

c) Deberá presentarse muestra de un tramo de canal y sistema de sujeción para aprobación del Representante antes de iniciar la fabricación en serie.

d) Panel de plástico laminado con leyenda en canal de señalamiento. Dentro del canal de señalamiento se colocarán paneles de plástico laminado, con los detalles constructivos, elementos, productos y colores que apruebe el Representante, ajustándose a los siguientes requisitos:

1. El laminado plástico deberá ir completamente adherido con los adhesivos que recomienda el fabricante, previa aprobación del Representante.

2. Los cantos del plástico laminado deberán ser perfectamente rectos, a escuadra, sin desportilladuras y asentarán dentro del canal de lámina con la holgura mínima de 1.0 mm para su colocación.

3. Deberá presentarse muestra para aprobación del Representante antes de iniciar su colocación.

e) Sistema de impresión de leyendas en el canal de señalamiento. La impresión de las leyendas en el canal de señalamiento se hará con el sistema que apruebe el Representante, con las letras y simbología según relación de formatos emitidos por el proyecto; se procederá de acuerdo con la secuencia siguiente:

1. Limpieza de la superficie de plástico laminado con solventes apropiados y aprobados por el Representante.

2. Impresión de las leyendas en color blanco y negro.

3. Aplicación de dos capas de barniz transparente abarcando todo el tramo del panel, que incluye la leyenda hasta la unión con los paneles que no llevarán leyendas.

4. Antes de iniciar el proceso en serie, se deberá presentar una muestra para la aprobación del Representante.

f) El acabado final de la cara expuesta del canal de señalamiento será de las características indicadas en el proyecto. Los recubrimientos o productos que se apliquen deberán contar con la aprobación del Representante.

012.E.02 SEÑALAMIENTOS LUMINOSOS

a) Gabinetes de señalamiento. Los marcos metálicos y las láminas acrílicas de los gabinetes, así como los elementos de sujeción y anclaje serán de las características que indique el proyecto y apruebe el Representante.

1. Todas las partes metálicas deberán tener una protección anticorrosiva.

2. Se deberán entregar gabinetes con uniones de soldadura perfectamente esmeriladas, pintura uniforme y plásticos sin rayones.

b) Postes para señalamiento en accesos de estaciones. Salvo que el proyecto indique otras características, los postes de señalamiento deberán ajustarse a los siguientes requisitos:

1. Su construcción será a base de lámina negra de 3.2 mm (1/8") de espesor mínimo.

2. Recibirán módulos de señalización de acrílico de 3.2 mm de espesor con impresión en el interior, de los logotipos y colores que marque el proyecto.

3. Estarán equipados con tubos luminosos de 74 W, de 2.44 m de longitud y un remate superior de acrílico blanco lechoso moldeado con bulbo incandescente de 25 watts.

4. Los postes llevarán soldada en su extremo inferior una placa metálica de 40 cm x 40 cm y de 9.5 mm (3/8") de espesor que se asentará sobre un dado de concreto con anclas ahogadas de diámetro igual a 25.4 mm (1").

5. Todas las partes metálicas recibirán una protección anticorrosiva y pintura de acabado que deberá efectuarse de acuerdo con la secuencia siguiente:

— Sobre la herrería perfectamente limpia se aplicará un primario a base de resinas epóxicas, con espesor de 1.5 mils de película seca.

— Se aplicará el acabado final a base de pintura epoxi-poliamida de 3 mils de espesor.

— Los productos para los recubrimientos deberán ser aprobados por el Representante.

6. Aceptación. Se deberán entregar postes con uniones de soldadura perfectamente esmeriladas, pintura uniforme y plásticos sin rayones, roturas ni grietas.

012.E.03 ELEMENTOS CON SIMBOLOS

a) Molde de placa precolada con el símbolo de la estación. Las placas de concreto con la figura del símbolo para instalarse en los muros pantalla de la estación se colocarán en un molde con fondo de cemento pulido, a nivel sobre losa de concreto y paredes formadas por una hilada de tabique rojo asentado, junteado y terminado con yeso por el interior, de acuerdo con lo indicado en el proyecto.

1. El paño de la pared del molde enyesado a plomo con terraja metálica seguirá el contorno de la plantilla del logotipo. La esquina inferior de la terraja tendrá el corte a 45° a 1 cm para formar la arista exterior de la placa moldeada. La arista interior de la placa moldeada (superior de la placa en el molde) se hará con volteador a 45° cuando el cemento esté aún fresco.

2. La figura del símbolo deberá forjarse en yeso con 2 cm de espesor sobre el fondo de cemento pulido del molde siguiendo el contorno de la plantilla, que deberá forjarse con la curva superior a la izquierda para que el frente de la placa desmoldada aparezca con la curva superior a la derecha.

3. Una vez terminado el molde se recubrirá su superficie interior con un producto desmoldante, previamente aprobado por el Representante.

4. Aceptación. Deberá presentarse una muestra del molde y la placa precolada antes de su fabricación en serie.

b) Placas de mármol con logotipo grabado

1. Se fabricarán placas de mármol de 30 cm x 60 cm x 2 cm de espesor con dos logotipos grabados por medio ácido y pantallas según procedimiento del propio fabricante que se aceptará con base en muestras presentadas previamente para aprobación por parte del proyectista, antes de su fabricación en serie.

2. La fabricación de plantillas deberá basarse exactamente en la copia fotográfica proporcionada por el proyectista, para cada logotipo.

3. Cada una de las placas tendrá dos logotipos: uno en "bajo relieve" a la derecha y en otro en "alto relieve" a la izquierda, de manera que al colocarse alternadamente se obtenga el efecto de "tablero de ajedrez".

4. Los cantos verticales de cada pieza serán pulidos y se acoplarán al mármol recubriendo el resto de la columna o muro según lo indique el proyecto.

5. Aceptación. Deberán presentarse muestras de placas grabadas para cada logotipo para la aprobación del Representante, antes de su fabricación en serie.

c) Recubrimiento de adoquín de concreto con figura en relieve. En los muros y/o columnas indicadas en el proyecto se colocará un recubrimiento de adoquín de concreto de manufactura especial con figura en relieve del diseño y color señalado por el proyecto. Salvo indicaciones en contrario deberán satisfacerse los siguientes requisitos:

1. Las piezas serán de 13.8 cm x 13.8 cm x 4 cm con la figura en relieve sobresaliendo 7 centímetros.

2. La superficie sobre la cual se colocará el mortero deberá estar libre de cualquier contaminación (rebaba de tirol, polvo, grasas, etc.) no debiendo ser en ningún caso lisa. En caso de las columnas, éstas deberán ser picadas.

3. El mortero para la colocación deberá ser dosificado en proporción cemento-arena en 1:2. Bajo ningún caso deberá colocarse mortero después de 60 minutos posteriores a su fabricación.

4. El espesor del mortero será de 3 cm, con una tolerancia máxima de ± 5 milímetros.

5. Los adoquines se colocarán con las juntas a hilo nivelándose a plomo y regla, dejando las juntas aparentes sin calafatear.

6. El asentamiento de las piezas para obtener el paño se hará de tal manera de no dañar las piezas; cualquier pieza que resulte dañada deberá ser sustituida. El paño deberá entregarse limpio, sin residuos de mortero, los que serán removidos durante su colocación antes de que endurezca.

7. Aceptación. Deberán presentarse muestras de la pieza de adoquín con figura en relieve para la aprobación del Representante, antes de iniciar la fabricación en serie.

d) Franja antiderrapante en nariz de andén. A lo largo de los andenes, entre la nariz y el recubrimiento del piso se colocará una franja de señalamiento antiderrapante. Salvo que el proyecto indique lo contrario, la colocación se ajustará a los siguientes lineamientos:

1 Se podrán emplear franjas de granito o de mortero epóxico, que deberán contar con la aprobación del Representante.

2. Cuando se trate de granito, éste deberá ser cortado con sierra de granalla gruesa para obtener una superficie rugosa en ambas caras. Se colocará con juntas perfectamente acopladas a tope coincidiendo con el despiece del mármol y formando una línea perfectamente recta. Se asentará con mortero de cemento gris-arena en proporción 1:3 coincidiendo perfectamente con el nivel de piso terminado de mármol pulido.

— Las piezas de granito deberán colocarse en forma tal que la variedad de tonalidades propias del material no marque cambios bruscos de color.

— No se admitirán piezas rajadas ni desportilladas.

— La tolerancia admisible en sus dimensiones será de 2 milímetros.

— Deberá presentarse muestra precisa para la aprobación del Representante antes de iniciar su fabricación en serie.

3. Cuando se trate de mortero epóxico deberá seguirse la secuencia siguiente:

— Se deberá dar un tratamiento a la superficie con el producto que apruebe el Representante.

— Aplicación de un primario epóxico.

— Aplicación del mortero elaborado a base de resinas epóxicas y arena sílica de grano grueso del color indicado en el proyecto.

— El lecho alto del mortero epóxico deberá corresponder exactamente, sin ninguna tolerancia con respecto al lecho alto del mármol.

— Se entregarán franjas perfectamente rectas, de color uniforme y aristas bien definidas.

— Deberá prepararse una muestra para la aprobación previa por parte del Representante.

4. Dentro de la franja antiderrapante, deberán quedar alojados letreros conformados según lo indique el proyecto. Deberán ajustarse a los siguientes lineamientos, excepto que el proyecto indique lo contrario.

— Su fabricación será a base de bronce y latón y se colocarán centrados dentro del ancho de la franja de mortero con el lecho alto de las letras correspondiendo exactamente sin ninguna tolerancia con el lecho alto del mortero que a su vez coincide con el lecho alto del mármol.

— El tipo y tamaño de letra será el determinado por el proyecto.

— Se entregarán letreros perfectamente colocados, paralelos al borde del mármol, con las letras destacándose del mortero sin manchas y con el contorno de cada letra bien recortado.

012.E.04 BARANDILLA DE SEPARACION DE FLUJOS

El proyecto fijará las dimensiones y demás características de las barandillas, así como su sistema de fijación y anclaje, las dimensiones y los colores de las piezas de cristal o acrílico. Excepto que el proyecto indique lo contrario, en la construcción de las barandillas de separación de flujos se observarán los siguientes lineamientos:

a) Las barandillas se construirán a base de tubo de fierro negro cédula 40 con diámetro de 5.08 cm doblado en forma continua según lo indique el proyecto. Los elementos verticales en la zona interior serán de tubo de fierro negro cédula 40 con diámetro interior de 2.54 cm que recibirán un rebajo semicircular en sus extremos a fin de acoplarse perfectamente al tubo de 5.08 cm (2"). La unión será con cordón de soldadura esmerilado para presentar una superficie tersa que recibirá la pintura de acabado final. Las curvas deberán formarse garantizando que no se presenten deformaciones de aplastamiento de la sección mayores de 4 mm, como tolerancia máxima. Deberá garantizarse que las "patas" de la barandillas se encuentren en el mismo plano.

1. En los extremos de las "patas" se colocarán, perfectamente embonadas, sin ningún "juego" barras redondas de sección sólida de fierro negro rolado en frío con diámetro exterior de 5.08 cm (2"). Estas barras formarán vástagos para ser empotrados en el piso. Deberá cuidarse su ajuste dentro del tubo que forma las "patas" para que puedan ser colocados y removidas con facilidad y se mantendrán en posición por medio de tornillos prisioneros.

b) Anclaje y fijación

1. Antes de proceder al anclaje deberán pintarse las barandillas en taller.

2. El anclaje se hará empotrando las "patas" de la barandilla con sus vástagos en perforaciones de 9 cm de diámetro en el piso, llegando hasta la losa de fondo y penetrando en ella 20 cm. Estas perforaciones se rellenarán con mortero con aditivo estabilizador.

3. Deberá cuidarse que el mortero no sobresalga del nivel del piso terminado una vez empotrados los vástagos, a fin de asegurar el asiento correcto del chapetón colocado en la base de las "patas".

c) Se recibirán barandillas perfectamente alineadas y verticales, debiendo comprobar la ausencia de "juego" entre el vástago empotrado y la barandilla, así como su facilidad de remoción.

d) Deberá presentarse muestra de un tramo de tubo de 5.08 cm de diámetro con tornillos prisioneros, tramo de vástago y chapetón de piso, para aprobación por parte del Representante, antes de iniciar la fabricación en serie.

e) Balaustres. Se colocarán los postes verticales a una distancia de 80 o 90 cm y se unirán por medio de una pieza horizontal colocada a 25 cm del nivel de piso terminado; alojando a su vez piezas de cristal templado o acrílico según lo apruebe el Representante.

1. Los cantos del cristal o acrílico deberán ser rectos, regulares y perfectamente esmerilados.

2. Deberá presentarse una muestra para la aprobación del Representante, antes de iniciar su fabricación en serie.

012.F SISTEMA DE MEDICION

Ver 3.01.02.001 de "Introducción".

012.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Ver 3.01.02.001 de "Introducción".

CAPITULO 3.01.02.013

LIMPIEZA

013.B REFERENCIAS

Ver Capítulo 3.01.01.033 de este Libro.

CAPITULO 3.01.03.001

INTRODUCCION

001.A DESCRIPCION

En esta sección se incluyen las especificaciones de construcción relativas a las líneas subterráneas en cajón que se realizarán cumpliendo con lo indicado en el proyecto.

En este tipo de línea las estaciones y el cajón tienen la característica de alojarse cerca de la superficie; la secuencia constructiva se describe a continuación, aunque podrá variar dependiendo de cada proyecto en particular:

a) Construcción de brocales. Una vez que se ha localizado en el terreno el eje de trazo de la línea del Metro, se iniciará la construcción o colocación de los brocales, que pueden ser de concreto o metálicos, en forma de "L" invertida, colocados frente a frente y separados entre sí por el ancho del muro ataguía tablestaca o muro Milán. Tienen la finalidad de guiar al equipo de excavación para la construcción o colocación de los muros ataguía tablestaca.

b) Construcción de los muros ataguía tablestaca. Las alternativas utilizadas son de muro Milán estructural, y de muro Milán con muro estructural de acompañamiento.

   1. Muro Milán estructural. El cajón quedará formado por muros Milán unidos estructuralmente con las losas de fondo y cubierta; para esta solución se tienen dos alternativas geométricas: en cajón cubierto con relleno superficial compactado o en cajón con losa de cubierta superficial, constituyendo esta última la superficie de rodamiento de vehículos o del paso de peatones.

   2. Muro Milán con muro estructural de acompañamiento. En este caso el muro Milán es un elemento estructural temporal, que únicamente tiene utilidad durante la etapa de excavación, siendo el muro de acompañamiento el elemento fundamental. Para esta solución se han desarrollado también dos alternativas: con el cajón cubierto con relleno compactado o con la losa de cubierta superficial.

c) Extracción del agua freática mediante bombeo por gravedad o mediante bombeo a base de electrósmosis. El bombeo tiene como finalidad incrementar la resistencia del suelo al disminuir el contenido de agua y con esto impedir hasta donde sea posible, el riesgo de una falla de fondo.

d) Excavación del núcleo. La excavación del núcleo se hace por etapas, en varios niveles y en longitudes determinadas, colocando en cada nivel el troquelamiento correspondiente a la presión determinada dependiendo del empuje que el suelo transmita a los muros de contención.

e) Colocación de la plantilla de concreto o losa de piso. Esta tiene los objetivos de servir de lastre y trabajar estructuralmente como parte del cajón ya sea anclándose al muro tablestaca o al muro de acompañamiento, según sea el caso.

f) Construcción de partes complementarias del cajón tales como muros de acompañamiento, losa o cubierta, rejillas de ventilación, nichos, etcétera.

g) Rellenos. Una vez que el concreto de la losa de techo haya adquirido la resistencia especificada en el proyecto, se procederá al relleno superior del cajón para formar la infraestructura de la futura vialidad que se construirá sobre la línea del Metro, siguiendo los tradicionales procesos constructivos en la ejecución de terraplenes, subbases, bases y carpetas asfálticas o losas de concreto hidráulico.

h) Construcción de estaciones. Para construir la estructura de las estaciones, se seguirán exactamente los pasos fundamentales del procedimiento descrito para los tramos, con la salvedad de que en este caso la estación requiere de mayores espacios, de muros más profundos y de excavaciones mayores que en el tramo de interestaciones en cajón, por lo que se presentarán complejos procedimientos de excavación. A continuación se describen los procesos referentes a los principales elementos de una estación.

   1. Andenes. Tienen una longitud aproximada de 150 m, la que corresponde a la longitud de un convoy integrado por nueve carros. Las dimensiones de esta zona son relativamente grandes y destacan como problemas constructivos importantes el ancho de la excavación del cajón y la gran longitud de los troqueles, que en algunos casos exige su agrupamiento formando celosías.

   2. Cambios de andén. Son generalmente subterráneos, cruzando por debajo de la zona de vías y se construyen a base de muros Milán, con excavación de núcleos de dos a tres veces la profundidad en los tramos. En algunos casos especiales se construyen elevados.

   3. Vestíbulos. Son las zonas de recepción y distribución del público, por lo que necesariamente deberán ser amplias, con espacios cuyos claros alcanzan eventualmente hasta 25 m. Los vestíbulos se construyen invariablemente, siguiendo los mismos procedimientos, poniendo énfasis en los aspectos de bombeo, precauciones contra fallas de fondo y de talud, y cuidando de lastrar lo más rápidamente posible las excavaciones profundas.

i) Acabados y señalamiento en estaciones. Se construyen y colocan de acuerdo con lo señalado en el proyecto.

Para precisar el significado de algunos términos empleados en esta sección, se han formulado las definiciones de términos contenidas en el Libro 1, Generalidades y terminología.

001.B REFERENCIAS

Véase 3.01.01.001.B "Referencias" de este Libro.

001.C MATERIALES

Véase 3.01.01.001.C "Materiales" de este Libro.

001.D EQUIPO

Véase 3.01.01.001.D "Equipo" de este Libro.

001.E REQUISITOS DE EJECUCION

Véase 3.01.01.001.E "Requisitos de ejecución" de este Libro.

001.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001.F "Sistema de medición" de este Libro.

001.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.01.001.G "Conceptos de obra y base de pago" de este Libro.

CAPITULO 3.01.03.002

ADAPTACION DE LAS AREAS DE TRABAJO

002.B REFERENCIAS

Ver 3.01.01.002 de este Libro.

CAPITULO 3.01.03.003

TOPOGRAFIA PARA LOCALIZACION

003.A DESCRIPCION

Se refiere al conjunto de operaciones y trabajos necesarios para ubicar la posición de la obra en el terreno donde se realizará la construcción de las líneas subterráneas en cajón. Comprende la localización de los ejes, cotas y referencias necesarias para el desplante de la obra, de acuerdo con lo señalado en el proyecto.

003.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Trazos y nivelaciones	DDF 3.10.E
Adaptación de las áreas de trabajo	3.01.01.002.E
Demoliciones y desmantelamiento	DDF 4.01.E
Plantillas	3.01.01.008.E

003.E REQUISITOS DE EJECUCION

Los requisitos de ejecución de los trazos y nivelaciones, levantamientos y demás trabajos topográficos complementarios se realizarán cumpliendo con lo indicado en el proyecto.

Los equipos e instrumentos necesarios para efectuar la topografía de localización deberán estar en condiciones de operación tal que garanticen la precisión solicitada, cumpliendo con lo indicado en el proyecto y/o las instrucciones del Representante.

Para aquellos trabajos en los cuales se requiera una alta precisión, los equipos topográficos que se vayan a utilizar deberán ser aprobados por el Representante.

El personal que participe en los trabajos topográficos deberá estar capacitado y contar con una amplia experiencia en este tipo de obras.

003.E.01 TOLERANCIA EN EL EQUIPO

El equipo deberá cumplir con las características siguientes:

a) Tránsitos o teodolitos, con lectura directa de 6 segundos, 20 segundos o 30 segundos.

b) Nivel con una desviación estándar, en mm, para 1 km de doble nivelación y con placa plano paralela con una tolerancia de $\pm\ 2.5\sqrt{km}$.

c) Se podrán utilizar tránsitos de 30 segundos o algún otro semejante con 1 minuto de aproximación para trabajos menores. Asimismo, se pueden emplear miras verticales de madera o plástico para las nivelaciones, como las de charnela o telescópicas.

d) Se emplearán plomadas de 18 a 24 onzas de peso, cintas metálicas y de lienzo de 20 o 30 m, de preferencia de cruceta.

003.F SISTEMA DE MEDICION

Ver 3.01.03.001.F de "Introducción".

003.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Ver 3.01.03.001.G de "Introducción".

CAPITULO 3.01.03.004

MUROS ATAGUIA COLADOS EN SITIO

004.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de operaciones y trabajos para la construcción de muros ataguía de concreto reforzado, colados en el sitio bajo lodos estabilizadores. En algunos casos, tales muros forman parte estructural del cajón y en otros actúan sólo como ataguías.

004.A.01 BROCALES

Son piezas en forma de ángulo recto que tienen la finalidad de retener los rellenos sueltos superficiales y de servir de guía a las herramientas de excavación, utilizadas en la construcción de las zanjas que alojarán a los muros.

004.A.02 LODO ESTABILIZADOR

Es una mezcla acuosa cuya función es estabilizar las paredes de la excavación e impedir la entrada del agua freática, y de caídas por desprendimientos, deslaves y/o derrumbes en las paredes de la excavación.

004.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Adaptación de las áreas de trabajo	3.01.01.002
Trazos y nivelaciones	DDF 3.10
Abatimiento del nivel freático	3.01.03.006.E
Excavaciones del núcleo en el cajón	3.01.03.007
Estructuras de concreto reforzado	3.01.01.012
Señalamiento	3.01.07.012.E
Seguridad	3.01.07.013.E
Concreto hidráulico	4.01.01.002.G
Tablas y tablones de ocote	4.01.01.007.B
Bandas de cloruro de polivinilo (PVC)	4.01.01.016.A
Tubos de acero al carbono para usos estructurales	4.01.01.017.E
Lodos bentoníticos	4.01.01.024.A

004.E REQUISITOS DE EJECUCION

La construcción de los muros colados en sitio bajo lodos bentoníticos, ya sean ataguías o estructurales, deberá llevarse a cabo con el proceso que indique el proyecto para cada caso y que en general, incluirá las siguientes etapas:

a) Trazo de la ubicación. Ver 3.10 del Libro Tercero de las NGC-DDF.

b) Excavación de las zanjas para brocales.

c) Construcción o colocación de brocales.

d) Excavación de los tableros para los muros.

e) Estabilización de la excavación.

f) Construcción del muro.

004.E.01 EXCAVACION DE LAS ZANJAS PARA BROCALES

Una vez definido el trazo y posición de las zanjas para brocales se procederá a la excavación con el ancho y profundidad señalada en el proyecto.

a) El ancho de la excavación será función del tipo de brocal a usarse y del espesor del muro ataguía.

b) La excavación de la zanja deberá hacerse con las precauciones necesarias para no dañar las instalaciones municipales que se pudieran encontrar en el subsuelo. La excavación podrá hacerse a mano o con maquinaria.

004.E.02 CONSTRUCCION O COLOCACION DE BROCALES

Considerando los materiales y proceso de su formación, los brocales podrán ser brocales de concreto colados en el lugar, brocales de concreto precolado y brocales metálicos.

El proyecto indicará el tipo de brocal a usarse, aunque el Representante podrá autorizar los cambios que a su juicio resulten convenientes a solicitud del Contratista. Se deberán cumplir con las siguientes disposiciones en cada tipo de brocal que se utilice:

a) Brocales de concreto colados en el lugar. A continuación se indican los requisitos que se deberán cumplir en el procedimiento para la construcción de estos brocales.

   1. Las dimensiones, forma y armado deberán ser los indicados en el proyecto.

   2. El concreto será del tipo y de la resistencia especificados en el proyecto.

3. La excavación para la colocación del brocal se efectuará a cielo abierto, con una estructura de contención constituida por elementos de madera cuyas dimensiones, distribución y ubicación serán indicados en el proyecto (fig 004-1).

4. Una vez alcanzada la profundidad de proyecto para cada nivel, se armará, cimbrará y colará el faldón del brocal, dejando ahogada la cimbra que sirvió de ademe durante la excavación. La colocación del acero de refuerzo, el concreto y el colado deberán cumplir con los requisitos establecidos en el capítulo 3.01.02. 012 "Estructuras de Concreto Reforzado".

5. Si durante la excavación se presentan filtraciones que impidan o dificulten los trabajos, éstas se canalizarán por medio de zanjas que conduzcan a cárcamos desde donde se extraerá el agua por medio de un bombeo continuo de achique.

6. Las compuertas para aislar tramos de zanja correspondientes a la longitud del tablero de muro que se va a construir, podrán ser de ma-

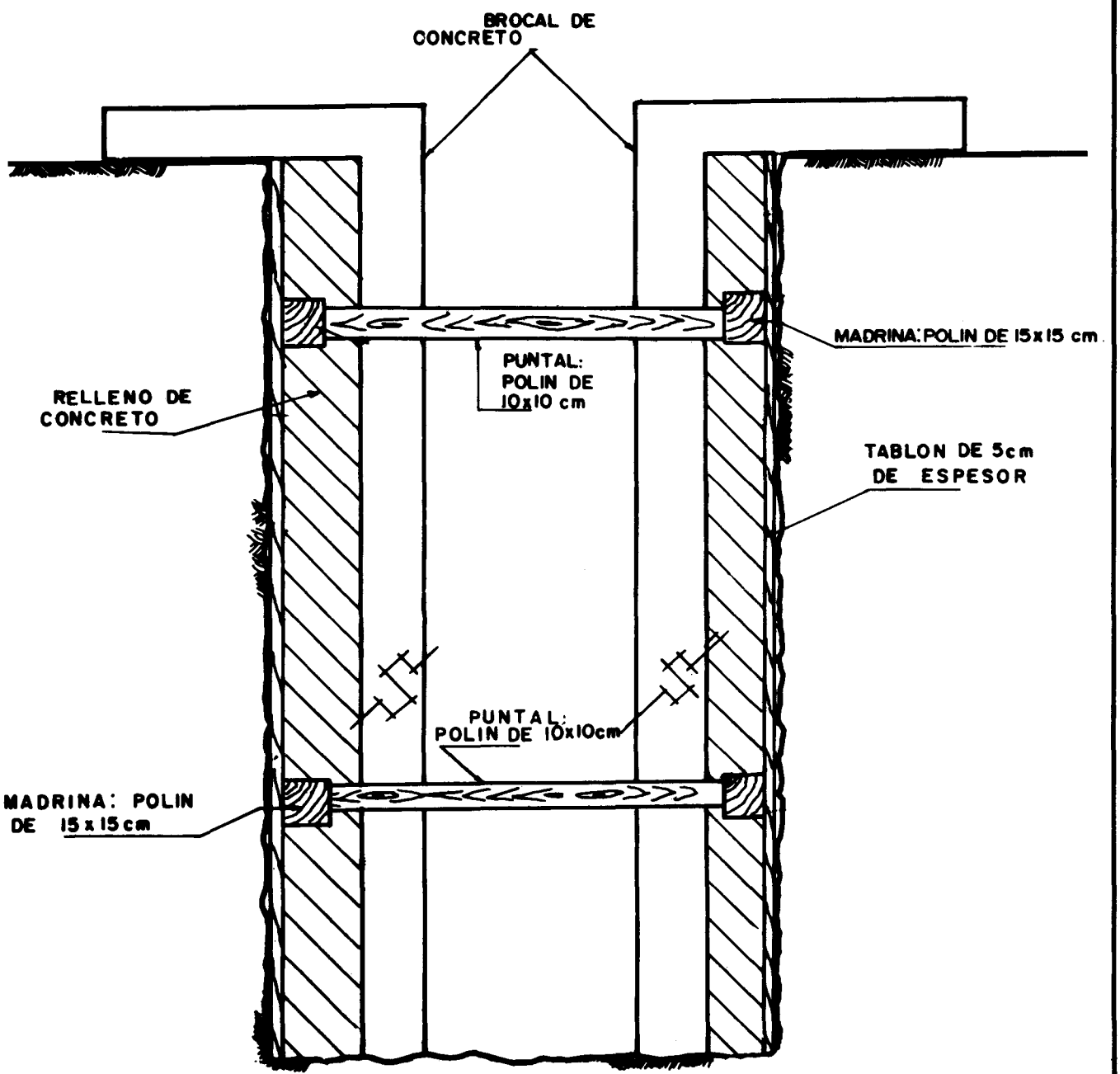


Fig 004-1 Brocales colados en el lugar

dera o de acero y se colocarán en las zanjas libres de estorbos. El acero y la madera deberán cumplir con los requisitos de calidad de los capítulos 4.01.01.005 y 4.01.01.007, respectivamente, de estas Especificaciones.

b) Brocales de concreto precolado. Las características geométricas, tales como forma, dimensiones y armado serán los fijados por el proyecto. La fabricación y colocación de estos brocales deberá cumplir con los siguientes lineamientos:

1. El concreto será de la resistencia y características especificadas en el proyecto; podrá ser elaborado en la planta de fabricación, en la obra o premezclado.

2. Las cimbras o moldes deberán cumplir con lo indicado en el capítulo 3.01.01.012, tomando en cuenta lo siguiente:

   — Los moldes podrán ser de madera, plástico o metal; en caso de que sean de madera, ésta tendrá cuando menos 2 cm de espesor después de cepillada y se les aplicará un tratamiento, con objeto de hacerlos impermeables.

   — A menos que otra cosa se indique, las esquinas o rincones de los moldes serán terminados con un chaflán de 2 centímetros.

3. El colado de cada tramo del brocal se hará en forma continua, en una sola operación y se compactará con vibrador.

4. Las piezas no se deberán mover de su lugar de colado, hasta que hayan adquirido la resistencia necesaria para su manejo.

5. El manejo de los brocales durante los procesos de remoción de cimbras, curado, almacenamiento y transporte se harán de tal manera que se eviten esfuerzos excesivos, rupturas, descascaramientos y otros defectos dañinos.

6. Toda la superficie de los brocales deberá ser lisa, continua y exenta de salientes, oquedades o rugosidades perjudiciales. Cualquier superficie que resulte defectuosa, deberá corregirse en la forma que ordene el Representante.

7. El proyecto fijará y el Representante aprobará las características de los elementos de sujeción de los brocales al terreno, así como el equipo necesario para su colocación e hincado (fig 004-2).

8. Los brocales precolados serán colocados e hincados en el lugar, en la forma, a la elevación y a la penetración fijada en el proyecto, y deberán tomarse todas las precauciones necesarias para no dañar los brocales ni las zanjas. Las zonas huecas de las superficies del brocal y del terreno se rellenarán con mortero, cuya proporción será la indicada en el proyecto.

9. Los brocales que se agrieten durante su manejo y colocación hasta el punto de que una grieta muestre astilladuras, serán rechazados o corregidos, de acuerdo con las indicaciones del Representante.

10. Los brocales podrán recuperarse y usarse nuevamente si no presentan defectos ni daños después de su primer uso. La reutilización de éstos deberá ser aprobada por el Representante, quien rechazará aquéllos que a su juicio no cumplan con los requisitos de proyecto.

c) Brocales metálicos. Se construirán con elementos de acero tales como tubos, rieles o perfiles laminados y deberán cumplir con los siguientes lineamientos:

1. La longitud, sección transversal, tolerancias en las dimensiones y demás características de los brocales, serán los que fije el proyecto (fig 004-3).

2. Deberán protegerse con pintura anticorrosiva, con el número de aplicaciones que apruebe y ordene el Representante.

3. Su almacenamiento y manejo se hará de tal manera que no se dañen, debiendo estibarse sobre calzas en número suficiente para evitar que los perfiles sufran deformaciones permanentes. El lugar de almacenamiento se mantendrá seco, limpio y bien drenado.

4. Los perfiles de acero estructural o perfiles compuestos de los brocales, deberán cumplir con los requisitos de calidad establecidos en el capítulo 4.01.01.005.

5. El Representante aprobará el equipo que se requiera para su colocación e hincado.

6. No deberán colocarse piezas deformadas en posición definitiva, de manera que cualquier brocal defectuoso deberá reemplazarse por otro en buen estado. Los brocales dañados deberán corregirse apropiadamente cumpliendo con las indicaciones del proyecto.

7. Los elementos de sujeción para su colocación definitiva serán de las características que indique el proyecto y apruebe el Representante (fig 004-3).

8. Los brocales metálicos podrán reutilizarse si no presentan defectos y daños durante su manejo y colocación después del primer uso. El Representante rechazará los brocales dañados que a su juicio no cumplan con los requisitos de proyecto.

004.E.03 EXCAVACION DE LOS TABLEROS

a) Una vez que se ha aislado el tramo de zanja y hayan sido colocados los brocales, de acuerdo con lo indicado en el proyecto y con los requisitos señalados en el inciso 004.E.02 de este capítulo, se procederá a la excavación de las zanjas hasta el nivel de desplante de los muros. La profundidad será la indicada en el proyecto para cada caso en particular.

b) Colado estabilizador. Durante el proceso de excavación de las zanjas que conforman los tableros, se utilizará simultáneamente lodo bentonítico pa-

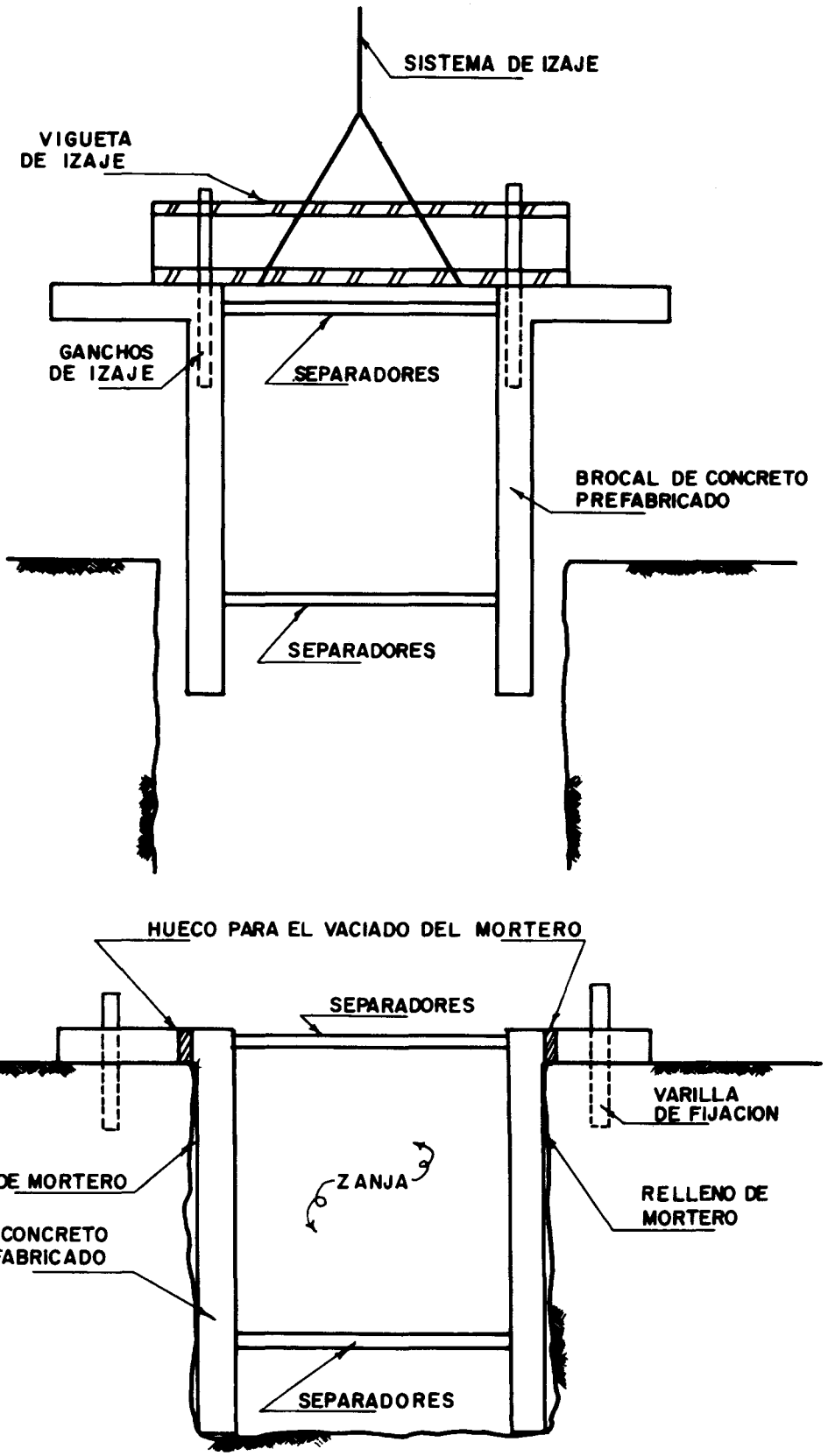


Fig 004-2 Colocación de los brocales de concreto precolado

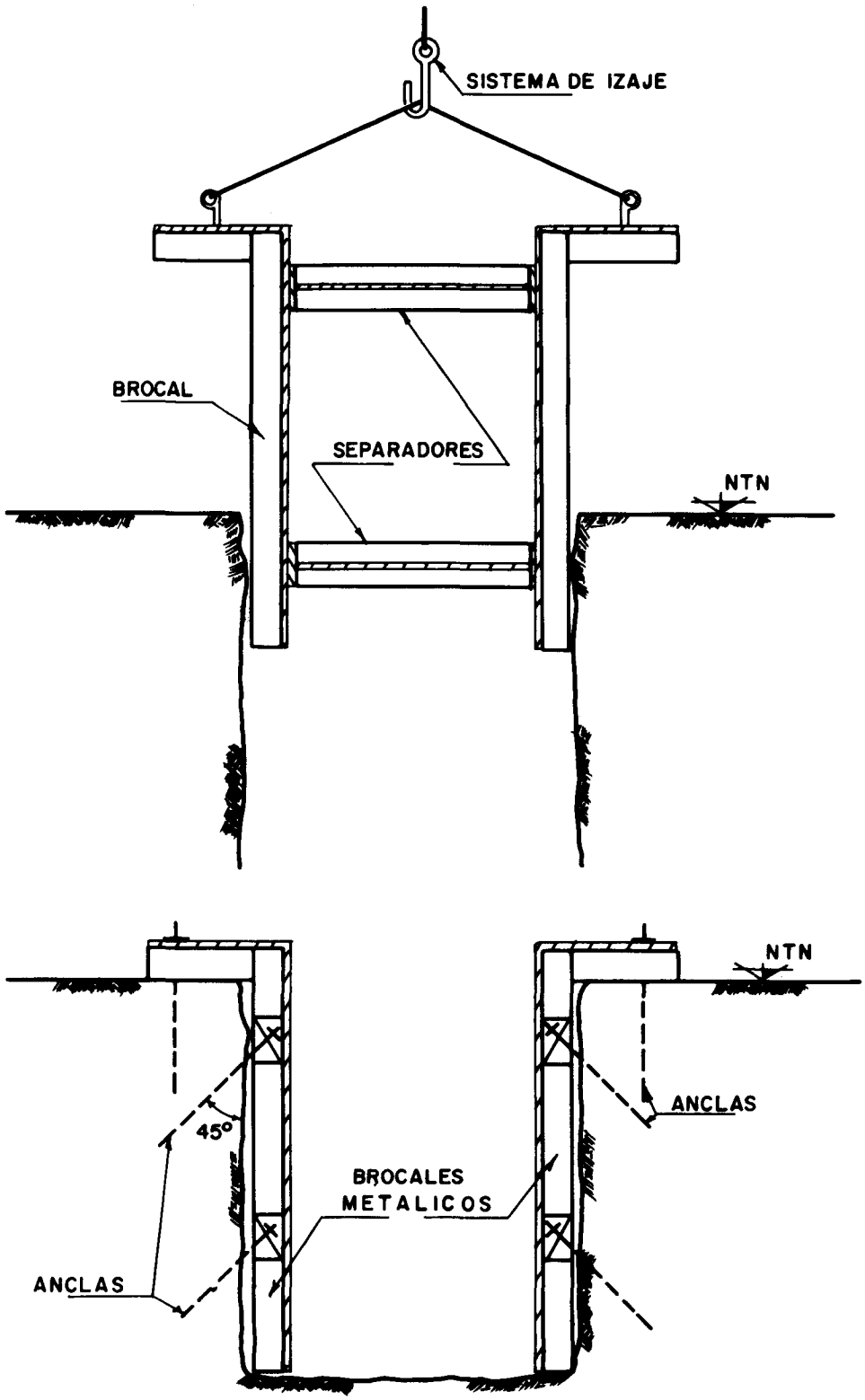


Fig 004-3 Presentación del brocal metálico

ra estabilizar las paredes de las zanjas excavadas, tomando en cuenta los requisitos establecidos en el inciso 004.E.04 de este capítulo (fig 004-4).

c) Equipo de excavación. La excavación para la construcción de los muros deberá hacerse con equipo o maquinaria cuya herramienta de corte sea guiada, capaz de garantizar la verticalidad, alineamiento e integridad de las paredes de la zanja así como permitir alcanzar la profundidad del muro indicada en el proyecto. Por ningún motivo se permitirá que en la excavación se utilice cucharón de almeja libre o cualquier otro tipo de herramienta no guiada.

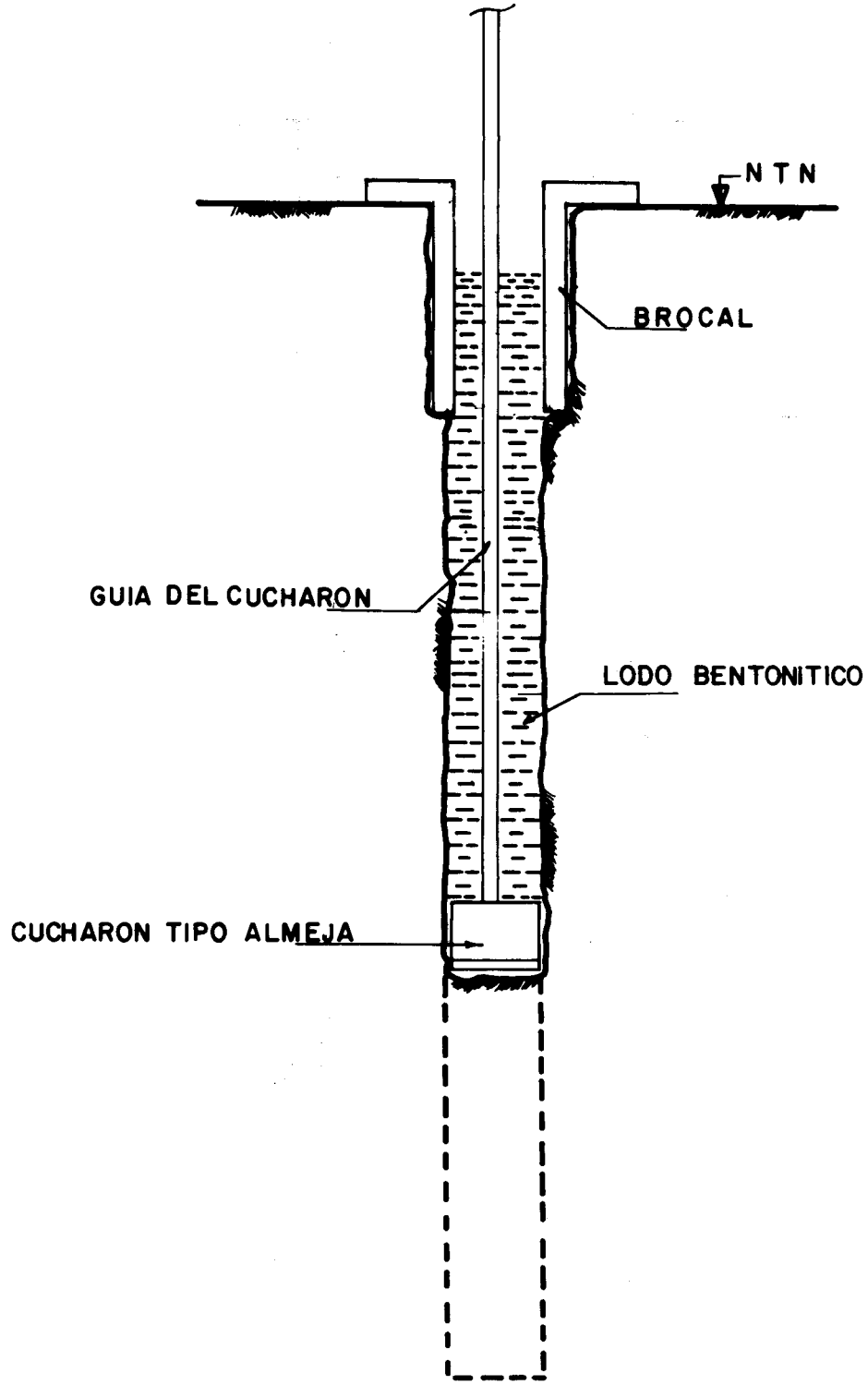


Fig 004-4 Excavación de la zanja y colocación del lodo bentonítico

d) Perforaciones previas. Para guiar el equipo y herramientas cuando el terreno por excavar sea muy consistente o simplemente porque se considere necesario, se podrán realizar perforaciones previas a la excavación de los tableros, debiéndose observar las siguientes disposiciones:

1. Las perforaciones se realizarán con máquina rotatoria u otro tipo semejante.

2. El número y distribución de las perforaciones será el que indique el proyecto.

3. Las perforaciones mencionadas deberán realizarse hasta la profundidad de desplante indicada en el proyecto particular.

4. Las perforaciones se podrán realizar ademando la excavación con lodo estabilizador.

5. Una vez terminadas las perforaciones se continuará la excavación en las zonas intermedias entre perforaciones, utilizando los equipos que cumplen con las características mencionadas en 004.E.03.c de este capítulo.

e) Excavación de zanjas para la construcción de los muros.

1. Las excavaciones de las zanjas se harán en forma alternada, es decir, no deberán excavarse tableros contiguos en forma simultánea. Asimismo, no se excavará ningún tablero hasta que el concreto de los tableros contiguos hayan alcanzado la resistencia que señale el proyecto.

2. La longitud de la zanja excavada que alojará un tablero del muro del cajón se indicará en el proyecto.

3. Al iniciar la excavación de un tablero cualquiera, se colocará el equipo de excavación en posición fija y alineado correctamente. No se moverá de esta posición hasta que haya terminado la excavación de la franja.

4. La excavación de cada franja deberá hacerse deslizando lentamente el cucharón tanto al bajar como al subir, a fin de evitar choques contra el lodo o contra las paredes o producir efectos de émbolo, los cuales son perjudiciales para lograr la verticalidad y alineamiento de las paredes de la zanja.

5. Salido el cucharón de la zanja deberá detenerse un momento, abriéndolo ligeramente, para dejar escurrir el lodo a la excavación. Después de hecho esto se descargará el material excavado a los camiones.

6. La excavación en el fondo de ataque usando el cucharón deberá hacerse sin dejarlo caer bruscamente, apoyando sus dientes en el piso del suelo y con las mandíbulas totalmente abiertas; en seguida se cerrarán éstas en una sola operación para cortar.

7. Por ningún motivo el cucharón deberá chicotear, dejarse caer repentinamente, arrastrarse, sacudirse o levantarse bruscamente. En caso de que haya perforaciones guía, el cucharón deberá centrarse con respecto a éllas.

8. La excavación de los tableros deberá realizarse en un número impar de franjas. Salvo indicaciones en contrario, se iniciará la excavación en un extremo, terminado éste se pasará el equipo al otro extremo y se concluirá la excavación del tablero cortando el prisma central. En cada maniobra de traslado el equipo deberá alinearse y nivelarse correctamente y no moverse hasta que haya terminado de excavar cada franja.

9. La profundidad de la excavación será la que indique el proyecto en cada caso, con una tolerancia de + 20 cm a −0 cm.

10. Cuando se haya concluido la excavación, y verificado la profundidad de la zanja, se procederá a la limpieza del fondo de la excavación y a la verificación de las propiedades de lodo para su reutilización, de acuerdo con lo indicado en el inciso 004.E.04 de este capítulo.

004.E.04 ESTABILIZACION Y LIMPIEZA DE LA EXCAVACION

a) Los lodos que se emplearán para la estabilización de las paredes de las zanjas para la construcción de los muros colados en sitio, deberán cumplir con los requisitos de calidad establecidos en 4.01.01.024.A. Además, para que el lodo estabilizador cumpla adecuadamente su función se requiere de lo siguiente:

1. Formación de una película impermeable en la frontera con el suelo. Para garantizar la formación de la película, el lodo deberá contener la cantidad de bentonita necesaria para cumplir con los requisitos especificados.

2. Que la suspensión de bentonita en agua sea estable es decir, no deberá haber sedimentación ni floculación de las partículas de bentonita. El lodo deberá ser capaz de aceptar que se le añada un material inerte, como puede ser barita, para cumplir con las propiedades especificadas.

3. Todas las propiedades deberán controlarse en el laboratorio para establecer la relación agua-bentonita recomendable y verificarse periódicamente en las muestras obtenidas de los lodos que se estén manejando en el campo.

b) Una vez colocados los brocales, se podrá iniciar el vaciado del lodo estabilizador, hasta el nivel que indique el proyecto.

c) El lodo estabilizador se preparará con un mezclador de chiflón y se bombeará a los recipientes de almacenamiento, donde deberá permanecer en reposo durante un periodo mínimo de ocho horas; dichos recipientes deberán tener amplia capacidad para satisfacer las necesidades diarias de la obra. De los recipientes se trasladará el lodo a las zanjas con una bomba centrífuga para lodos, o por medio de pipas.

d) Se podrán dar al lado estabilizador varios usos mediante desarenado o regeneración y recirculación; la recirculación podrá efectuarse pasando por la planta central de elaboración y almacenamien-

to, o bien, mediante una batería portátil de hidrociclones; en este último caso se puede recircular localmente de un tramo de zanja a otro. En caso de ser necesaria esta recirculación, es conveniente que se cuente con las instalaciones indispensables de toma y descarga, para mantener en funcionamiento continuo la batería de hidrociclones durante todo el proceso de recirculación.

e) El número de usos que se dé al lodo estará limitado al cumplimiento de los requisitos de calidad establecidos en 4.01.01.024.A, por lo que cuando el lodo haya perdido sus propiedades deberá desecharse y utilizarse un lodo nuevo. Por ningún motivo se usarán lodos que no cumplan con todas las propiedades antes indicadas.

f) Por ningún motivo deberá permitirse el abatimiento del nivel del lodo bentonítico en las zanjas excavadas, bien sea durante el reciclaje o por fugas o pérdidas de lodo a través de fisuras o grietas o de los poros en los materiales permeables, para lo cual deberá preverse la capacidad de almacenamiento suficiente de lodo para cubrir los consumos adicionales.

g) Cuando se perciba cualquier fuga de lodo durante las operaciones de excavación, deberá tratarse adecuadamente. Por ningún motivo se admitirá colar en un tramo donde se tengan fugas y no se hayan tratado. Cuando las fugas sean extraordinarias, podrá usarse aserrín o algún material similar en el lodo para rellenar las grietas. El material de relleno deberá añadirse en los recipientes de mezclado y no después, para evitar que se formen grumos. Cualquier tratamiento empleado por el Contratista deberá ser aprobado por el Representante.

h) Limpieza de la excavación. Al concluir la excavación de un tablero se procederá a realizar la limpieza de su fondo. Para ello podrá realizarse lo siguiente: inicialmente se repasará el fondo de la excavación con la herramienta de corte, procurando levantar con ella todo el azolve grueso que se haya depositado. Asimismo, se aprovechará esta maniobra para nivelar el fondo tendiendo a dejarlo en un plano horizontal.

1. Para la recolección del azolve, se podrá emplear un tubo eyector de las dimensiones que apruebe el Representante, o bien se podrá utilizar el equipo de excavación.

2. El lodo que se extraiga se repondrá con lodo nuevo, de manera que el lodo de la zanja se mantenga al nivel especificado.

3. Se deberá verificar con sonda que el fondo haya quedado libre de azolves y que tienda a ser un plano horizontal.

4. Terminada la limpieza del fondo de cada tablero se deberán verificar las propiedades del lodo estabilizador. Si estas propiedades están dentro de las tolerancias especificadas, el tablero estará listo para su colado; en caso contrario, será necesario cambiar el lodo sucio por uno nuevo; este cambio deberá realizarse de manera que no baje el nivel especificado del lodo en el tablero.

i) No deberá dejarse la zanja totalmente excavada y ademada con lodo por más de 24 horas, a partir del inicio de la excavación de un tablero hasta el inicio de su colado, excepto cuando el proyecto indique otros periodos.

004.E.05 CONSTRUCCION DEL MURO BAJO LODO ESTABILIZADOR

Una vez que se haya concluido la excavación y se haya verificado la profundidad de la zanja y las propiedades del lodo estabilizador, se procederá a la construcción del muro. Salvo lo que señale el proyecto, deberán seguirse los lineamientos siguientes:

a) Colocación de una banda de PVC, mediante juntas tubulares.

1. Los materiales empleados deberán cumplir con lo indicado en 4.01.01.016.A, para las bandas de PVC y con el capítulo 4.01.01.017, para los tubos metálicos.

2. Las juntas serán tubos metálicos huecos, en forma semicircular o rectangular, que en una de sus caras tenga la forma de macho o hembra y que sujeta la banda de cloruro de polivinilo (PVC) integrada. Una parte de esta banda quedará ahogada en el momento del colado y la otra parte quedará libre en el interior del tubo para ahogarse durante el colado del muro contiguo.

3. A la cara de la junta que quedará en contacto con el concreto deberá aplicársele una película de grasa o de algún producto aprobado por el Representante, que facilite su extracción posterior.

4. En el interior del tubo-junta no deberá introducirse el concreto, por lo que deberá tener sus extremos cerrados y en su parte inferior tendrá una caja metálica que se hincará y asentará firmemente en el fondo de la zanja para evitar que se mueva o deforme durante el colado. Dicha junta deberá lastrarse para evitar su flotación.

5. Una vez instaladas las juntas se procederá de inmediato a introducir la parrilla de armado dentro de la zanja ademada con lodo.

b) Colocación de la parrilla. El armado de las parrillas deberá cumplir con lo indicado en el proyecto y deberá satisfacer los siguientes lineamientos durante su colocación:

1. Dentro de los tableros excavados e inundados de lodo se hará descender las parrillas que formarán el armado de los muros. Las parrillas irán contraventeadas y se bajarán por medio de una grúa, tomando las debidas precauciones con respecto a la verticalidad, el alineamiento y la profundidad.

2. Para evitar la tendencia a la flotación de la parrilla de armado y garantizar que permanezca en su lugar, se empujará durante su descenso y una vez colocada en su lugar se instalarán dos gatos hidráulicos en la superficie y apoyados contra el brocal, que impidan que la parrilla se mueva durante su co-

lado. Estos gatos se retirarán hasta que se haya terminado el colado. Deberá verificarse que la parrilla haya quedado en su lugar y por ningún motivo se permitirá el colado del muro con la parrilla flotando o fuera de su lugar.

3. Para garantizar el recubrimiento de los muros, las parrillas de armado deberán habilitarse con rodetes de contacto fijados al acero principal de la parrilla por medio de varillas, localizados en ambas caras de la parrilla y en tres niveles equidistantes en el sentido vertical. Cada una de las varillas llevará cuatro rodetes ubicados también equidistantes en el sentido horizontal.

4. Será necesario dejar espacios libres dentro de la parrilla, para el paso de las trompas de colado.

5. Cuando el muro ataguía forme parte estructural del cajón, se deberá impedir el paso de concreto en la zona de unión posterior con la losa de piso, para lo cual podrá colocarse a lo largo de la parrilla una caja con espuma de plástico amarrada con tela de gallinero, debiéndose tomar las precauciones necesarias durante el descenso y colocación de la parrilla, para que la caja no se deforme, cambie de posición y en su anclaje previsto.

6. El tiempo máximo que transcurra entre el momento de introducción de la parrilla en la zanja y el colado de la misma, será de cuatro horas, excepto cuando el proyecto señale otro periodo.

d) Concreto. El concreto que se utilice para la construcción de los muros ataguía colados bajo lodos bentoníticos, deberá ser premezclado y que satisfaga los siguientes requisitos:

1. Los materiales empleados para la elaboración del concreto deberán cumplir con las especificaciones de calidad establecidas para el tipo "otros concretos", en el capítulo 4.01.01.002.

2. La elaboración del concreto hidráulico deberá cumplir con los requisitos de la cláusula 4.01.01.002.G, aplicables para satisfacer los requisitos de resistencia que señale el proyecto y además los siguientes:

   — El concreto será del grado de calidad "A".

   — Se agregará a la mezcla de concreto un aditivo retardante del tipo 2 o 4, mencionado en 4.01.01.02.D.

   — El revenimiento será de 18 cm, con una tolerancia de ± 3 centímetros.

   — La colocación del concreto para formar los muros se llevará a cabo mediante el empleo de una "trompa de colado", la cual se describe en 004.E.05.e, de este capítulo.

   — No se requerirá vibrado posterior a la colocación.

e) Colocación del concreto

1. Una vez colocada, centrada y nivelada la parrilla se introducirán las trompas de colado por tramos. Los coples de unión de cada tramo de las trompas deberán ser perfectamente herméticos, para impedir que la succión de la columna de concreto al bajar, absorba aire o lodo del exterior. Cada tramo tendrá 2 m de largo como máximo y un diámetro no menor de 30 cm. Al tramo que sobresale en la superficie se le conectará un embudo o una tolva.

2. La boca de esta tolva deberá quedar a una altura conveniente, para descargar directamente el concreto desde las ollas revolvedoras. Todo el conjunto tendrá que subir o bajar durante el colado, por lo que deberá contarse con el equipo necesario para efectuar estos movimientos. Los tramos de tubo deberán ser lo suficientemente fuertes y pesados para soportar el manejo.

3. El extremo inferior de la trompa o boca de descarga, debe quedar apoyado en el fondo de la zanja antes de iniciar el colado. Una vez introducidas las trompas de colado, se colocará entre la tolva y el tubo un tapón, el cual descenderá obligado por el peso del concreto vaciado, evitando en esta forma la segregación y contaminación del concreto. Así se evitará la descarga de concreto con una energía tal que pueda dar lugar a la contaminación del concreto con el lodo. Para iniciar el flujo de concreto la trompa deberá levantarse a una distancia de 30 cm del fondo de la zanja.

4. El concreto deberá ser del revenimiento especificado en 004.E.05.d.2, para que sin necesidad de vibrarlo penetre y se distribuya uniformemente por todo el tablero.

5. La boca de descarga de la trompa de colado no debe quedar nunca ahogada menos de 1.50 m en el concreto que se esté colando. Para ayudar a que el concreto fluya al principio, puede desplazarse la trompa verticalmente hacia arriba y hacia abajo, vigilando que permanezca siempre suficientemente ahogada en el concreto, para que no exista contaminación con el lodo.

6. A medida que el concreto fluya se agregará más concreto a la tolva, manteniendo la columna a una altura conveniente para regular la rapidez del flujo; en esta forma el lodo de la zanja será desplazado hacia la superficie por la diferencia de densidades, prácticamente sin necesidad de mover la tubería. El impulso que lleva la primera mezcla al salir por la boca de descarga, producirá un efecto de arranque en el fondo del tablero y lo dejará limpio de lodo.

7. Para lograr un flujo suave y continuo, el concreto no deberá ser vaciado de golpe dentro de la tolva por lo que además no deberán tenerse recesos o suspensiones mayores de 15 minutos.

8. Será necesario llevar un riguroso control de colado, midiendo en forma permanente la va-

riación del nivel de la superficie del concreto y anotándolo en un registro, para poder decidir el retiro oportuno de tramos de las trompas de colado y programar adecuadamente el suministro del concreto para evitar los recesos.

9. Las trompas de colado en la zanja deberán ser las suficientes, debiendo usarse en forma simultánea y evitando que una vez iniciado el colado se desplacen lateralmente dentro del tablero.

f) Enrase de los muros. Los muros se colarán hasta 30 cm arriba de su nivel de proyecto, debiendo considerarse que este exceso se encuentra contaminado y no contribuye al trabajo estructural del cajón, por lo que se demolerá posteriormente.

g) No se deberá excavar el núcleo entre el espacio de los muros colados bajo lodo estabilizador, hasta que éstos alcancen la resistencia que se indique en el proyecto.

004.E.07 CONSTRUCCION DE MUROS, SIN LODO ESTABILIZADOR Y SIN BROCALES

Cuando así lo indique el proyecto, se construirán muros ataguía sin lodo estabilizador y sin brocales, los que deberán cumplir con los lineamientos que se establecen a continuación:

a) Excavación de las zanjas o tableros

1. El equipo de excavación deberá apegarse a lo indicado en 004.E.03.c, de este capítulo.

2. Cuando se requiera realizar perforaciones previas a la excavación, deberán seguirse los procedimientos establecidos en 004.E.03.d de este capítulo, pero sin lodo estabilizador.

3. La herramienta de excavación deberá deslizarse con suavidad, y se hincará sin dejarla que choque contra las paredes de la zanja para evitar desprendimientos o caídos.

4. Las excavaciones de las zanjas se harán en forma alternada, es decir, no deberán excavarse tableros contiguos en forma simultánea. Asimismo, no se excavará ningún tablero hasta que el concreto de los contiguos haya alcanzado la resistencia que señale el proyecto.

5. La profundidad de las zanjas excavadas que alojarán los muros será la indicada por el proyecto y tendrá una tolerancia de + 20 cm a −0 cm.

6. Terminada la excavación deberá retirarse el material suelto depositado en el fondo y una vez que se haya verificado la profundidad de la zanja se procederá a introducir las bandas de PVC y la parrilla de refuerzo.

b) Construcción del muro

1. Para la colocación de la banda de PVC, mediante juntas metálicas, deberán seguirse los lineamientos establecidos en 004.E.06.b de este capítulo, para el colado del muro.

2. Las parrillas de armado se colocarán de acuerdo con los lineamientos establecidos en 004.E.06.b de este capítulo.

3. El concreto deberá cumplir con los requisitos enunciados en 004.E.05.d de este capítulo.

4. Para la colocación del concreto deberán seguirse los lineamientos descritos en 004.E.06.e de este capítulo.

004.E.08 ACABADO DE LOS MUROS

Cuando los muros colados en sitio se consideren como parte del cajón, su acabado deberá satisfacer lo fijado en el proyecto.

a) Todas las superficies han de estar exentas de bordes, salientes u oquedades y presentar el acabado superficial dentro de las tolerancias que indique el proyecto. Cualquier superficie cuyo acabado no reúna las condiciones exigidas, tendrá que corregirse en la forma que ordene el Representante.

004.F SISTEMA DE MEDICION

Ver 3.01.03.001.F de "Introducción".

004.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Ver 3.01.03.001.G de "Introducción".

CAPITULO 3.01.03.005

MUROS ATAGUIA PREFABRICADOS

005.A DESCRIPCION

Se describirá el conjunto de operaciones y trabajos necesarios para la colocación de muros ataguía tablestaca de concreto reforzado prefabricados, en zanjas excavadas y ademadas con lodo estabilizador de tipo fraguante, para formar parte del cajón subterráneo.

El lodo fraguante es un lodo bentonítico al que se le adiciona cemento, para lograr su fraguado después de un determinado tiempo. El lodo fraguante se usará por una parte para estabilizar las paredes de las zanjas, que se excavarán para alojar los tableros de muros prefabricados que servirán como estructura de contención, y por otra parte, ya fraguado el lodo servirá para evitar desplazamientos de los muros.

005.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Trazos y nivelaciones	DDF 3.10.E
Estructuras de concreto reforzado	3.01.01.012.E
Adaptación de las áreas de trabajo	3.01.03.002.E
Topografía para localización	3.01.03.003.E
Muros ataguía colados en sitio	3.01.03.004.E
Abatimiento del nivel freático	3.01.03.006.E
Señalamientos	3.01.07.012
Seguridad	3.01.07.013
Cementos	4.01.01.002.A
Concreto hidráulico	4.01.01.002.G
Lodos bentoníticos	4.01.01.024.A

005.C MATERIALES

Salvo lo indicado en el proyecto, los requisitos de calidad que deberá cumplir el lodo fraguante, serán los siguientes:

a) Características generales

1. El lodo fraguante se obtendrá mediante una mezcla agua-bentonita-cemento, cuyo proporcionamiento será el indicado en 005.C.01.c, de esta cláusula.

2. Al quedar en reposo el lodo deberá alcanzar su resistencia de diseño, rellenando los espacios comprendidos entre las paredes de la excavación y los paños del muro prefabricado.

2. El lodo no iniciará su fraguado mientras permanezca en movimiento, pero una vez en reposo fraguará rápidamente.

4. El lodo servirá de relleno entre la excavación y los muros prefabricados, y su resistencia al fraguar evitará desplazamientos horizontales que puedan provocar problemas a estructuras vecinas.

b) Propiedades del lodo fraguante. Las propiedades que deberá cumplir el lodo fraguante serán las siguientes:

1. El peso volumétrico será de 1.2 t/m^3 con una tolerancia de $\pm$ 5.0 por ciento.

2. Después de fraguado la resistencia a la compresión axial sin confinar a los 28 días, no deberá ser menor de 78.45 kPa (0.8 kg/cm^2), con una tolerancia de $\pm$ 10 por ciento.

   — El valor anterior se obtendrá en probetas cilíndricas de 3.6 cm de diámetro y con relación de esbeltez igual a 2, las cuales serán extraídas tanto del lodo del depósito como de la zanja.

   — Para confirmar las propiedades de resistencia, será necesario realizar ensayes en probetas a 7, 14 y 28 días de edad, obteniendo de cada una de ellas gráficas de deformación-esfuerzo para determinar el módulo de elasticidad. Se harán cuando menos tres series de pruebas por cada 40 m^3 de lodo fraguante.

c) Proporcionamiento

1. El proporcionamiento en peso de los componentes del lodo fraguante por cada metro cúbico será el siguiente:

Agua	77 %
Bentonita	8 %
Cemento	15 %

2. Se elaborará en primer lugar el lodo bentonítico, dejándolo reposar durante un periodo mínimo de 24 h, con objeto de garantizar su hidratación.

3. El lodo bentonítico deberá cumplir con los requisitos de calidad establecidos en 4.01.01.024.A.

4. Transcurrido el periodo de hidratación del lodo bentonítico se le añadirá cemento Portland del tipo I o II, que cumpla con los requisitos de calidad de la cláusula 4.01.01.002.A, en una proporción en peso del 15 por ciento por cada metro cúbico de lodo fraguante.

5. El cemento se agregará al lodo bentonítico en un depósito que cuente con agitadores con la potencia necesaria para mezclar el lodo y el cemento. Los agitadores se pondrán en funcionamiento en el momento de agregar el cemento al lodo bentonítico y trabajarán durante un lapso de 15 minutos, con objeto de lograr una mezcla homogénea.

d) Muestreo y pruebas. Durante su utilización en la colocación de muros prefabricados deberá efectuarse el control de las propiedades del lodo fraguante que consistirá en efectuar las pruebas necesarias para confirmar que sus propiedades caigan dentro de los límites especificados. Se llevarán a cabo cuando menos dos pruebas del lodo fraguante por cada tablero, la primera al vaciar el lodo en la zanja cuando se inicie su excavación y la segunda inmediatamente antes de introducir el muro prefabricado.

e) Aceptación. La aceptación del lodo fraguante, a menos que el proyecto especifique lo contrario, estará regida por los requisitos contenidos en esta cláusula.

005.E REQUISITOS DE EJECUCION

En la colocación de los muros ataguía de concreto reforzado prefabricados, podrán llevarse a cabo las etapas que se mencionan en los incisos siguientes:

005.E.01 EXCAVACION DE LA ZANJA PARA BROCALES

Deberán seguirse los lineamientos establecidos en el inciso 004.E.02 del capítulo 3.01.03.004 y de acuerdo con lo indicado en la fig 005-1.

005.E.02 CONSTRUCCION Y COLOCACION DE LOS BROCALES

El proyecto fijará las dimensiones, tipo y demás características de los brocales y deberán seguirse los lineamientos establecidos en el inciso 004.E.03 del capítulo anterior.

005.E.03 EXCAVACION PARA LA COLOCACION DE LOS MUROS

Deberán seguirse los lineamientos descritos en el inciso 004.E.04 del capítulo anterior y adicionalmente los siguientes:

a) No se podrá iniciar la excavación de una zanja si no se tienen en el sitio las piezas de muros prefabricados que se colocarán.

b) Las excavaciones de las zanjas se harán en forma alternada, es decir, no deberán excavarse tableros contiguos en forma simultánea; además, no excavará ningún tablero hasta que el contiguo tenga introducido el muro prefabricado y el lodo fraguante haya alcanzado el tiempo de fraguado especificado.

c) La excavación de cada zanja deberá ser un proceso continuo, desde el momento de su inicio hasta la colocación y plomeo del muro prefabricado dentro de la zanja.

d) La duración total de esta etapa, desde el momento en que se inicie la excavación hasta la introducción y plomeo del muro prefabricado dentro de la zanja, no será mayor de seis horas.

e) No deberán transcurrir más de dos horas entre el momento que se alcance la máxima profundidad de excavación de la zanja y el inicio de la introducción del muro prefabricado.

f) La profundidad de la excavación con respecto a la de proyecto deberá cumplir con la tolerancia de + 20 cm a − 0 centímetros.

g) La longitud de las zanjas excavadas que alojarán los muros se indicará en el proyecto para cada caso (tramo o estación), o bien se excavará el espacio correspondiente a una longitud de tres piezas (fig 005-2).

005.E.04 ESTABILIZACION DE LA EXCAVACION

a) La excavación para alojar los muros prefabricados, se hará simultáneamente con la estabilización de la zanja con lodo bentonítico, de acuerdo a los procedimientos descritos en el inciso 004.E.05 del capítulo anterior.

b) Colocación del lodo fraguante. Se efectuará una vez que se haya alcanzado la máxima profundidad de excavación, cuyas paredes estarán previamente ademadas con lodo bentonítico, conforme a los siguientes lineamientos:

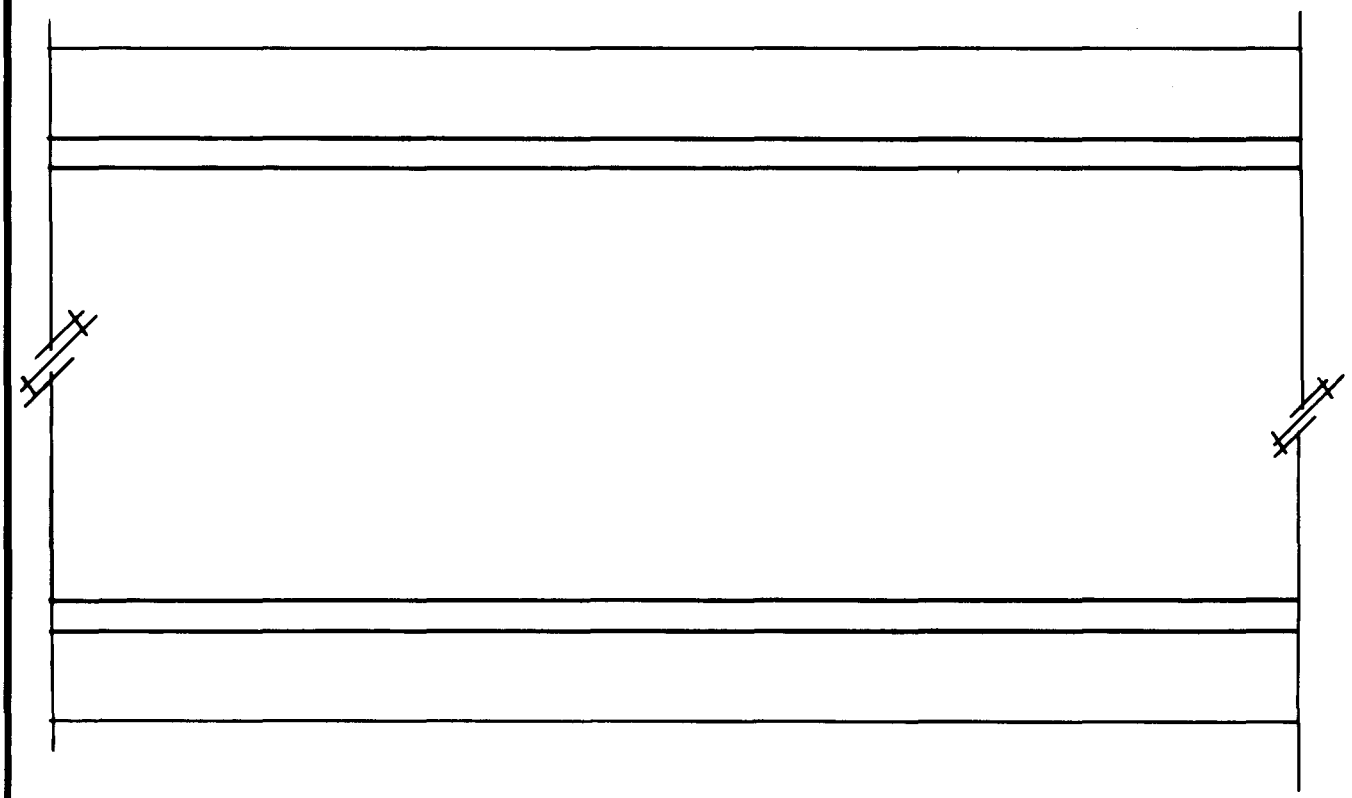
1. El lodo fraguante deberá cumplir con los requisitos establecidos en la cláusula 005-C de este capítulo.

2. Concluido el agitado del lodo fraguante, se procederá a transportarlo al frente de trabajo para su vaciado dentro de la zanja. El transporte se podrá realizar en camiones revolvedores o a través de una tubería desde el depósito hasta la zanja en cuestión.

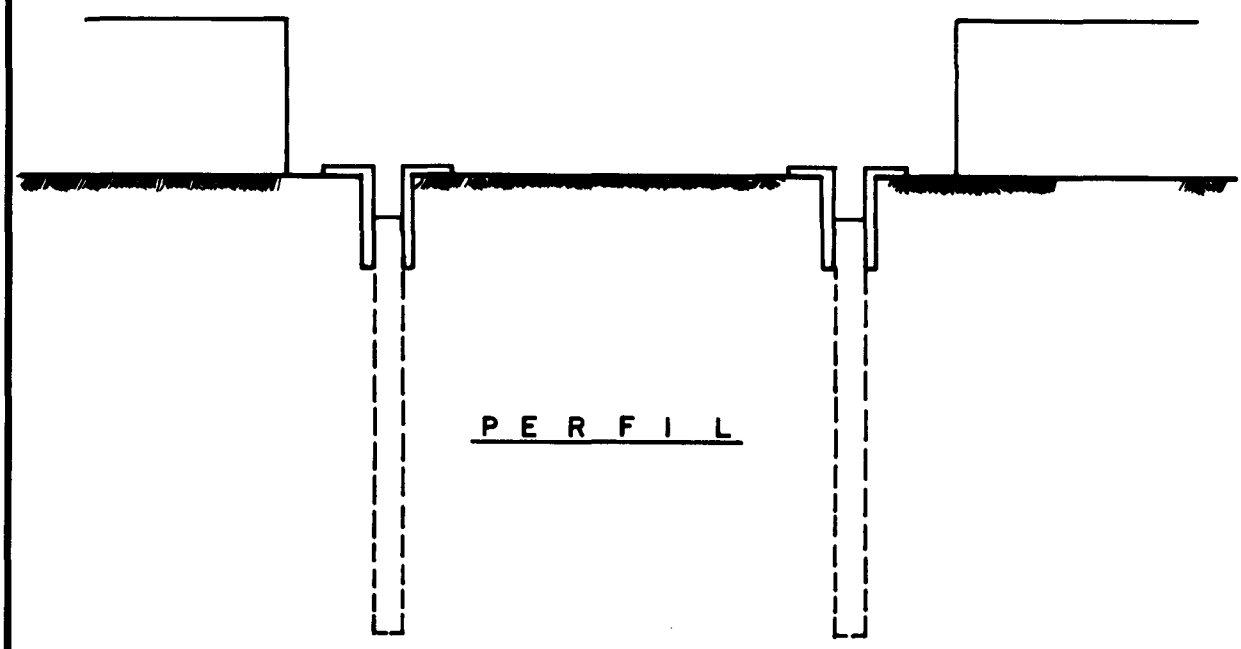
3. El volumen por introducir de lodo fraguante para cada zanja, equivalente a tres piezas de muros prefabricado, será el indicado en el proyecto (figs 005-2 y 005-3).

4. Se depositará el volumen especificado de lodo fraguante en la zanja, efectuando al mismo tiempo la recolección del lodo bentonítico desalojado por aquél.

— Para depositar el lodo dentro de la zanja, se utilizará un tubo distribuidor en forma

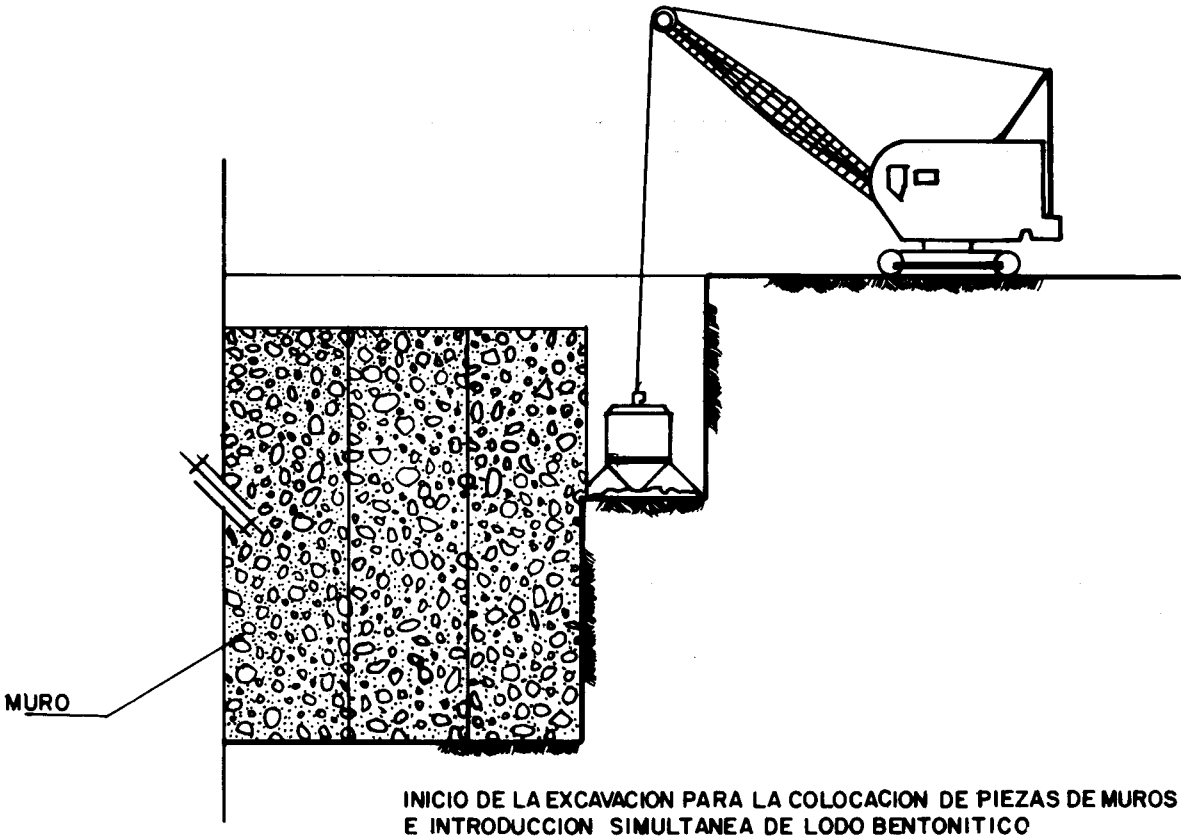


P L A N T A

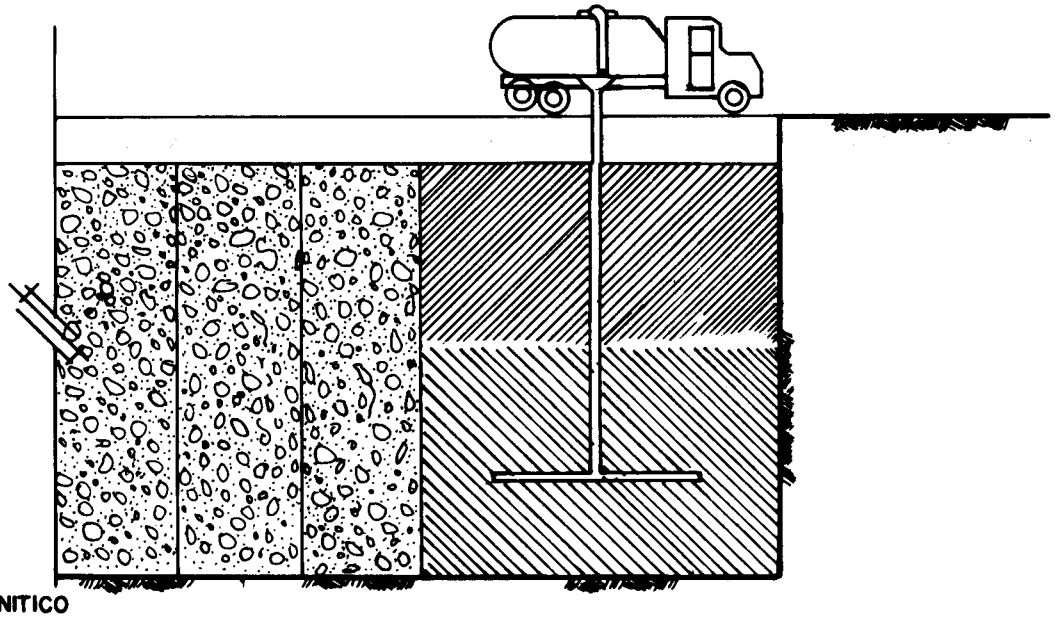


P E R F I L

Fig 005-1 Construcción de brocales



INICIO DE LA EXCAVACION PARA LA COLOCACION DE PIEZAS DE MUROS E INTRODUCCION SIMULTANEA DE LODO BENTONITICO



SIMBOLOGIA:

LODO BENTONITICO

LODO FRAGUANTE

a) TERMINACION DE LA EXCAVACION DE LA ZANJA PARA LA COLOCACION DE TRES PIEZAS PRECOLADAS

b) UNA VEZ ALCANZADO EL NIVEL MAXIMO DE EXCAVACION DE LA ZANJA Y HABIENDO INTRODUCIDO EL LODO BENTONITICO, SE DEPOSITARA EL LODO FRAGUANTE

Fig 005-2 Colocación de los muros de concreto precolados

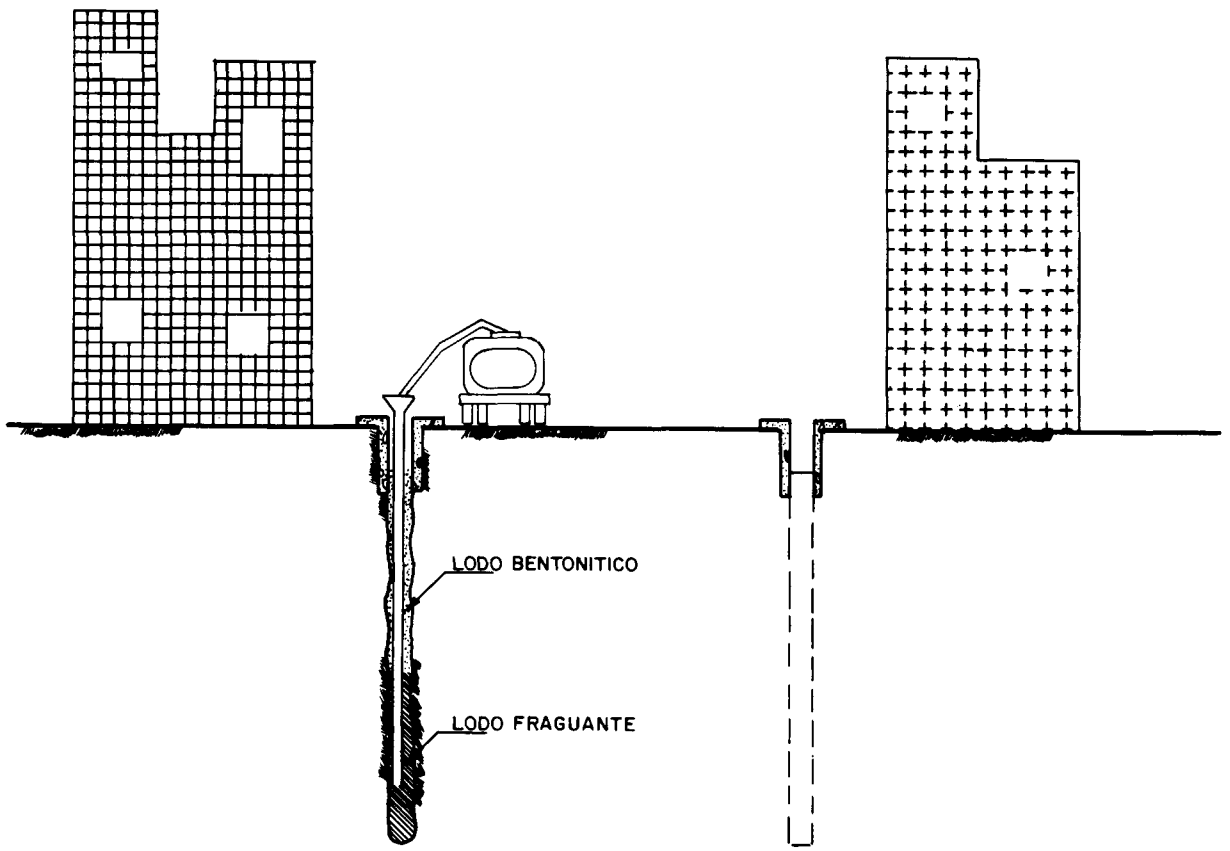


Fig 005-3 Excavación de zanjas e introducción de lodos bentonítico y fraguante

de "T", cuyas características geométricas podrán ser las mostradas en la fig 005-4.

— El lodo se introducirá dentro de la zanja por gravedad a través del tubo distribuidor, el cual se irá subiendo a medida que se desaloje el lodo bentonítico.

5. Inmediatamente después de haber depositado el volumen total de lodo, se introducirán los muros prefabricados en la zanja y se continuará con la excavación en otro sitio.

6. Para evitar que el lodo alcance su fraguado inicial antes de depositarlo en la zanja, el periodo que transcurra entre el momento de añadir el cemento al lodo bentonítico y la terminación de la colocación del muro prefabricado, no deberá ser mayor de seis horas.

7. El lodo fraguante desplazado por el muro podrá utilizarse en zanjas contiguas, siempre y cuando los resultados de las pruebas de laboratorio en campo de ese lodo, cumplan con los requisitos de calidad establecidos en la cláusula 005.C de este capítulo. El lodo que no cumpla deberá desecharse, teniendo cuidado de no tirarlo al drenaje municipal.

005.E.05 CONSTRUCCION Y COLOCACION DE LOS MUROS DE CONCRETO PREFABRICADOS

a) Los muros de concreto reforzado precolados se fabricarán de acuerdo con las dimensiones, procedimientos de construcción y demás características fijados en el proyecto, debiendo cumplir con los lineamientos establecidos en 3.01.01.012 "Estructuras de concreto reforzado" y con los siguientes:

1. Todas las superficies del muro terminado deberán ser lisas, continuas y exentas de salientes, oquedades o rugosidades perjudiciales. Cualquier superficie que resulte defectuosa, deberá corregirse en la forma que ordene el Representante.

2. Las piezas no se deberán mover de su lugar de colado, sino hasta que haya alcanzado la resistencia necesaria para el manejo, de acuerdo con lo indicado en el proyecto.

3. El manejo de las piezas, durante los procesos de remoción de cimbras, curado, almacenamiento y transporte, se hará de manera de evitar dañarlas por esfuerzos excesivos de flexión, golpes, vibraciones, u otras causas. Salvo indicación del proyecto, las piezas de concreto serán levantadas por medio de bridas sujetas a la pieza en no menos de dos puntos, de preferencia en las quintas partes extremas, pero a no más de 6 m entre sí.

b) Colocación de las piezas prefabricadas

1. Una vez concluida la excavación de las zanjas y habiendo introducido los lodos bentonítico y fraguante, se procederá de inmediato a la colocación dentro de la zanja de las piezas prefabricadas (figs 005-5 y 005-6).

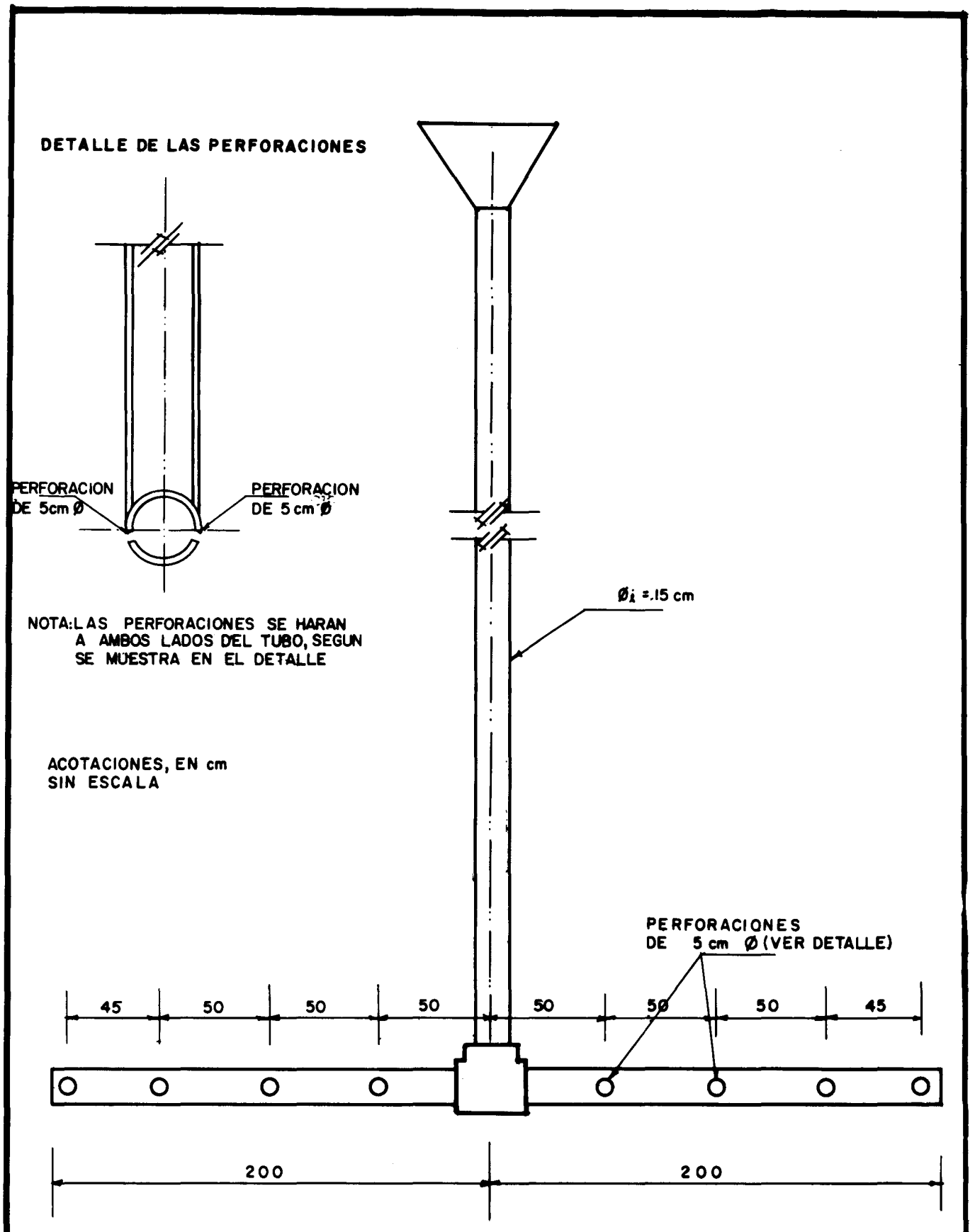


Fig 005-4 Detalle de tubo distribuidor

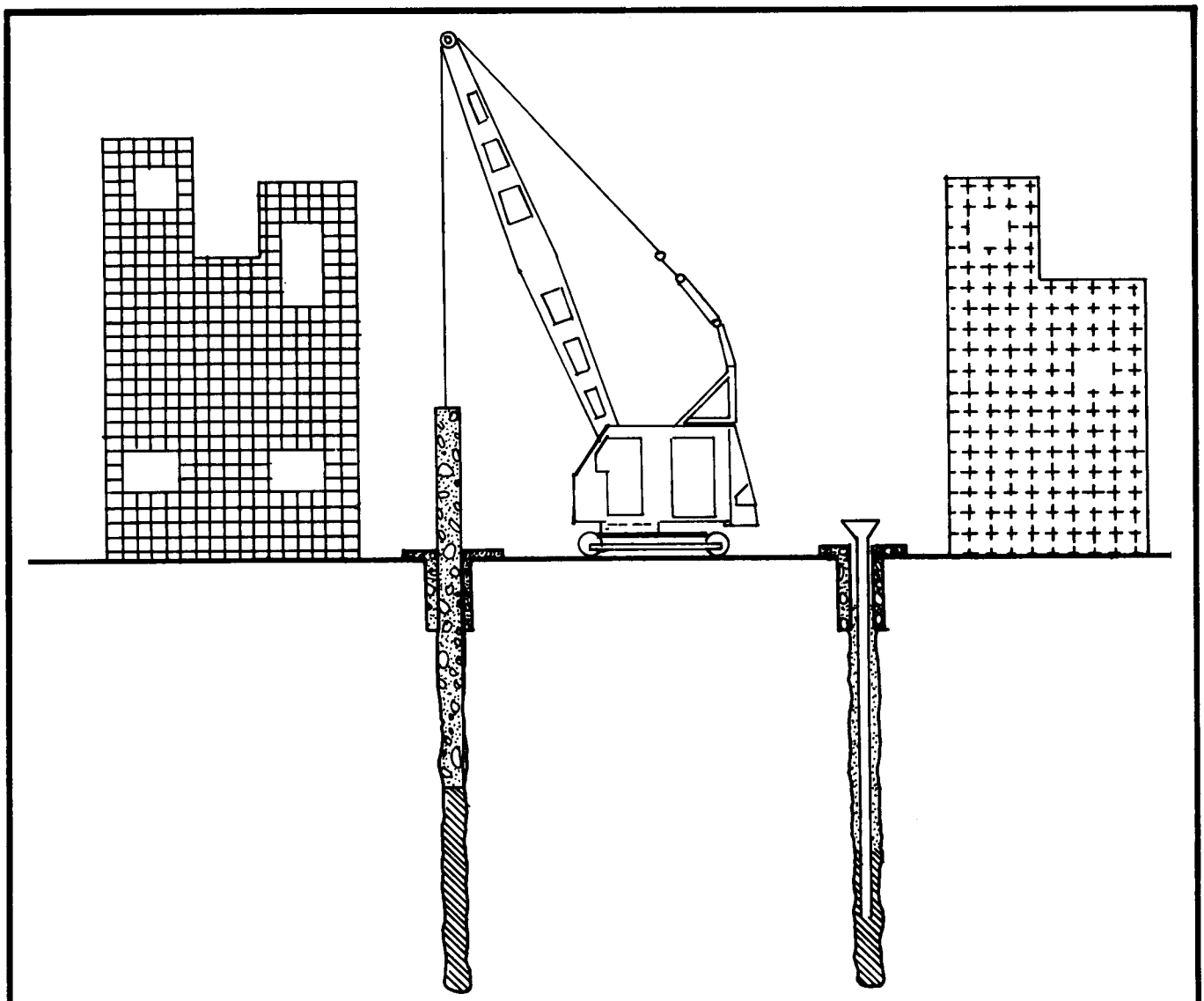


Fig 005-5 Colocación de piezas de concreto prefabricadas

2. Previamente a la introducción de las piezas, se deberá verificar la profundidad de las zanjas ademadas con lodo.

3. La pieza se hará descender por su propio peso por medio de una grúa, tomando las debidas precauciones con respecto a la verticalidad, el alineamiento y la profundidad.

4. Los elementos y accesorios de sujeción de cada pieza y su colocación en cada una de las mismas piezas adyacentes, se hará en la forma que se indique en el proyecto.

c) Las actividades de excavar zanjas, introducir lodo bentonítico, vaciar lodo fraguante y colocar piezas prefabricadas en las zanjas, se repetirá el número de veces que sea necesario para cubrir toda la longitud del tramo.

d) La excavación del cajón podrá iniciarse tres días después de colocado el muro prefabricado en cada zanja o cuando las condiciones de bombeo y de longitud de muro se cumplan, de acuerdo a lo indicado en el proyecto.

005.F SISTEMA DE MEDICION

Ver 3.01.03.001.F de "Introducción".

005.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Ver 3.01.03.001.G de "Introducción".

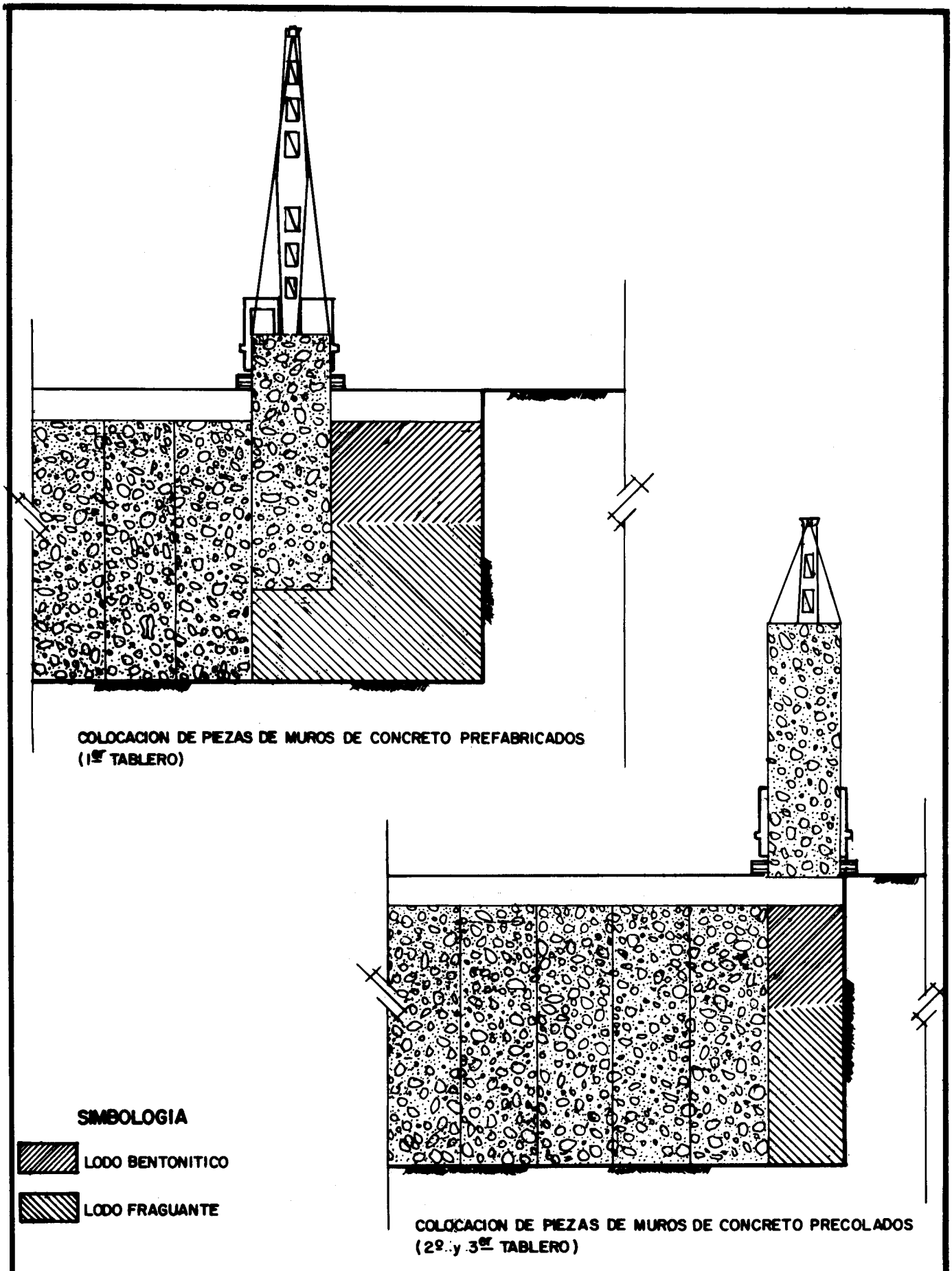


Fig 005-6 Colocación de los muros de concreto precolados

CAPITULO 3.01.03.006

ABATIMIENTO DEL NIVEL FREATICO

006.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de operaciones y trabajos necesarios para abatir el nivel de aguas freáticas mediante la utilización de pozos de bombeo, con objeto de reducir las expansiones del fondo de la excavación, controlar las fuerzas de filtración, abatir las presiones piezométricas, mantener la estabilidad de los taludes, facilitar la extracción de material, incrementar la resistencia del suelo al disminuir el contenido de agua y realizar la excavación en seco, para la construcción del cajón y las estaciones de tipo subterráneo.

006.A.01 BOMBEO POR GRAVEDAD

Es un sistema para abatir el nivel freático en suelos arcillo-arenosos, a base de canalizar el agua con la debida pendiente hacia cárcamos de bombeo provisionales construidos ex profeso, localizados en los extremos de la excavación.

006.A.02 BOMBEO ELECTROSMOTICO

Consiste en inducir una corriente eléctrica al suelo por medio de un electrodo positivo al electrodo negativo (pozo de bombeo), lo cual provoca que el agua del subsuelo aumente su velocidad de migración del electrodo positivo al electrodo negativo; mediante dispositivos de bombeo se logra remover el agua hacia cárcamos localizados en la superficie.

006.A.03 BOMBEO MEDIANTE POZOS CON BOMBAS EYECTORAS

Es un sistema que permite abatir el nivel freático en suelos permeables, con pozos previamente perforados y bombas eyectoras que extraen el agua.

006.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Adaptación de las áreas de trabajo	3.01.01.002.E
Topografía para localización	3.01.03.003.E
Instrumentación y mediciones de control	3.01.03.011
Señalamiento	3.01.07.012.E
Seguridad	3.01.07.013.E
Varillas de acero, corrugadas y lisas para refuerzo de concreto	4.01.01.005.A
Tubería de acero para instalaciones hidráulicas	4.01.01.017.D
Tubería de PVC y conexiones	4.01.01.017.G

006.E REQUISITOS DE EJECUCION

El proyecto fijará y el Representante aprobará, el sistema de abatimiento del nivel freático o combinación de sistemas que deberá llevarse a cabo, antes de iniciar cualquier excavación.

006.E.01 BOMBEO POR GRAVEDAD

Salvo lo indicado por el proyecto y lo ordenado por el Representante, el abatimiento del nivel freático por el sistema de gravedad deberá ajustarse a las etapas siguientes:

a) Perforación de los pozos de bombeo

1. El número de pozos de bombeo, el espacio entre ellos, su localización y profundidad, se indicarán en el proyecto.
2. Los pozos tendrían el diámetro especificado y se perforarán con broca tricónica o broca de dientes. Con cualquiera de las dos herramientas que se use, se deberá utilizar agua a presión en el lavado y limpieza; en ningún caso se empleará en la perforación herramienta que no utilice agua a presión en el lavado.
3. Para tener las perforaciones en condiciones de instalar el equipo de bombeo dentro de ellas, deberán estar limpias y libres de azolve. Para la limpieza se podrán emplear cu-

charas de percusión para extraer el azolve grueso y después de terminar esta operación, se lavará la perforación con agua a presión. Se considerará limpia ésta, cuando el agua retorne libre de partículas. Por ningún motivo se instalará el ademe y el filtro dentro de las perforaciones hasta que no se hayan limpiado.

b) Colocación del ademe

1. Antes de ademar la perforación, será necesario mantenerla llena de agua hasta rebosar, para evitar que sus paredes se colapsen.

2. Los ademes de los pozos de bombeo podrán ser tubos de fierro de 10.16 o 15.24 cm de diámetro, de acuerdo con lo que indique el proyecto.

3. Ranurado de los ademes. Los ademes se ranurarán con objeto de que el agua por bombear penetre libremente a su interior. Las ranuras serán de 30 cm de longitud y 3 mm de ancho. El porcentaje de área de filtración del tubo no deberá ser menor que 3 por ciento, ni mayor que 5 por ciento del área perimetral del tubo.

4. Malla alrededor del ademe. Para evitar que el filtro pase al interior del ademe, se deberá colocar una malla con abertura de 2.38 mm (NOM 2.5 M; ASTM No. 8), alrededor del ademe. La malla deberá quedar sujeta firmemente al ademe con objeto de que no se vaya a desprender durante las maniobras de instalación, y deberá cubrir perfectamente las ranuras.

c) Colocación del filtro

1. Entre las paredes del pozo y las de ademe, se colocará un filtro de arena gruesa y grava fina limpias, cuya granulometría será la que indique el proyecto. El material empleado deberá contener partículas de todos los tamaños intermedios; deberá lavarse y cribarse previamente a su colocación para eliminar todos los materiales finos que contenga y que puedan obstruir el filtro durante su funcionamiento.

d) Desarrollo del flujo hidráulico

1. Con el fin de establecer el flujo hidráulico en el pozo y hacer con ello más eficaz el bombeo, después de colocado el ademe y el filtro, se agitará el interior del ademe con una cuchara de percusión o algún tipo de herramienta adecuada.

2. Si esta operación no resulta suficiente para activar el flujo hidráulico, se arrojará hielo seco al fondo del pozo, para que el monóxido de carbono liberado destape los espacios entre partículas que hayan quedado bloqueados.

e) Colocación de las bombas

1. Las bombas que se emplearán serán de pozo profundo del tipo eyector de 2.54 x 3.17 cm o de 3.17 x 3.81 cm, de acuerdo al diámetro en que se instalen, siendo la primera para el de 10.16 cm y la segunda para el de 14.24 cm.

2. La profundidad de instalación de las bombas será la indicada en el proyecto.

3. Las bombas se operarán a una presión de 0.49 MPa (5 kg/cm^2), salvo que se indique otro valor en cada caso particular, de acuerdo con lo indicado en el proyecto.

f) Control del abatimiento del nivel freático

1. Para el control del abatimiento del nivel freático, se registrará en cada turno de trabajo, la presión de operación de las bombas, el gasto de extracción y el nivel dinámico de cada pozo.

2. Con los datos registrados durante el control, se elaborarán gráficas representativas de tiempo-presión de operación, tiempo-gasto extraído y tiempo-nivel dinámico.

3. La instalación de instrumentos de medición, cuando se requieran, se harán de acuerdo a lo indicado en 3.01.03.011.

g) Tiempo y distancia de bombeo

1. El tiempo de bombeo previo al inicio de la excavación quedará sujeto a las indicaciones del proyectista y se suspenderá en cada pozo después de que se haya colado la losa de piso o de fondo del cajón o de las estaciones subterráneas.

2. Salvo indicación en contrario, la distancia mínima de bombeo será de 30 m, medida a partir del hombro del talud de la etapa por excavar al pozo que ya esté bombeando.

006.E.02 BOMBEO ELECTROSMOTICO

Salvo lo indicado en el proyecto y lo ordenado por el Representante, el abatimiento del nivel freático por medio de bombeo electrosmótico se llevará a cabo de acuerdo con los siguientes lineamientos:

a) Instalación de los pozos de bombeo (electrodo positivo). El número de pozos de bombeo, el espacio entre ellos, su localización y profundidad, se indicará en el proyecto para cada tramo en particular y se instalarán de acuerdo con los requisitos de ejecución establecidos en el inciso 006.E.02 de este capítulo.

b) Colocación de varillas de acero (electrodo negativo). Una vez instalados los pozos de bombeo se procederá a colocar las varillas de acero de acuerdo con los siguientes requisitos:

1. Se procederá a hincar en el terreno hasta la profundidad indicada en el proyecto, varillas de acero de 2.54 cm de diámetro que constituirán el ánodo del sistema. La ubicación y número de estas varillas será el indicado en el proyecto.

2. Con el fin de evitar la corrosión en las varillas, éstas se deberán cubrir con pintura ahulada o epóxica.

3. Se conectarán los electrodos, tanto el cátodo (negativo) como el ánodo (positivo), a una fuen-

te de corriente continua (no senoidal). El gradiante eléctrico que deberá aplicarse al inicio de la operación de un nuevo par de electrodos ánodo-cátodo variará entre 0.20 y 0.30 V/cm y una vez estabilizado (aproximadamente a las 4 h), se deberá mantener hasta el final del tratamiento en dicho par y en todo el sistema de bombeo un gradiente variable entre 0.12 y 0.15 V/cm.

c) El bombeo deberá programarse de tal manera que al iniciar cualquier etapa de excavación, todos los pozos que queden comprendidos dentro de dicha etapa tengan un tiempo de bombeo previo fijo de 15 días o el lapso que señale el proyecto.

1. Se podrá iniciar el bombeo por el sistema de gravedad y posteriormente por el de electrósmosis, respetando el tiempo en días indicado en el proyecto.

2. Cuando se esté atacando cualquier etapa de excavación, será necesario que se encuentren funcionando los pozos que se localicen a cuando menos 10 m, medidos a partir del pié de los taludes; los pozos que se encuentren después de estos 10 m, según el sentido de la excavación, deberán programarse para su inicio de bombeo de tal manera que no sobrepasen el tiempo fijo de 15 días o el indicado por el proyecto.

3. La suspensión del tratamiento eléctrico en cada pozo se hará en el momento que se inicie el colado de la losa de piso de la etapa en que se encuentre dicho pozo, dejando el bombeo por gravedad hasta que se cuele la losa de techo del cajón o de la estación.

d) Control del abatimiento del nivel freático. Salvo indicaciones en contrario, para controlar el funcionamiento del sistema, se deberá llevar un registro diario de los siguientes aspectos:

1. La presión de operación de las bombas, el gasto extraído y el nivel dinámico se controlarán según lo indicado en el párrafo 006.E.02.f de este capítulo.

2. Voltaje y amperaje. Deberá controlarse el gradiente eléctrico especificado entre varilla ánodo y pozo cátodo, con objeto de mantener la uniformidad en el bombeo; para ello, se tomarán lecturas tanto de la diferencia de potencial como de la intensidad de corriente aplicada al sistema en todos los pares de electrodos, con una frecuencia de dos veces por día. Con estos datos, se elaborarán gráficas voltaje-tiempo y amperaje-tiempo, para cada par de electrodos escogidos hasta que en el pozo cátodo quede suspendido el bombeo.

3. El Contratista informará al proyectista y al Representante sobre el control durante la operación del sistema, cuando menos una vez cada semana.

e) Requisitos de seguridad durante el trabajo. Con objeto de prevenir posibles accidentes en las zonas tratadas por medio de electrósmosis, el personal que labore deberá observar las siguientes medidas de seguridad:

1. En la vecindad de los ánodos el personal deberá usar botas de hule.

2. Ni los electrodos ni los cables de conexión deberá ser tocados cuando se encuentren en funcionamiento.

3. Los operadores de maquinaria deberán poner especial atención en evitar cualquier cortocircuito.

4. Al empezar a funcionar un nuevo par de electrodos, se deberá suministrar el amperaje requerido por el suelo, durante el tiempo necesario para estabilizar el voltaje suficiente para cumplir con el gradiente mínimo especificado. Para efectuar esta operación, puede desconectarse todo el sistema durante el tiempo necesario para estabilizar la corriente.

5. Una vez que el nuevo par (cátodo-ánodo) haya alcanzado el gradiente especificado, sin variaciones importantes de la corriente, se procederá a conectar todo el sistema. Logrado esto, se deberá mantener el gradiente eléctrico fluctuando entre los límites especificados, para lo cual las varillas ánodo se moverán hacia arriba y hacia abajo, una vez cada dos días. Si al tratar de extraer la varilla ésta se rompe, deberá colocarse una nueva lo más cerca posible a la original y revestirla en la zona de ruptura con pintura anticorrosiva.

f) Requisitos de aceptación

1. Antes de iniciar el tratamiento electrosmótico deberán instalarse piezómetros de acuerdo con lo indicado en el capítulo 3.01.03.011 y deberán tomarse las lecturas necesarias antes de iniciar el bombeo.

2. De igual manera, antes de iniciar el bombeo deberá hacerse un sondeo con muestreo inalterado continuo sobre el eje del Metro, a la mitad de la longitud de tramo donde se inicie y hasta una profundidad de 15 m; no se podrá iniciar el bombeo si este sondeo no ha sido realizado.

3. Al concluir los días de bombeo especificados, se deberá realizar un nuevo sondeo a 2.0 m de distancia del anterior, también sobre el eje del Metro, a 15 m de profundidad y con muestreo inalterado continuo, con objeto de conocer los efectos del tratamiento sobre el material por excavar.

4. Terminado el periodo previo de bombeo se deberán tomar las lecturas piezométricas necesarias.

5. No se podrá iniciar la excavación del primer tramo si no se tienen efectuados el primero y segundo sondeos indicados en los puntos 2 y 3 anteriores y tomadas las lecturas piezométricas indicadas en el punto 4.

006.E.03 TIEMPOS DE BOMBEO

Podrán variar en el proyecto para cada tramo en particular. Además, durante la excavación deberán

tomarse las debidas precauciones para proteger la estabilidad de los taludes durante el bombeo.

006.E.04 BOMBEO MEDIANTE POZOS CON BOMBAS EYECTORAS

Deberá realizarse de acuerdo con lo indicado en el proyecto y tomando en cuenta los lineamientos establecidos en el inciso 006.E.02 de este capítulo.

006.F SISTEMA DE MEDICION

Ver 3.01.03.101.F de "Introducción".

006.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Ver 3.01.03.101.G de "Introducción".

CAPITULO 3.01.03.007

EXCAVACIONES DEL NUCLEO EN EL CAJON

007.A DESCRIPCION

Son las operaciones necesarias para la remoción y extracción de materiales, ejecutadas a cielo abierto con maquinaria y manualmente, entre estructuras de contención y/o taludes diseñados según las características de los suelos, en cada tramo de las líneas subterráneas en cajón, de acuerdo con lo fijado en el proyecto.

007.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Adaptación de las áreas de trabajo	3.01.01.002.E
Excavaciones para estructuras	3.01.01.005.E
Topografía para localización	3.01.03.003.E
Muros ataguía colados en sitio	3.01.03.004.E
Muros ataguía prefabricados	3.01.03.005.E
Abatimiento del nivel freático	3.01.03.006.E
Construcción de la estructura del cajón	3.01.03.008.E
Rellenos	3.01.03.009.E
Instrumentación y mediciones de control	3.01.03.011.E
Señalamiento	3.01.07.012.E
Seguridad	3.01.07.013.E

007.E REQUISITOS DE EJECUCION

007.E.01 EQUIPO DE EXCAVACION

El equipo de excavación deberá contar con una pluma rígida de suficiente sección transversal, para garantizar la mayor rigidez posible, según las profundidades de excavación previstas.

a) La rigidez del equipo deberá ser suficiente para evitar cualquier movimiento lateral del péndulo que pudiera acarrear desviaciones o defectos en la forma de la sección de excavación.

b) El equipo deberá estar acondicionado para permitir una rectificación rápida de su posición vertical en caso necesario, y deberá permitir un centrado constante y fijo de la herramienta de corte en posición de perforación; todas estas características deberán ser comprobadas continuamente durante el proceso de excavación.

007.E.02 TIPOS DE EXCAVACION

a) Durante la ejecución de las excavaciones se presentarán para los diferentes tipos de suelos, los siguientes casos:

   1. En seco.

   2. Eliminando el agua de la excavación mediante drenes auxiliares, por bombeo y por abatimiento, en cuyo caso la excavación será en seco.

   3. En material saturado o lodoso.

b) Las excavaciones para alojar las líneas subterráneas en cajón, podrán considerarse como sigue:

   1. Entre muros tablestaca longitudinales.

   2. Entre taludes de la excavación, sin muros tablestaca.

007.E.03 EXCAVACION ENTRE MUROS TABLESTACA

Se efectuará a cielo abierto y estará limitada en el sentido transversal por los muros tablestaca y en el sentido longitudinal por taludes de excavación. La excavación deberá sujetarse a los siguientes lineamientos:

a) El proyecto indicará las etapas en que deberán efectuarse las excavaciones.

b) Cuando se indique abatimiento del nivel freático, éste se efectuará de acuerdo con lo establecido en el capítulo 3.01.03.006, y el tiempo de bombeo transcurrido antes de iniciar la excavación será el indicado por el proyecto.

c) Salvo lo indicado en el proyecto, la excavación entre muros tablestaca colados en el lugar, se iniciará una vez que el concreto de los muros alcance la resistencia de proyecto. La excavación entre muros tablestaca prefabricados se iniciará una vez que hayan transcurrido por lo menos tres días de colocados.

d) Una vez iniciada la excavación de cualquier etapa no es conveniente interrumpirla antes de alcanzar la profundidad de proyecto; si por alguna razón se suspende por un periodo cualquiera, la profun-

didad en que se suspenda no deberá ser mayor que la indicada en el proyecto.

e) Durante la etapa de excavación en los tramos y estaciones, deberán respetarse los tiempos de excavación, con lás longitudes y profundidades de ataque y los procedimientos inmediatos de construcción de las estructuras siguientes a dicho proceso.

f) Los apuntalamientos deberán colocarse tan pronto como la excavación descubra los puntos de aplicación, no debiendo continuar con la excavación si los puntales no han sido colocados, debiéndose observar los siguientes lineamientos:

1. Los puntales serán del tipo y características que indique el proyecto.

2. Los niveles de aplicación, elevaciones y número de los puntales se colocarán de acuerdo con lo que señale el proyecto, dentro de las tolerancias que en él se indiquen.

3. Todos los puntales deberán colocarse con una precarga de 294 kN (30 t) o la precarga que se indique en el proyecto para cada caso en particular.

4. La separación entre pares de puntales en juntas de construcción será de 1.0 m centro a centro, de tal manera que queden simétricamente colocados con respecto a la junta, excepto donde se indique otra distancia.

5. Inmediatamente después de colocar un puntal, deberá sujetarse para evitar que se desplace verticalmente.

6. Si en las elevaciones indicadas para la colocación de puntales el concreto del muro tablestaca se encuentra contaminado, los puntales deberán apoyarse sobre una zona reconstruida en el muro, de tal manera que se garantice su continuidad estructural.

7. Los puntales deberán retirarse en la etapa constructiva que señale el proyecto.

8. Por ningún motivo deberán emplearse puntales cuyo diámetro sea menor al indicado en el proyecto.

9. La colocación de puntales entre los muros tablestaca prefabricados, se hará en la forma que especifique el proyecto.

g) La inclinación de los taludes que limitan a cada una de las etapas de la excavación no deberá ser mayor a la que indique el proyecto y deberán llevarse a cabo todas las protecciones necesarias para mantenerlo estable.

h) En caso de que durante la excavación aparezca agua, producto de filtraciones por presencia del nivel freático o por lluvias, ésta se controlará por medio de cárcamos construidos a lo largo del eje longitudinal de la excavación, comunicados entre sí por medio de zanjas, desde las cuales se extraerá el agua por medio de bombas autocebantes. Tal extracción se deberá realizar con el número suficiente de bombas, de tal manera que el fondo de la excavación permanezca seco.

007.E.04 EXCAVACIONES EN SECO ENTRE TALUDES DE LA EXCAVACION, SIN MUROS TABLESTACA

El proyecto indicará el procedimiento de ataque y las inclinaciones de los taludes en las zonas por excavar en seco y sin muros tablestaca; se observarán los siguientes lineamientos:

a) Los taludes de toda excavación se perfilarán y acabarán ajustándolos a las secciones correspondientes fijadas en el proyecto y las ordenadas por el Representante; asimismo se cortarán al ras las raíces, troncos y todo material orgánico que sobresalga de la línea definida del talud. Las protecciones adicionales serán las indicadas en el proyecto.

b) Cuando en las excavaciones se requiera compactar la superficie de desplante u otra obra auxiliar, la compactación se ejecutará de acuerdo con lo establecido en el proyecto.

c) Drenaje. Ver 007.E.03.h de este capítulo.

007.E.05 EXCAVACION EN ROCA

El proyecto fijará los procedimientos de ejecución de las excavaciones en roca, tomándose en cuenta los siguientes requisitos generales:

a) La excavación podrá efectuarse usando explosivos, debiendo tomarse medidas de seguridad a fin de no aflojar el material más allá de la superficie fijada en el proyecto. Esta operación se hará planeando cuidadosamente las cargas y el manejo de los detonadores.

b) El diseño y plan de voladura será el que señale el proyecto y apruebe el Representante.

c) La excavación en roca podrá efectuarse de la siguiente manera:

1. A medida que la roca se vaya fragmentando, se irá retirando con maquinaria, tomando las debidas precauciones.

2. Las detonaciones se darán por terminadas una vez que se haya roto la capa de roca, o bien hasta alcanzar la profundidad de proyecto.

3. Una vez alcanzada la profundidad de proyecto se procederá a la colocación de la plantilla de concreto, con las características indicadas en el proyecto.

d) Durante la excavación en roca se deberán tomar en cuenta los siguientes lineamientos:

1. El diseño y el plan de voladura puede ser tentativo y no releva al Contratista de su responsabilidad de la seguridad y adecuación de este plan para obtener la fragmentación deseada.

2. Se deberá elaborar un levantamiento fehaciente del estado actual de las construcciones cercanas, para que posteriormente no puedan imputarse daños a consecuencia de las voladuras.

3. El Contratista será directamente responsable en cuanto al manejo, compra y detonación de los

explosivos, así como de cumplir con las normas y reglamentos federales, estatales y municipales de seguridad para el uso de explosivos.

4. Se deberá seleccionar el explosor adecuado para el número y longitud de los alambres que corresponda con la resistencia combinada del circuito completo de la voladura.

5. La vibración que se produzca por las voladuras no deberá exceder los límites de vibración tolerables para las construcciones cercanas, para lo cual se deberán hacer mediciones de la vibración en las cercanías de las construcciones al efectuar las voladuras.

e) Drenaje. Ver 007.E.03.h de este capítulo.

007.E.07 PRECAUCIONES

Durante la ejecución de las excavaciones se respetarán y en su caso se repondrán los señalamientos colocados por instrucciones del Representante.

007.E.08 MATERIAL DE EXCAVACION

Salvo indicación en contrario, el material producto de las excavaciones podrá ser utilizado en relleno u otros conceptos de trabajo en cualquier lugar de la obra dentro de los límites del acarreo libre, previa autorización del Representante. Los materiales sobrantes deberán utilizarse o desperdiciarse, depositándolos en el lugar y forma autorizados por el Representante.

007.E.09 INSTRUMENTACION

Con objeto de medir las deformaciones, presiones hidráulicas y esfuerzos del suelo antes, durante y después de la excavación, deberán instalarse los instrumentos y aparatos de control en la forma que señale el proyecto y apruebe el Representante. Los instrumentos y aparatos de control se instalarán de acuerdo con lo establecido en el capítulo 3.01.03.011.

007.F SISTEMA DE MEDICION

Ver 3.01.03.001.F de "Introducción".

007.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Ver 3.01.03.001.G de "Introducción".

CAPITULO 3.01.03.008

CONSTRUCCION DE LA ESTRUCTURA DEL CAJON

008.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de trabajos y operaciones necesarias que se realizan para formar estructuras huecas de sección transversal rectangular, construidas de concreto reforzado y/o presforzado, destinadas a la circulación de los trenes del Metro, cumpliendo con lo fijado en el proyecto.

008.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Plantillas	3.01.01.008
Terracerías	3.01.07.004
Trazos y nivelaciones	DDF 3.10
Estructuras de concreto reforzado	3.01.01.012
Estructuras de concreto presforzado	3.01.01.013
Topografía para localización	3.01.03.003
Muros ataguía colados en sitio	3.01.03.004
Muros ataguía prefabricados	3.01.03.005
Excavaciones del núcleo en el cajón	3.01.03.007
Instrumentación y mediciones de control	3.01.03.011
Seguridad	3.01.07.013.E
Concreto hidráulico	4.01.01.002.G
Varillas de acero corrugadas y lisas para refuerzo de concreto	4.01.01.005.A
Madera para cimbras	4.01.01.008.A
Rejillas electroforjadas	4.01.01.005.Ñ

008.E REQUISITOS DE EJECUCION

Las estructuras del cajón del Metro se construirán cumpliendo con las dimensiones, procedimientos, tiempos de ejecución, secciones, juntas, preparaciones para las operaciones del tren, elevaciones y niveles fijados en el proyecto.

a) Se deberán prever las preparaciones para el drenaje y ventilación del cajón, de acuerdo con lo señalado en el proyecto y se construirán con los materiales establecidos en él.

b) El proyecto fijará las dimensiones de los cajones y de ampliación, cuando se requiera alojar más de dos vías, además de las instalaciones electromecánicas que se requieran dentro del cajón.

008.E.01 PLANTILLA Y/O TRATAMIENTO DEL FONDO DE LA EXCAVACION

Al terminar la excavación se deberá afinar su fondo para la construcción de la losa de fondo o de piso del cajón, en la forma que señale el proyecto y de acuerdo con los siguientes requisitos:

a) Plantillas de concreto. Se llevará a cabo siguiendo los lineamientos establecidos en el capítulo 3.01.01.008.

b) Mejoramiento del fondo de la excavación. Cuando lo indique el proyecto, el fondo de la excavación deberá mejorarse de acuerdo con lo establecido en el capítulo 3.01.07.004.

c) Antes de colocar la plantilla y/o el mejoramiento, las grietas y oquedades que se encuentren en el lecho de roca o suelo del fondo de la excavación, se rellenarán con concreto, mortero o lechada de cemento, en la forma que lo indique el proyecto.

d) Las plantillas y los mejoramientos deberán colocarse en el lapso que se indique en el proyecto.

008.E.02 COLOCACION DEL ACERO DE REFUERZO EN LAS ESTRUCTURAS QUE FORMAN PARTE DEL CAJON

El acero de refuerzo que se utilice en las losas de piso y de techo, y en los muros estructurales de acompañamiento deberá colocarse en la forma que indique el proyecto y de acuerdo con los requisitos de ejecución establecidos en el capítulo 3.01.01.012.

008.E.03 COLOCACION DE CIMBRAS

Las cimbras que se utilicen en las losas de piso, muros y techo, deberán colocarse en la forma que señale el proyecto y de acuerdo con los requisitos de ejecución establecidos en el capítulo 3.01.01.012.

008.E.04 JUNTAS DE CONSTRUCCION

Las juntas de construcción que se utilicen en los elementos estructurales de concreto reforzado deberán colocarse en la forma que indique el proyecto, y como lo establece el capítulo 3.01.01.012.

008.E.05 COLADO DEL CONCRETO EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL CAJON

El Contratista con una anticipación de 24 horas, deberá dar aviso por escrito al Representante antes de colar el concreto de los elementos estructurales del cajón, para que el Representante tenga oportunidad de inspeccionar la elevación de los desplantes, la solidez, dimensiones y demás requisitos de los moldes, la correcta colocación y firmeza del acero para concreto y las instalaciones necesarias de proyecto.

a) Losa de piso

1. Durante el armado de la losa de piso deberán dejarse las preparaciones necesarias para continuar posteriormente con el armado y colado de los muros.

2. El concreto que se utilizará en el colado de la losa de piso deberá cumplir con lo indicado en el proyecto y con los requisitos de ejecución establecidos en el capítulo 3.01.01.012.

3. El colado de la losa de piso deberá ser en el lapso que fije el proyecto, una vez colocada la plantilla.

b) Muro estructural de acompañamiento

1. La construcción de los muros estructurales de acompañamiento de concreto reforzado deberá realizarse de acuerdo a lo indicado en el proyecto y según lo indicado en el capítulo 3.01.01.012.

2. Se respetará el periodo fijado en el proyecto una vez colada la losa de piso.

3. Durante el colado de los muros estructurales deberán dejarse las preparaciones necesarias para la recuperación de los puntales, de acuerdo con lo indicado en el proyecto.

4. Se deberán dejar las preparaciones necesarias para continuar con las etapas constructivas posteriores.

c) Losa de techo. La construcción de la losa de techo colada en el lugar deberá ser de acuerdo con lo indicado en el proyecto y de acuerdo con lo establecido en el capítulo 3.01.01.012, debiéndose respetar los periodos de ejecución durante su construcción.

d) Características del concreto. El concreto que se utilice en el colado de los elementos estructurales del cajón deberá cumplir con las características de resistencia fijadas en el proyecto y adicionalmente con lo siguiente:

1. El concreto deberá ser premezclado y con grado de calidad "A".

2. La elaboración del concreto deberá cumplir con los requisitos de elaboración de la cláusula 4.01.01.002.G.

3. La colocación, preparativos para el colado, transporte y curado deberán cumplir con los requisitos establecidos en el capítulo 3.01.01.012.

008.E.06 COLOCACION DE ELEMENTOS PREFABRICADOS

a) Tabletas precoladas presforzadas para techo. Estas deberán colocarse en la forma que indique el proyecto y de acuerdo con lo siguiente:

1. Deberá cumplirse con los requisitos de fabricación y tolerancias establecidos en el capítulo 3.01.01.013.

2. El apoyo mínimo sobre la estructura del cajón será de 150 mm o lo que fije el proyecto.

3. Deberá respetarse el tiempo de colocación que determine el proyecto.

008.E.07 COLOCACION DE LAS REJILLAS DE VENTILACION

a) Las preparaciones dejadas para la construcción y colocación de la losa de techo, servirán para colocar las rejillas de ventilación de acuerdo con lo indicado en el proyecto.

b) La colocación y características de las rejillas deberá cumplir con lo indicado en el proyecto, las cuales deberán ser electroforjadas y deberán cumplir con los siguientes lineamientos (figs 008-1 y 008-2), excepto lo que señale el proyecto.

1. Siempre deberá existir una solera de remate en el perímetro de la rejilla.

2. Las soleras siempre se orientarán de forma que se apoyen en los elementos estructurales (viguetas o diafragmas), cuyo claro sea menor, sin importar si el tránsito es en una dirección o en otra.

3. Deberá colocarse una solera de 12.7 mm de espesor en el perímetro de la rejilla, para evitar que ésta se mueva en el plano vertical. El tipo de solera será indicado en el proyecto.

4. Una de cada 16 soleras deberá soldarse con soldadura de filete, tanto a las viguetas como al ángulo de remate en diafragmas y guarniciones.

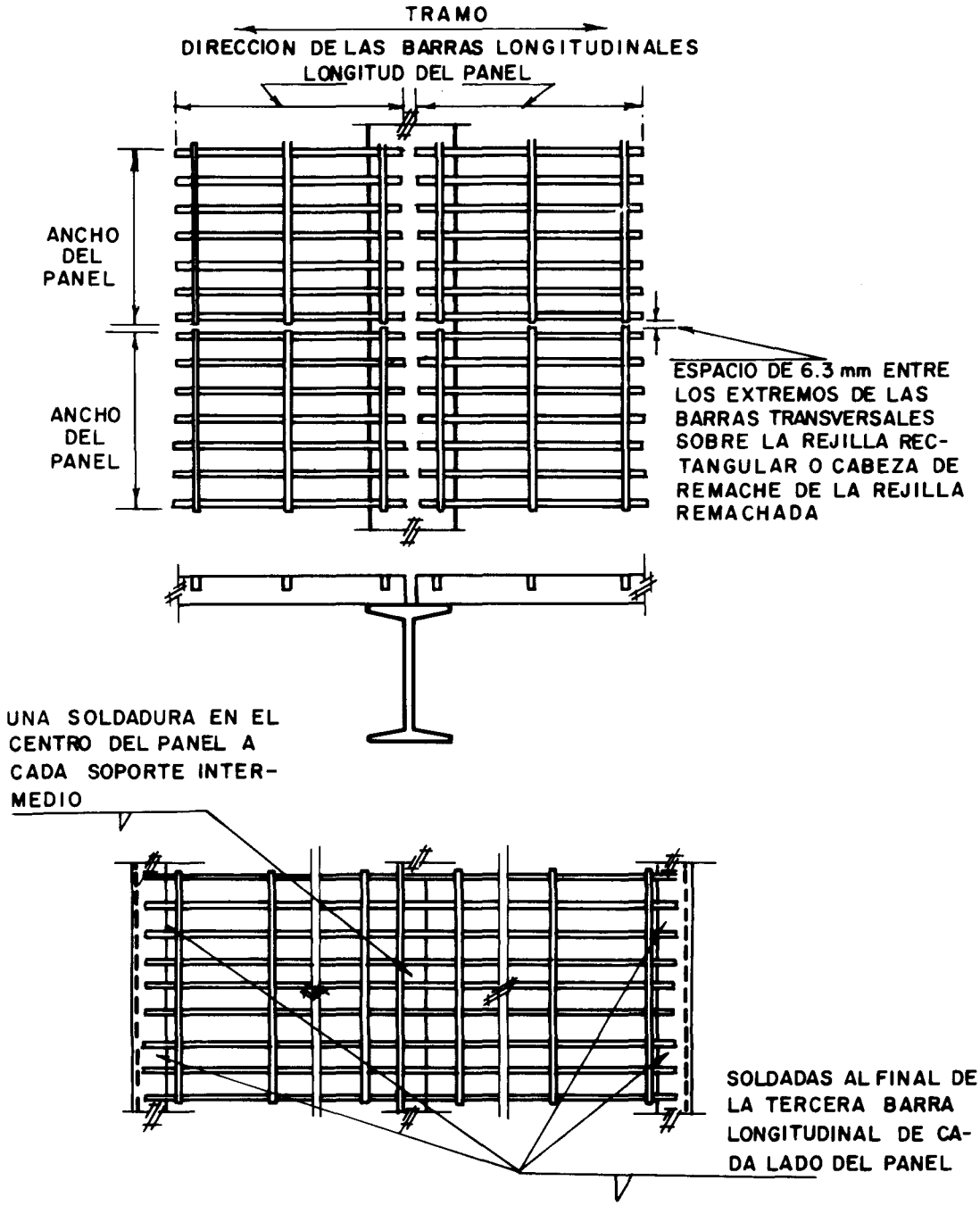
c) La fabricación y calidad de las rejillas electroforjadas deberán cumplir con los requisitos establecidos en la cláusula 4.01.01.005.Ñ.

008.F SISTEMA DE MEDICION

Ver 3.01.03.001.F de "Introducción".

008.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Ver 3.01.03.001.G de "Introducción".



NOTA:
LA REJILLA DEBERA ESTAR SIEMPRE FIRMEMENTE ANCLADA A SUS SOPORTES, DE TAL MODO QUE SE GARANTICE LA SEGURIDAD DE LA MISMA.

Fig 008-1 Detalles para la colocación de la rejilla

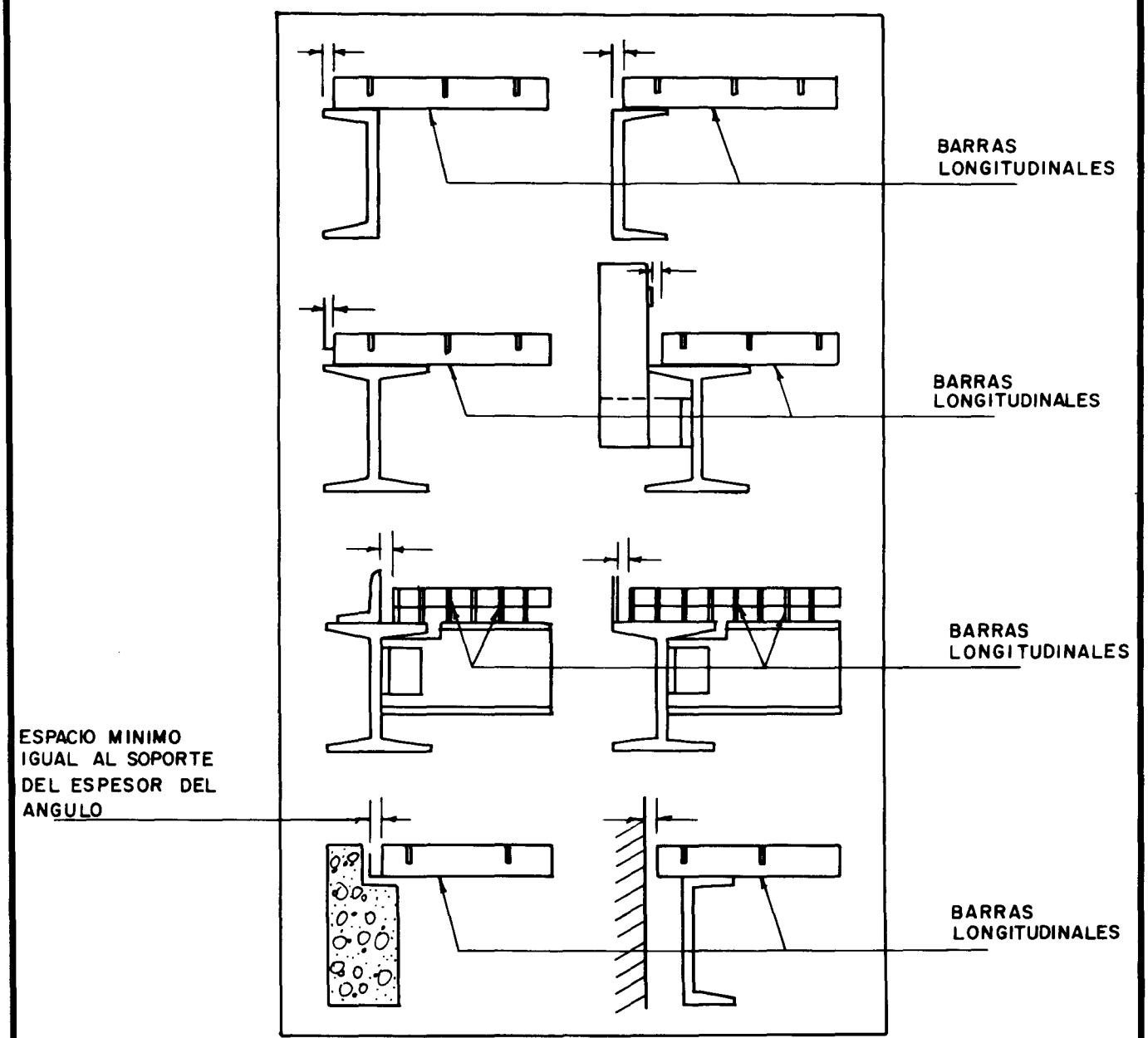


Fig 008-2 Detalles para la colocación de la rejilla

CAPITULO 3.01.03.009

RELLENOS

009.A DESCRIPCION

Se designará como relleno al material térreo que se colocará sobre la losa de techo del cajón subterráneo, con objeto de alcanzar la elevación de la línea subrasante de los pavimentos o a los niveles señalados en el proyecto.

009.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Rellenos en estructuras	3.01.01.011
Construcción de la estructura del cajón	3.01.03.008.E
Terracerías	3.01.07.004.E
Pavimentos	3.01.07.005.E
Señalamiento	3.01.07.012.E
Seguridad	3.01.07.013.E
Materiales para terracerías	4.01.01.015.A
Materiales para subbase de pavimentos flexibles	4.01.01.015.B
Materiales para base hidráulica y subbase de pavimentos rígidos	4.01.01.015.C

009.C MATERIALES

Los materiales que se empleen para formar los rellenos deberán ser aprobados por el Representante y cumplir con los siguientes requisitos de calidad:

a) El material utilizado para la formación de los rellenos no debe contener troncos, ramas, raíces y en general estará libre de toda materia orgánica; no contendrá cascajo, fragmentos de materiales extraños, ni piedras mayores de 70 mm de tamaño medio, cuando se emplee sobre el cajón subterráneo y no mayores de 38 mm, cuando se emplee en rellenos inferiores en zonas dentro de la estación subterránea en cajón.

b) El material predominante deberá ser areno-limoso (tepetate).

c) La contracción lineal máxima admisible será de 3 por ciento y el límite líquido máximo del material del 50 por ciento.

d) El valor relativo de soporte deberá ser como mínimo de 10 por ciento.

e) El porcentaje máximo de partículas que pasen por la malla de 0.75 mm (NOM F 0.75; ASTM No. 200), no deberá ser mayor del 50 por ciento en los materiales que se empleen sobre el cajón subterráneo y del 40 por ciento en materiales para rellenos inferiores dentro de la estación.

009.E REQUISITOS DE EJECUCION

El proyecto determinará si las operaciones de relleno deberán ejecutarse en forma manual o con maquinaria o con una combinación de ambas. Cuando se utilice maquinaria, deberá ser previamente autorizada por el Representante.

El equipo que se emplee para la formación y compactación de las capas de relleno sobre la losa de techo del cajón subterráneo, deberá cumplir con los siguientes requisitos:

a) Se podrá emplear cualquier equipo manual para la compactación, pero deberá lograrse el peso volumétrico seco máximo especificado.

b) El equipo autopropulsado que se emplee para el acomodo y compactación del material podrá ser de rueda neumática o metálica, o a base de orugas, pero en ningún caso deberá producir sobre la losa de techo, una presión mayor de 29.42 kPa (3 t/m^2), tomando en cuenta el peso del equipo y el peso del material de la primera capa.

c) Se deberá contar con el equipo suficiente y necesario para compactar las zonas donde no pueda pasar el equipo voluminoso empleado para la compactación general, por ejemplo en las orillas.

d) Se podrá utilizar equipo vibratorio autopropulsado después de haber construido la segunda capa de relleno, y su peso no deberá ser mayor de 19614 N (2000 kg).

El relleno sobre el cajón subterráneo deberá efectuarse después de que el concreto empleado en la losa de techo haya alcanzado su resistencia de proyecto, a los 14 o 28 días de edad, dependiendo del tipo de cemento empleado en la elaboración del concreto. En zonas de vestíbulos o en otras áreas de las instalaciones subterráneas el relleno se podrá efectuar después de que el concreto de la losa inferior haya alcanzado su fraguado inicial.

009.E.01 TENDIDO DEL MATERIAL

El tendido del material se realizará con un equipo capaz de garantizar una buena incorporación, al material térreo, del agua requerida para alcanzar la humedad óptima.

009.E.02 COMPACTACION DEL MATERIAL

Los rellenos deberán efectuarse con los grados de compactación y los espesores de cada capa indicada en el proyecto.

a) Primera capa. La primera capa que se forme directamente sobre las trabes que techarán el cajón subterráneo tendrá un espesor compactado no menor de 30 cm y deberá alcanzar un grado de compactación de 90 por ciento cuando el espesor total del relleno sea de 3 m o menor. Salvo indicación en contrario, podrán admitirse espesores de primera capa mayores de 30 cm y hasta de 60 cm, cuando la profundidad o espesor total del relleno sea hasta de 8 m, el cual deberá alcanzar un grado de compactación mínimo de 85 por ciento.

b) Después de la primera capa, los rellenos deberán hacerse por capas con espesor compactado no mayor de 30 cm; en cada capa deberá alcanzarse por lo menos el 90 por ciento de grado de compactación del material. Cuando el relleno total tenga alturas mayores de 3 m podrán admitirse capas con espesores de más de 30 cm y grado de compactación mínimo de 85 por ciento, que variará según se indique en el proyecto.

c) La última capa de los rellenos sobre los que se reconstruirán los pavimentos, deberá ser compactada al 95 por ciento y el espesor de la capa compactada será de 30 centímetros.

d) La compactación del material de relleno en las zonas de vestíbulos y en otras áreas dentro de la estación subterránea en cajón, deberá efectuarse de acuerdo con los procedimientos establecidos en el capítulo 3.01.01.011.

009.E.03 ALTERNATIVAS PARA LOS RELLENOS DE DIFERENTES PESOS VOLUMETRICOS

Salvo indicación en contrario, para obtener un relleno con un peso volumétrico de 2 t/m³ sobre la losa de techo del cajón subterráneo, se podrá colocar una primera parte de relleno que consistirá en concreto pobre de 2.2 t/m³ de peso volumétrico y el resto con material areno-limoso compactado, cuyo peso volumétrico húmedo puede escogerse entre 1.5 y 1.7 t/m³.

a) Cuando se emplee este tipo de relleno mixto, conviene respetar los espesores de relleno y de concreto que se indican en la tabla 009-1.

b) El relleno de concreto pobre se colocará tomando en cuenta las disposiciones establecidas en el inciso 009.E.03 de este capítulo.

009.E.04 MUESTREO DE LOS MATERIALES

Se deberá llevar un control de calidad de los materiales a utilizar en los rellenos, que será verificado periódicamente por el Representante y para ello será necesario que el Contratista encargado de los trabajos de relleno, informe oportunamente por escrito al Representante, de su intención de ejecutar rellenos; además el Contratista deberá proporcionar las facilidades necesarias para obtener muestras representativas del material de relleno, antes de su empleo.

a) La frecuencia con que se realicen estos muestreos dependerá del cambio de homogeneidad que se observe en el material del frente de explotación del banco.

b) Se requerirá un mínimo de tres determinaciones del grado de compactación y del espesor de la capa compactada, por cada 150 m² o fracción de cada capa tendida y compactada.

Tabla 009-1. Alternativa para los rellenos de diferentes pesos volumétricos

Espesor total del relleno, en m	Alternativa I		Alternativa II		Alternativa III	
	Espesor de concreto pobre de 2.2 t/m³, en m	Espesor de suelo compactado de 1.5 t/m³, en m	Espesor de concreto pobre de 2.2 t/m³, en m	Espesor de suelo compactado de 1.6 t/m³, en m	Espesor de concreto pobre de 2.2 t/m³, en m	Espesor de suelo compactado de 1.7 t/m³, en m
0.60	0.43	0.17	0.40	0.20	0.36	0.24
0.80	0.57	0.23	0.53	0.27	0.48	0.32
1.00	0.71	0.29	0.67	0.33	0.60	0.40
1.20	0.86	0.34	0.80	0.40	0.72	0.48
1.40	1.00	0.40	0.93	0.47	0.84	0.56
1.60	1.14	0.46	1.07	0.53	0.96	0.64
1.80	1.29	0.51	1.20	0.60	1.08	0.72
2.00	1.43	0.57	1.33	0.67	1.20	0.80
2.20	1.57	0.63	1.47	0.73	1.32	0.88
2.40	1.71	0.69	1.60	0.80	1.44	0.96
2.60	1.86	0.74	1.73	0.87	1.56	1.04
2.80	2.00	0.80	1.87	0.93	1.68	1.12
3.00	2.14	0.86	2.00	1.00	1.80	1.20

CAPITULO 3.01.03.010

PAVIMENTACION

010.B REFERENCIAS

Ver 3.01.07.005 "Pavimentos".

CAPITULO 3.01.03.011

INSTRUMENTACION Y MEDICIONES DE CONTROL

011.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de operaciones y trabajos necesarios para instalar aparatos de medición, con objeto de conocer las pérdidas de presión hidrostática en el subsuelo y los movimientos que se pudieran presentar durante la construcción de los tramos y estaciones del Metro.

Los instrumentos empleados podrán ser los siguientes:

a) Piezómetros. Miden la carga de presión del agua en el punto en el que quedan instalados; pueden ser neumáticos o abiertos.

b) Inclinómetros. Miden los desplazamientos horizontales de los taludes en excavaciones, en muros de retención y en muros ataguía durante la excavación.

c) Celdas de presión hidráulica. Miden las presiones que se ejercen contra los muros de contención y ataguías.

d) Bancos de nivel. Se colocan desde la superficie del terreno hasta el fondo de la excavación con objeto de medir las expansiones y/o asentamientos que ocurran antes, durante y después de la excavación; los bancos de nivel pueden ser profundos o superficiales.

e) Línea de colimación. Son puntos que se instalan sobre el terreno superficial con el propósito de llevar control de los desplazamientos horizontales.

f) Referencias para nivelación. Son marcas o puntos que se colocan en un lugar determinado para el control de las mediciones; estas referencias se podrán instalar en los muros, en las fachadas de edificios y en otros lugares fijos.

011.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Adaptación de las áreas de trabajo	3.01.01.002.E
Topografía para localización	3.01.03.003.E
Muros ataguía colados en sitio	3.01.03.004.E
Muros ataguía prefabricados	3.01.03.005.E
Abatimiento del nivel freático	3.01.03.006.E
Excavaciones del núcleo en el cajón	3.01.03.007.E
Concreto hidráulico	4.01.01.002.G
Mortero para albañilería	4.01.01.003.H
Tuberías de acero para instalaciones hidráulicas	4.01.01.017.D
Tubería de PVC y conexiones	4.01.01.017.G
Tubos de fierro colado gris para cañerías y sus conexiones	4.01.01.017.J
Lodos bentoníticos	4.01.01.024.A

011.E REQUISITOS DE EJECUCION

Las características de los instrumentos o aparatos de medición, la cantidad por instalar, colocación, localización y profundidad serán los indicados en el proyecto.

Cualquier tipo de instrumento o aparato de medición por instalar deberá ser aprobado por el Representante, y éstos deberán ser colocados cuando menos siete días antes de iniciar el abatimiento del nivel freático, excepto cuando el proyecto indique otro lapso.

011.E.01 INSTALACION DE PIEZOMETROS

Los piezómetros podrán ser neumáticos o abiertos, dependiendo de las condiciones del terreno y cumpliendo con lo indicado en el proyecto. El procedimiento para su instalación, salvo indicación en contrario, deberá ajustarse a los siguientes lineamientos:

a) Los piezómetros estarán alojados dentro de perforaciones verticales de 15.25 cm (6 pulg) de diámetro, embebidos en un filtro de arena graduada o grava y arena (fig 011-1). Arriba del filtro se colocará un sello constituido por bolas de bentonita unidas con una mezcla de agua-cemento-bentonita; sobre este sello se colocará material de relleno hasta el brocal de la perforación. Los espesores de estos materiales serán los especificados en el proyecto.

b) Los piezómetros se alojarán dentro de un ademe de tubo de PVC o metálico de 5.1 cm (2 pulg) de diámetro el cual se irá recortando a medida que avance la excavación.

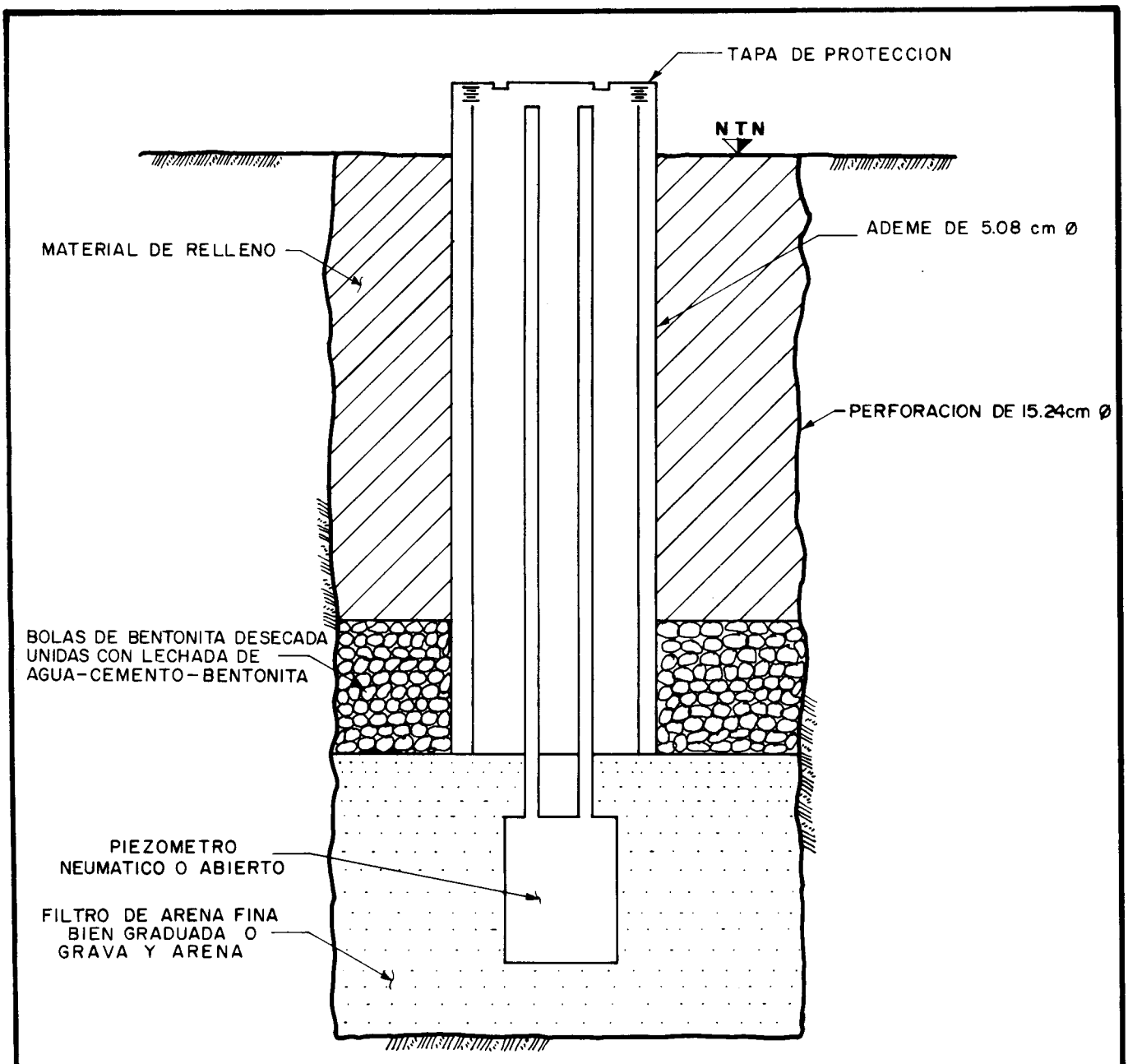


Fig 011-1 Piezómetro neumático o abierto

c) Se tomarán lecturas iniciales del piezómetro instalado para comprobar su correcto funcionamiento.

d) Se deberán proteger los brocales definitivos con una caja de registro con tapa.

011.E.02 COLOCACION DE INCLINOMETROS

Salvo lo que indique el proyecto, la colocación de inclinómetros se ajustará a los siguientes lineamientos:

a) Para introducir la tubería del inclinómetro se deberá realizar una perforación de 15.24 cm (6 pulg) de diámetro; los tramos de tubería deberán tener una longitud de 1.50 m, unidos con coples traslapados sobre la tubería del inclinómetro que permitan dejar una separación de 10 cm entre dos tramos adyacentes; este traslapo se deberá realizar a base de remaches y flejes, cubriendo toda la longitud del cople con cinta plástica y recubriendo finalmente con cera.

b) Las tuberías alcanzarán la profundidad que indique el proyecto y las ranuras de deslizamiento serán orientadas en las direcciones paralela y perpendicular respectivamente, al eje de los muros Milán, excepto que se indique lo contrario.

c) Salvo lo indicado en el proyecto, el instrumento con el cual se deberá realizar las mediciones de la tubería, deberá ser un inclinómetro de tipo eléctrico, con sensibilidad de 1/2500.

011.E.03 CELDAS DE PRESION HIDRAULICA

Se instalarán en la forma, ubicación y en la cantidad que señale el proyecto; estos aparatos servirán para conocer las presiones que ejerce el terreno sobre los muros tablestaca.

011.E.04 INSTALACION DE BANCOS DE NIVEL PROFUNDOS Y SUPERFICIALES

a) Bancos de nivel profundo. Salvo lo indicado en el proyecto, la instalación deberá cumplir con lo siguiente:

1. Se deberá hacer una perforación de 15.24 cm (6 pulg) de diámetro para alojar la tubería del banco de nivel.

2. El banco estará formado por un tubo de acero de 2.54 cm (1 pulg) de diámetro, y deberá ir encamisado con un tubo galvanizado de 7.62 cm (3 pulg) de diámetro.

3. La colocación de la tubería deberá realizarse de tal manera que ésta quede fija en el fondo de la perforación, por medio de una capa de mortero cemento-arena, de proporción señalada por el proyecto (fig 011-2).

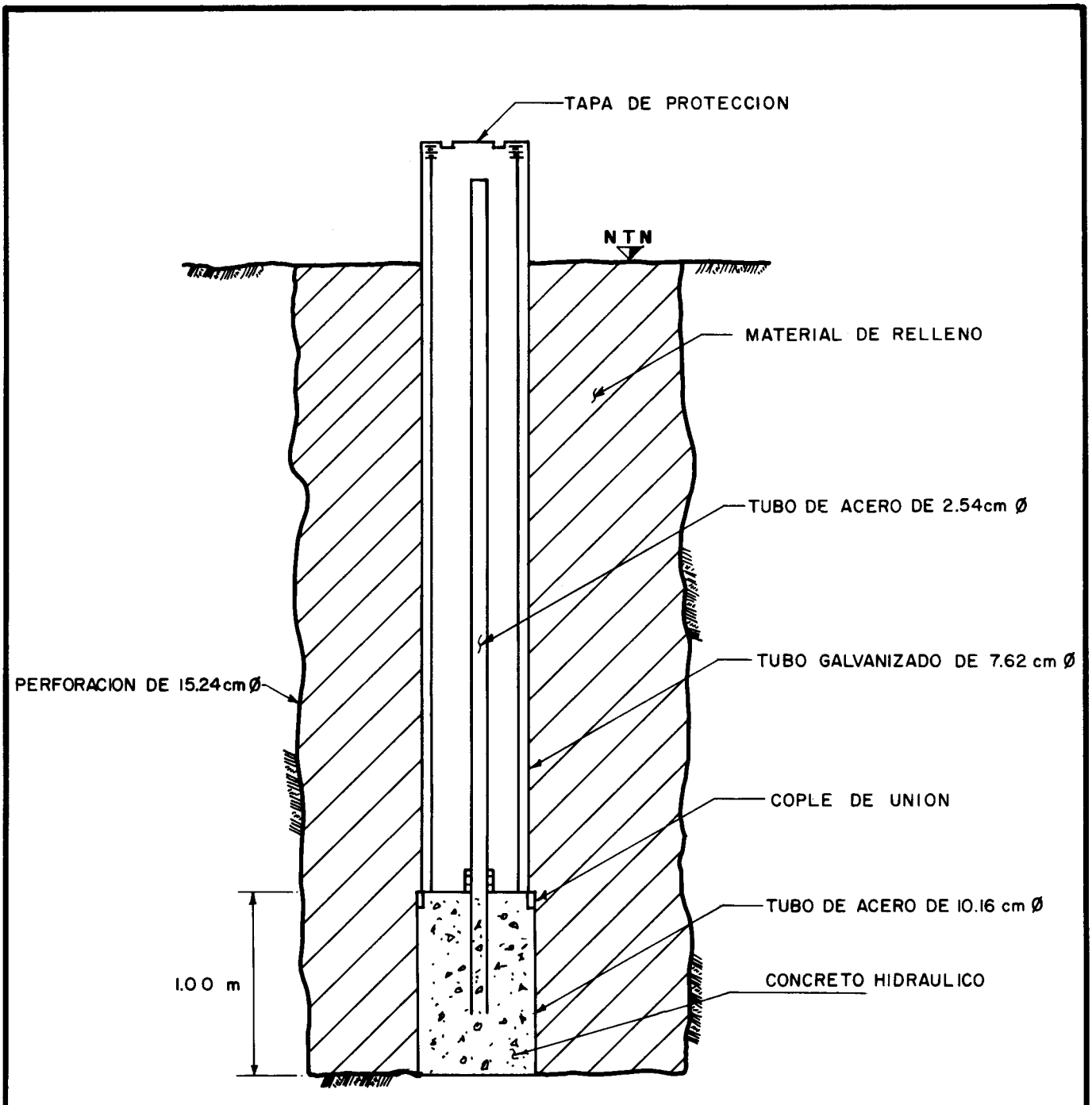


Fig 011-2 Banco de nivel profundo

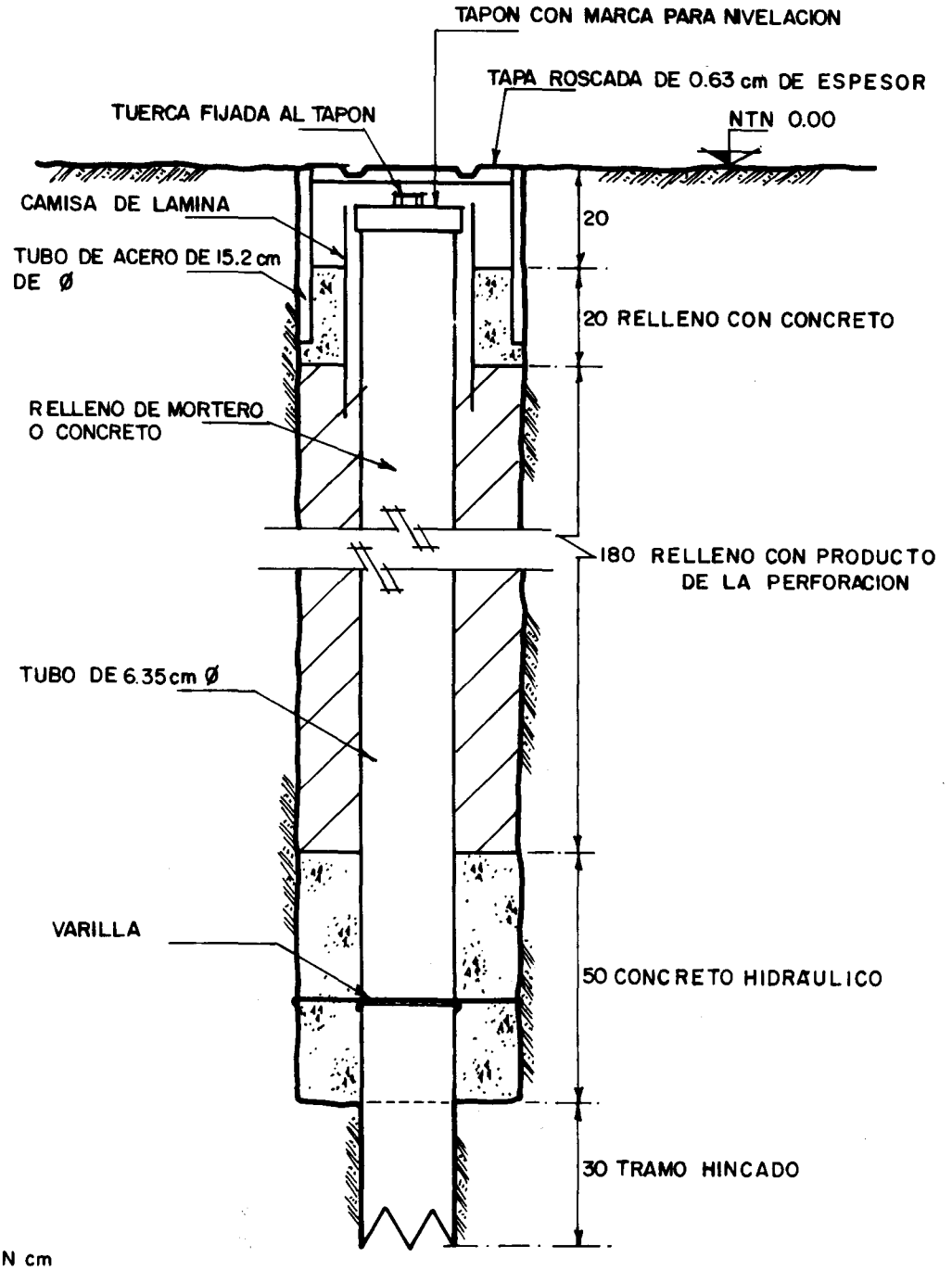
b) Bancos de nivel superficial. Se colocarán a una profundidad no mayor de 3.00 m y su instalación deberá cumplir con lo siguiente:

1. Salvo lo indicado por el proyecto, los bancos de nivel superficial se instalarán en los ejes del trazo y uno a cada lado de la sección por excavar.

2. Para su colocación se deberá hacer una perforación de 15.24 cm (6 pulg) de diámetro para alojar la tubería del banco de nivel.

3. El banco estará formado por un tubo de acero de 6.35 cm (2 1/2 pulg) de diámetro, y deberá ir encamisado con un tubo galvanizado de 7.62 cm (3 pulg) de diámetro.

4. La colocación de la tubería podrá realizarse como se muestra en la fig 011-3.



ACOTACIONES, EN cm
SIN ESCALA

Fig 011-3 Banco de nivel superficial

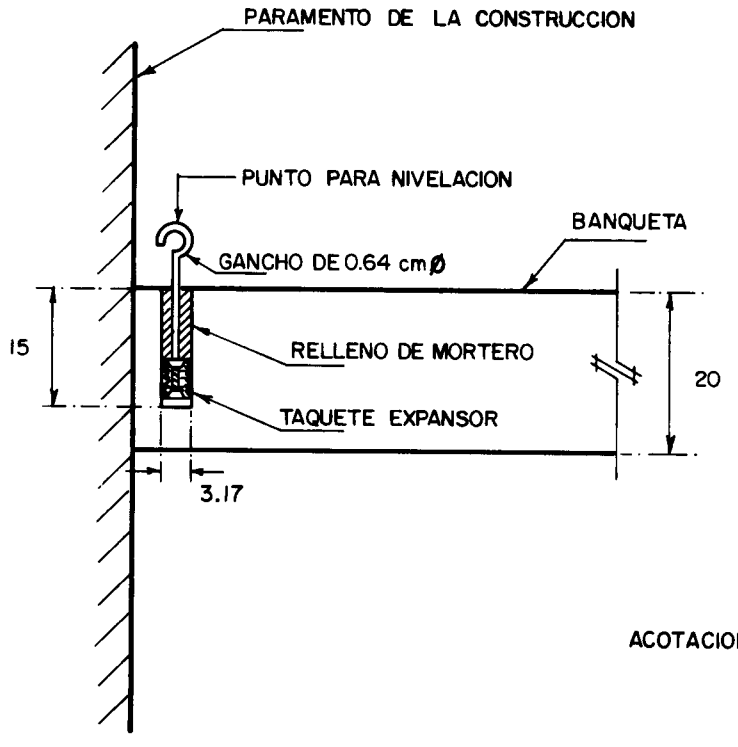
011.E.05 BANCOS DE NIVEL DE LINEA DE COLIMACION

a) Se instalará una línea de colimación paralela al eje longitudinal del tramo o estación. Esta línea estará compuesta por bancos de nivel superficial, los cuales podrán ser mojoneras de concreto de 15 x 15 cm con una varilla al centro, o bien puntos fijos en el terreno formados por tornillos, clavos o tachuelas, identificados con pintura en el centro de la cara superior. La separación entre los bancos será fijada en el proyecto.

b) Todos los puntos de las líneas de colimación se ubicarán sobre un eje para que posteriormente se midan las posibles deformaciones horizontales.

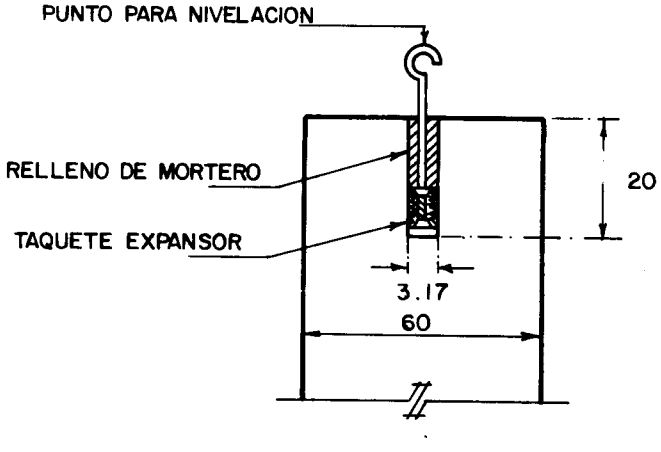
011.E.06 REFERENCIAS PARA NIVELACION

Los puntos de referencias y las marcas se colocarán en los lugares que indique el proyecto, y podrán ser en los muros, fachadas de edificios y en banquetas, cercanos a las obras (figs 011-4 y 011-5).



ACOTACIONES, EN cm

a) PUNTO DE REFERENCIA AL PIE DE FACHADAS



b) PUNTO DE REFERENCIA SOBRE MUROS MILAN

ACOTACIONES, EN cm

Fig 011-4 Puntos de referencia al pie de fachadas y en muros Milán

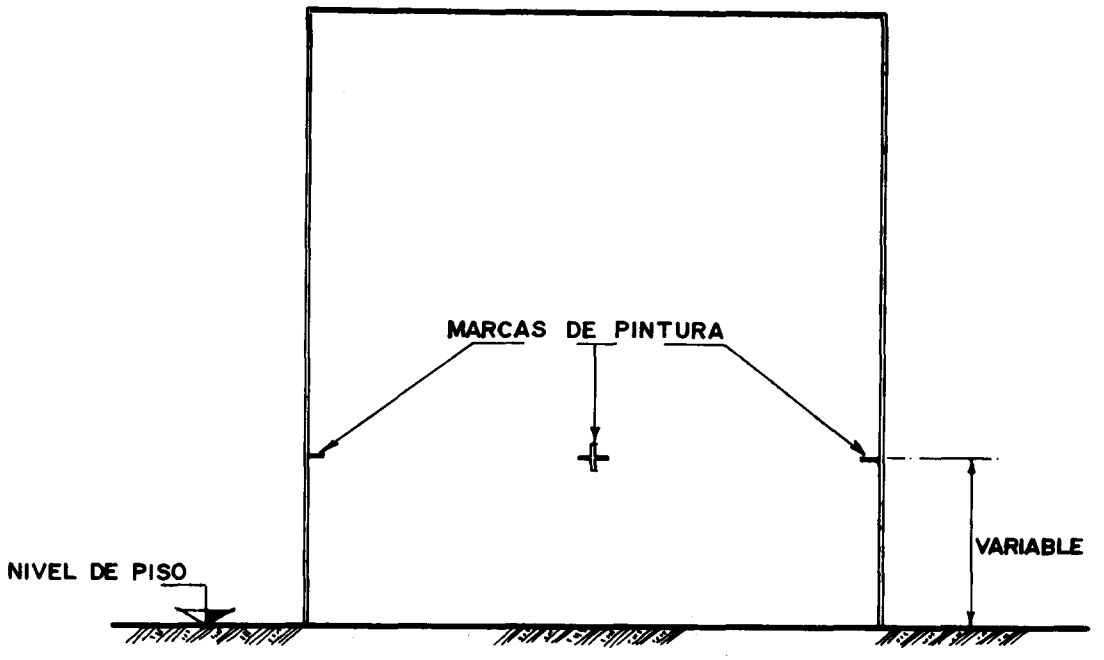


Fig 011-5 Marcas o puntos de referencia sobre muros o fachadas

011.E.07 MEDICION DEL EMPUJE ACTUANTE SOBRE LOS PUNTALES

a) Si el proyecto no indica lo contrario, se colocarán gatos planos y celdas de presión en los extremos de cada uno de los puntales que soportan a los muros tablestaca. Esta instrumentación se colocará en todos los niveles de puntales existentes y su instalación se efectuará de acuerdo a lo señalado por el proyecto.

b) Todos los puntales donde se coloquen las celdas de presión deberán pintarse de blanco, con el objeto de evitar en lo posible, los efectos producidos por los cambios de temperatura.

011.E.08 PERIODICIDAD DE MEDICIONES

Salvo lo indicado por el proyecto, las lecturas en los piezómetros, inclinómetros y celdas en presión, así como las nivelaciones sobre los bancos de nivel y sobre los puntos de referencia, deberán ser realizadas con la siguiente periodicidad:

a) Frecuencia de lecturas para los piezómetros:

1. Una vez al día antes de iniciar el bombeo.
2. Dos veces al día durante el bombeo.
3. Dos veces al día durante la excavación hasta que se cuele la losa de piso.

b) Frecuencia de lecturas para los inclinómetros:

1. Una vez al día antes del inicio del bombeo.
2. Dos veces al día durante el bombeo.
3. Dos veces al día durante la excavación hasta que se cuele la losa de piso.
4. Una vez por semana desde el colado de la losa de piso hasta el colado de la losa de techo.
5. Las lecturas de los inclinómetros se interrumpirán al terminarse la pavimentación en la zona instrumentada.

c) Frecuencia de lecturas para las celdas de presión:

1. Será igual a la de los inclinómetros hasta el colado de la losa de piso.

d) Frecuencia en las nivelaciones de los bancos de nivel profundo y superficial:

1. Una vez por semana antes de iniciar el bombeo.
2. Dos veces por semana durante el bombeo.
3. Diariamente durante el proceso de excavación.

4. Una vez colada la losa de piso en cuestión, se pasará la cota del banco a dicha losa o a los muros de acompañamiento efectuando las siguientes lecturas:

   — Una vez por semana durante los dos primeros meses.

   — Una vez cada quince días después de haber transcurrido los dos primeros meses hasta concluir el cuarto mes.

   — Habiendo finalizado el cuarto mes se harán lecturas una vez cada 30 días hasta que hayan transcurrido ocho meses, después de los cuales se deberán suspender las nivelaciones.

   — Las nivelaciones que se obtengan mientras la estación instrumentada esté a cargo del Contratista, serán entregadas al Representante para que éste continúe el control de las mediciones.

5. Las nivelaciones en los bancos de nivel superficial y las lecturas en las estaciones piezométricas, serán interrumpidas en el momento en que durante cuatro semanas consecutivas no aprecien variaciones de consideración en las lecturas registradas.

e) Frecuencia de lecturas para las líneas de colimación y en la nivelación de edificios:

1. Una vez cada quince días antes del bombeo.

2. Una vez por semana durante el bombeo.

3. Dos veces por semana durante la excavación.

4. Habiendo colado la losa de piso, las lecturas se efectuarán una vez por semana y se suspenderán cuando la losa de techo haya sido colada en su totalidad.

f) Frecuencia de lecturas para los puntos de referencia en los muros ataguía y al pie de fachada:

1. Se realizarán igual que para los inclinómetros, hasta el colado de la losa de piso, y serán interrumpidas en el momento en que durante cuatro semanas consecutivas no se aprecien variaciones de consideración en las lecturas registradas.

g) Frecuencia de lecturas para los gatos planos y celdas de presión:

1. Se efectuarán dos veces al día, desde la colocación hasta el retiro de los puntales.

011.E.09 PRESENTACION DE LOS RESULTADOS

Todas las mediciones deberán presentarse en forma gráfica, relacionando con el tiempo las cotas de los bancos de nivel y puntos de referencia para nivelación, las elevaciones del nivel del agua en los piezómetros y las variaciones detectadas en los inclinómetros y celdas de presión. Todas las gráficas deberán mantenerse actualizadas y semanalmente se entregarán al proyectista y al Representante.

011.E.10 CUIDADO DE LOS INSTRUMENTOS DURANTE LA CONSTRUCCION

a) Todos los instrumentos que se colocarán en las zonas que fije el proyecto y ordene el Representante deberán ser cuidadosamente vigilados durante las labores de excavación en la zona en que se encuentran, a fin de evitar daños en ellos.

b) El equipo de excavación no deberá acercarse a más de 50 cm de cualquier instrumento y el material circundante a ellos deberá ser cuidadosamente retirado con herramientas manuales.

c) Cualquier instrumento que sea dañado durante las labores de excavación, tendrá que ser repuesto de inmediato por el Contratista.

d) Si por causa de omisión o mala lectura en los piezómetros, inclinómetros, celdas de presión, bancos de nivel o cualquier otro aparato de control, se provocan accidentes y el Contratista no los previene y/o repara, cualquier daño que cause a terceros será pagado por su cuenta.

011.F SISTEMA DE MEDICION

Ver 3.01.03.001.F de "Introducción".

011.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Ver 3.01.03.001.G de "Introducción".

CAPITULO 3.01.03.012

CONSTRUCCION DE ESTACIONES

012.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de etapas de trabajo que se realizan para construir las estaciones subterráneas del Metro.

012.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Demoliciones y desmantelamiento	DDF 4.01
Plantillas	3.01.01.008.E
Estructuras de concreto reforzado	3.01.01.012.E
Estructuras de concreto presforzado	3.01.01.013.E
Estructuras metálicas	DDF 4.14
Estructuras de madera	3.01.01.015.E
Muros en edificaciones	3.01.01.016.E
Instalaciones hidráulicas y sanitarias	3.02.13
Adaptación de las áreas de trabajo	3.01.01.002.E
Topografía para localización	3.01.03.003.E
Muros ataguía colados en sitio	3.01.03.004.E
Muros ataguía prefabricados	3.01.03.005.E
Abatimiento del nivel freático	3.01.03.006.E
Excavaciones del núcleo en el cajón	3.01.03.007.E
Construcción de la estructura del cajón	3.01.03.008.E
Rellenos	3.01.03.009.E
Pavimentos	3.01.07.005.E
Instrumentación y mediciones de control	3.01.03.011.E
Impermeabilización de estructuras	3.01.03.013.E
Acabados en estaciones	3.01.02.011.E
Señalamiento en estaciones	3.01.02.012.E
Limpieza	3.01.01.033.E
Construcción de estaciones	3.01.01.009.E
Seguridad	3.01.07.013.E

012.E REQUISITOS DE EJECUCION

Los procesos constructivos, dimensiones de elementos, etapas de construcción, niveles, elevaciones, tipos de estructuras y demás operaciones, serán fijados en el proyecto. Los procedimientos de construcción serán los indicados por el proyecto en cada etapa y deberán llevarse a cabo, en lo que corresponda, conforme a los conceptos de trabajo mencionados en 012.B "Referencias".

CAPITULO 3.01.03.013

IMPERMEABILIZACION DE ESTRUCTURAS

013.A DESCRIPCION

Se incluye la aplicación y colocación de materiales y/o productos impermeabilizantes, con objeto de evitar la absorción de humedad y el paso o filtraciones de agua en las estructuras construidas de los tramos y estaciones de las líneas subterráneas en cajón del Metro.

013.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Trazos y nivelaciones	DDF 3.10
Plantillas	3.01.01.008.E
Rellenos, entortados, enladrillados y chaflanes en azoteas	3.01.01.024.E
Impermeabilizaciones	3.01.01.025.E
Rellenos sobre el cajón subterráneo	3.01.03.009.E
Señalamientos	3.01.07.012.E
Seguridad	3.01.07.013.E
Cementos	4.01.01.002.A
Aditivos para concreto	4.01.01.002.D
Mortero para albañilería	4.01.01.003.H
Membranas preformadas	4.01.01.019.G
Mezclas para inyección	4.01.01.025.A
Tuberías y conexiones	4.01.01.017

013.E REQUISITOS DE EJECUCION

En los trabajos de impermeabilización de las estructuras de las líneas subterráneas en cajón se observará, en términos generales, lo siguiente:

a) En cada caso el proyecto indicará el tipo y la calidad de los materiales que se emplearán.

b) El proyecto señalará los lugares y el tipo de impermeabilizante a usarse.

c) Previamente a la ejecución de los trabajos de impermeabilización, se protegerá el resto de la obra, para evitar daños a ella.

d) El manejo de los materiales y productos deberá efectuarse con las precauciones necesarias, debiéndose seguir las instrucciones del fabricante para su aplicación y rendimiento.

e) Cualquier producto que se desee emplear deberá ser autorizado por el Representante.

013.E.01 IMPERMEABILIZACION DE LAS ESTACIONES Y ACCESOS SUBTERRANEOS DEL METRO

Cuando el proyecto indique el empleo de una membrana preformada, el trabajo se ejecutará de acuerdo con los siguientes lineamientos:

a) En la preparación de la superficie por impermeabilizar deberán llevarse a cabo los siguientes trabajos:

1. Cuando se usen membranas a base de parafinas para el curado del relleno de concreto en azoteas, los residuos de la membrana deberán ser eliminados, aplicando una solución de ácido muriático diluido al 10 por ciento, que tendrá que neutralizarse después, aplicando una solución de sosa cáustica diluida al 5 por ciento, para finalmente lavar la superficie con agua.

2. La superficie de las losas sobre la que se colocará el impermeabilizante no deberá presentar protuberancias locales, aristas ni oquedades notables a la vista; tampoco deberán observarse varillas, tubos, clavos o salientes que pudieran causar daño a la capa impermeabilizante; deberá estar libre de todo material extraño y además se retirará el polvo que pudiera haberse acumulado en ella, mediante sopleteado con aire comprimido.

3. En los rincones deberán formarse chaflanes de 10 x 10 cm como mínimo, a base de mortero cemento-arena; las aristas, tanto verticales como horizontales, deberán ser redondeadas o achaflanadas en 2 cm. En las paredes verticales de las trabes y de los muros de acompañamiento deberán retirarse, si existen, los residuos de mortero que pudiesen haber quedado; las oquedades se rellenarán con mortero y se les dará un acabado fino.

4. En caso de ductos o galerías perpendiculares a la losa y atravesándola, ya sea que estén hechas de tabique normal, tabicón, bloque no hueco, etc., sus paredes deberán aplanarse en su totalidad con acabado fino y en los rincones deberán llevar un chaflán de 10 x 10 cm

como mínimo, formado a base de mortero cemento-arena. Los tubos de respiración prefabricados de asbesto-cemento, PVC, cobre, etc., en caso de existir, deberán estar perfectamente recibidos y emboquillados, llevando en la esquina que se forma entre la losa y el tubo, el chaflán perimetral mencionado anteriormente.

b) Impregnación de la superficie con un preparativo. Cuando se requiera, sobre la superficie limpia de las losas, de las trabes, de los muros de acompañamiento y, en general, en toda superficie por impermeabilizar, se aplicará un material tapaporo reparador antes de colocar la capa impermeabilizante.

c) Colocación de la membrana impermeabilizante. La capa impermeabilizante se colocará bajo las recomendaciones específicas del fabricante, previa aprobación del Representante, la cual podrá estar totalmente adherida a la superficie de concreto que cubrirá, empleando para ello los materiales y los procedimientos de cementación apropiados para la correcta aplicación del impermeabilizante, tomando en cuenta las siguientes observaciones:

1. Los rollos de la membrana impermeable deberán desenrollarse cuidadosamente sobre la superficie preparada con el sellador y el adhesivo en el sitio que vaya a ocupar el lienzo desenrollado. La colocación de los lienzos siempre deberá empezarse por la parte baja de la superficie a impermeabilizar, continuando hacia arriba, en sentido perpendicular a la pendiente.

2. Los lienzos subsecuentes se colocarán siguiendo la alineación del primero, de tal manera que queden paralelos y traslapados de 5 a 15 cm según el producto que se aplique, con el escalón a favor de la pendiente.

3. En la colocación de los lienzos se deberá tener cuidado de no dejar pliegues; para ello será necesario estirar los lienzos y posteriormente alisarlos mediante cepillo de raíz.

4. Las paredes de los ductos y galerías sobresalientes de la losa de azotea se cubrirán perimetralmente con la misma membrana en toda su altura y su parte superior, formando el remate que se señala en la fig 013-1; enseguida para los muros de acompañamiento y los muros tablestaca, que son perimetrales a las estaciones, la membrana impermeable se rematará sobre ellos cubriendo su parte superior y una altura de por lo menos 20 cm de la pared exterior de dichos muros (fig 013-1).

5. La membrana impermeabilizante se deberá colocar sobre cualquier elemento estructural que sobresalga de la superficie general de la losa de azotea (fig 013-2); así también, las salidas de agua entre los muros perimetrales previstas a los lados de la estación, deberán quedar totalmente cubiertas por la membrana impermeabilizante hasta los límites señalados en la fig 013-3.

d) Reparaciones durante la colocación. Cualquier daño que se produzca en la membrana impermeable durante las labores de colocación, deberá ser reparado de inmediato usando una pieza del mismo material, cubriendo una extensión por lo menos de 10 cm fuera de los límites del área que sea necesario reparar.

e) Capa de protección del impermeabilizante. Inmediatamente después de colocar la membrana impermeable, se deberá proteger contra daños que pudieran ser causados durante las labores de construcción subsecuentes. La protección se formará mediante un firme de concreto de 5 cm de espesor mínimo y dosificado para alcanzar una resistencia $f_c' = 9.81$ MPa (100 kg/cm^2). Podrá emplearse también un mortero de cemento-arena.

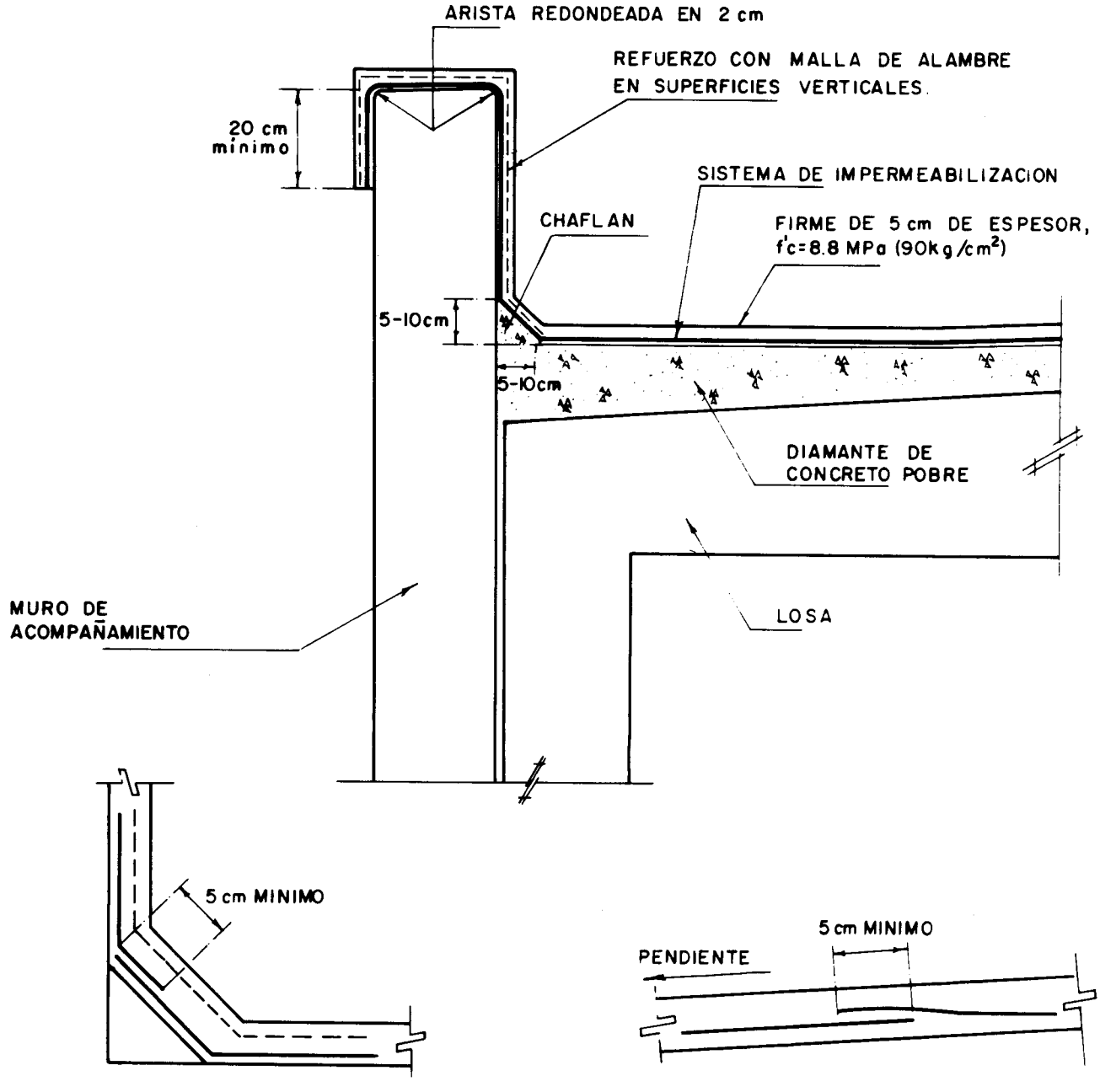
1. El firme de protección se colocará sobre la membrana impermeabilizante tan pronto como se haya cubierto con ella una área de 100 m^2 con un ancho de 3 m o más pero en todo caso, el área que se cubra en una jornada de trabajo de la cuadrilla de colocación del impermeabilizante, deberá ser protegida con el firme de concreto en ese mismo día; no deberá dejarse descubierta una superficie con membrana colocada, sin el firme de protección, por un lapso mayor de cuatro horas, tampoco por las noches ni en días no laborables.

2. No deberá permitirse el paso de personal y equipo ajeno a la cuadrilla de colocación de la membrana impermeabilizante sobre el área preparada para recibirla, ni sobre el área en que esté colocada la membrana o el firme de protección recién colado. Se deberán prever pasarelas a base de tablones para no dañar las preparaciones para impermeabilizar y las ya impermeabilizadas.

3. Las partes verticales de muros, muretes y de otros elementos estructurales, así como las paredes de ductos, galerías o cualquier otro elemento sobresaliente de la losa, serán impermeabilizados con la membrana y protegidos con una capa de mortero, que en estos paramentos verticales se colocará como aplanado en dos capas de 2 a 2.5 cm de espesor cada una; entre ellas se colocará una malla de alambre (tela de gallinero). Una segunda capa se aplicará tan pronto como se pueda sostener sobre la primera; sin embargo, no deberán transcurrir más de cuatro horas entre la colocación de la primera y la segunda capa. Podrán utilizarse otros materiales para mejorar la superficie tratada según lo recomiende el fabricante y autorice el Representante.

4. La capa de mortero de protección deberá curarse por un periodo no menor de siete días, manteniéndola constantemente húmeda mediante riegos de agua periódicos o la aplicación de un producto que evite la pérdida del agua empleada en el mezclado del mortero.

f) Pruebas sobre las azoteas de las estaciones impermeabilizadas. Para certificar que la impermeabilización terminada cumpla apropiadamente su función, el Contratista deberá realizar pruebas de verificación de impermeabilidad en cada estación impermeabilizada, mediante la formación de una



TRASLAPOS DE 5 cm COMO MINIMO Y SIEMPRE CON ESCALON A FAVOR DE LA PENDIENTE

Fig 013-1 Remate de impermeabilización de muros

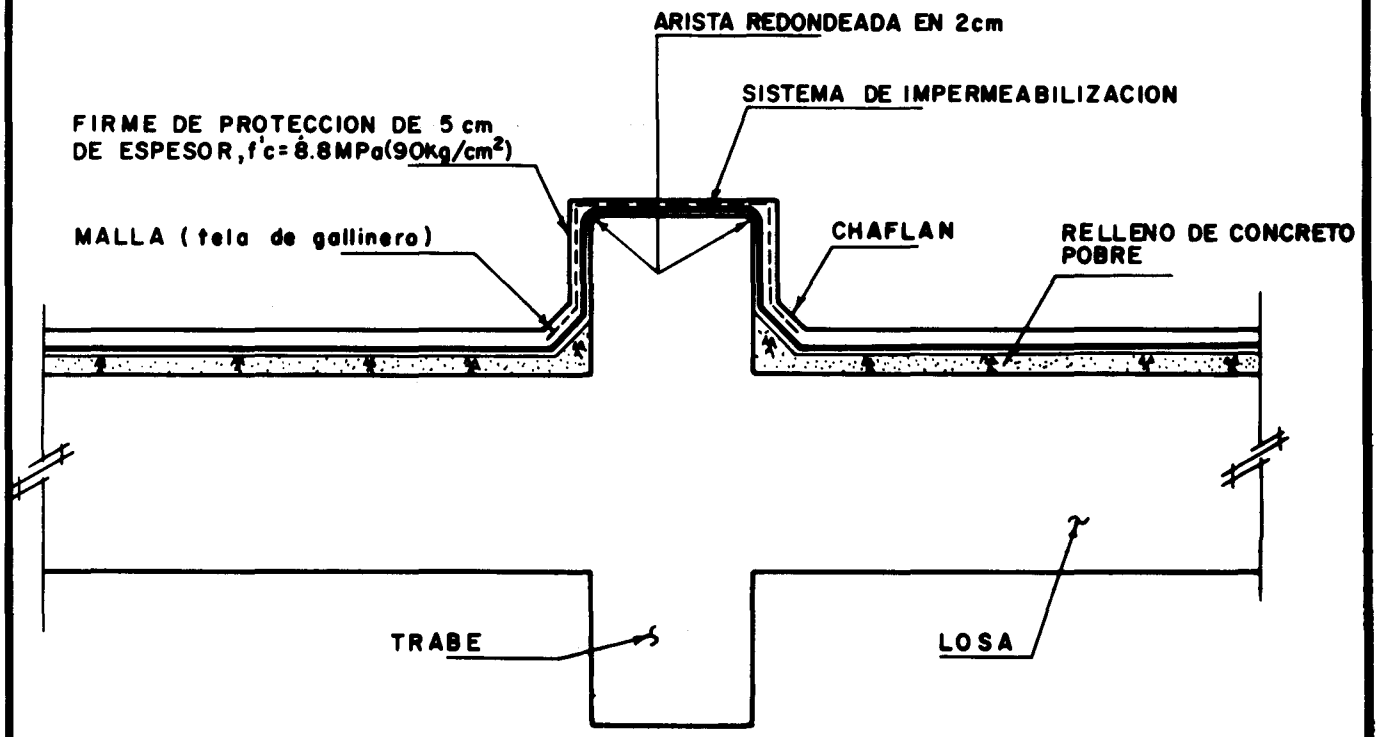


Fig 013-2 Detalle de impermeabilización de trabes

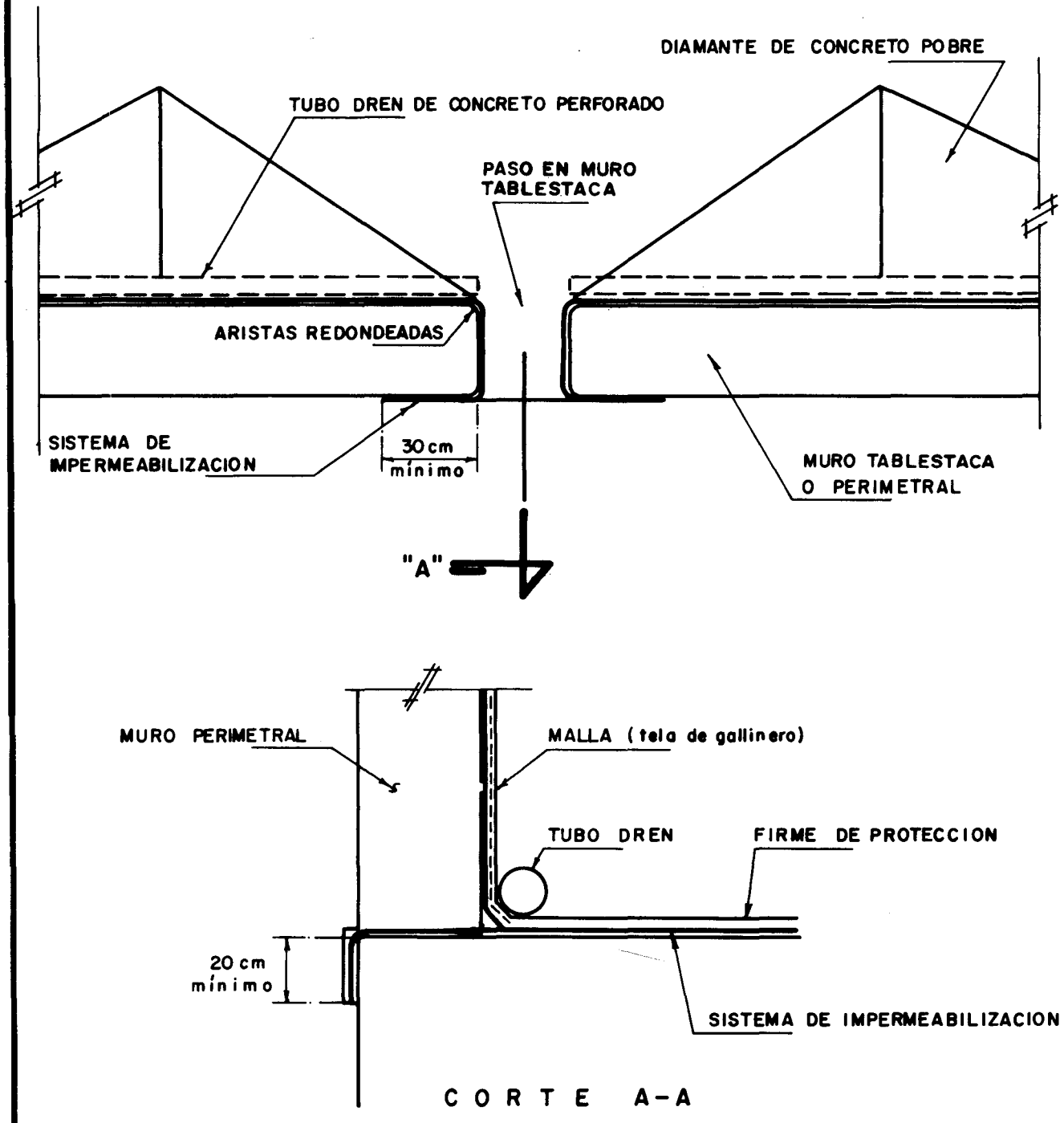


Fig 013-3 Impermeabilización en pasos entre muros

caja estanca que cubra una zona de la azotea de la estación, seleccionada por el Representante para certificarla, de 100 m² como mínimo. En esta caja se acumulará agua hasta que se alcance un tirante de 15 cm, medido sobre el punto más alto del área seleccionada, dejándose en reposo durante un mínimo de 24 h con objeto de observar el comportamiento del sistema de impermeabilización.

1. Para que la zona probada y la estación completa sea aceptada se deberá comprobar que no existen fugas de agua en parte alguna de las superficies impermeabilizadas, mediante la observación directa de la caja impermeabilizada y del interior de la estación sometida a verificación.

2. En caso de que la zona sometida a verificación presente fugas de agua, el Contratista someterá a la aprobación del Representante su propuesta para remediar la situación observada; si el Representante lo aprueba, procederá a realizarla; en caso contrario el Contratista deberá reponer la impermeabilización en toda la zona que no mostró resultados satisfactorios y una vez que el Contratista indique, dentro de un lapso de 15 días, que la zona ha sido reparada apropiadamente procederá a realizar nuevamente la prueba de certificación, la cual de arrojar resultados satisfactorios conducirá a la aceptación de la zona verificada; para poder aceptar la estación completa, el Contratista deberá realizar otra prueba de verificación de estanqueidad en la misma estación, en otra zona que será elegida por el Representante.

3. Los costos que involucren las pruebas de verificación señaladas en estas Especificaciones serán a cargo de la Contratista

g) Colocación de la capa impermeabilizante en la losa tapa de accesos subterráneos.

1. El sistema impermeabilizante sobre la losa tapa de los accesos subterráneos se aplicará de acuerdo a los requisitos indicados en los párrafos anteriores de este inciso.

2. La colocación de la membrana preformada se hará rebasando los límites perimetrales de la losa y bajando por el muro hasta un nivel 70 cm debajo del lecho inferior de la losa. Este nivel deberá estar 10 cm debajo del lecho superior del canal de señalización (fig 013-4).

3. Sellar el canto del impermeabilizante en toda su longitud para impedir que el agua freática pueda penetrar por debajo del sistema impermeabilizante.

h) Los paños de los muros de concreto de las escaleras de acceso a niveles subterráneos se impermeabilizarán, en su superficie de contacto con el suelo, con el producto que apruebe el Representante, siguiendo para ello las instrucciones del fabricante.

013.E.02 REQUISITOS ADICIONALES

a) Póliza de garantía. El Representante exigirá al Contratista una garantía de por lo menos 10 años, que no sean modificadas por problemas de comportamiento estructural. El fabricante del producto impermeabilizante deberá endosar dicha garantía. La expedición de la garantía implica que el Contratista acepta que el sistema de impermeabilización, materiales, procedimientos, especificaciones, etc., son los adecuados para cumplirla, con base en su experiencia y capacidad técnica.

b) El Contratista deberá utilizar los servicios del personal especializado, que sea elegible por parte del fabricante de los productos de impermeabilización especificada para la obra. Deberá presentar evidencia por escrito de esta condicionante.

c) Asesoría técnica. El Representante exigirá al Contratista la asesoría técnica del fabricante de los productos de impermeabilización, durante la ejecución de los trabajos, que fungirá como supervisión interna del propio Contratista.

d) Certificación de calidad. Previo al inicio de la impermeabilización el Contratista presentará al Representante la certificación de los resultados de ensayes de los materiales producidos, cubriendo todas las pruebas solicitadas en las especificaciones. Quedará a juicio del Representante, la necesidad de realizar ensayes adicionales de verificación.

e) Sellado de filtraciones. El Contratista asumirá la responsabilidad de hacer los trabajos necesarios para eliminar las filtraciones que se presenten, sin cargo alguno para el Representante, según el alcance expreso de la póliza de garantía.

013.F SISTEMA DE MEDICION

Ver 3.01.03.001.F de "Introducción".

013.G CONCEPTO DE OBRA Y BASE DE PAGO

Ver 3.01.03.001.G de "Introducción".

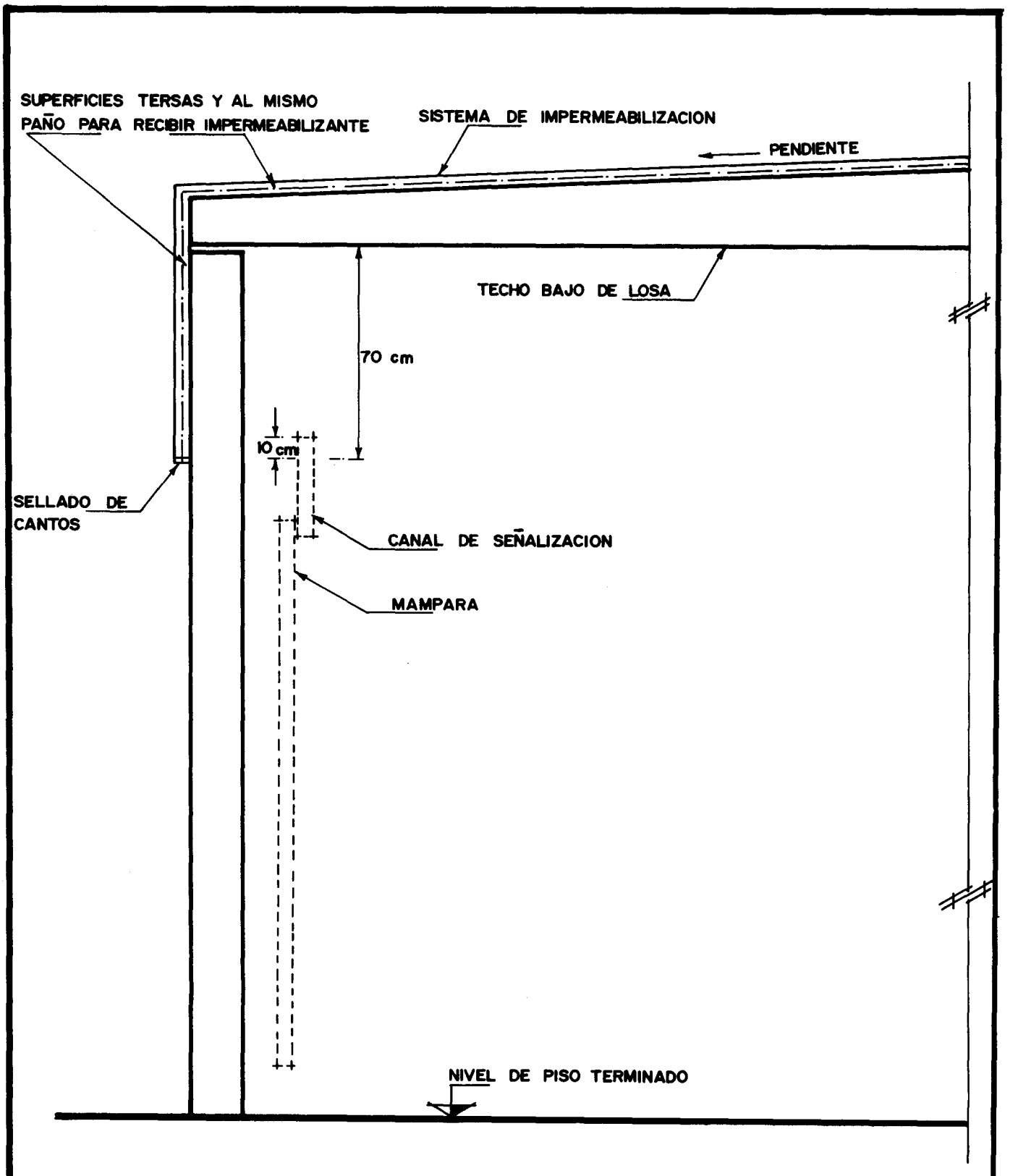


Fig 013-4 Colocación de impermeabilizante en losa de accesos subterráneos

CAPITULO 3.01.03.014

ACABADOS DE ESTACIONES

014.B REFERENCIAS

Véase 3.01.02.011 de este Libro.

CAPITULO 3.01.03.015

SEÑALAMIENTO EN ESTACIONES

015.B REFERENCIAS

Véase 3.01.02.012 de este Libro.

CAPITULO 3.01.03.016

LIMPIEZA

016.B REFERENCIAS

Véase 3.01.01.033 de este Libro.

CAPITULO 3.01.04.001

INTRODUCCION

001.A ALCANCE

En esta sección se incluyen las Especificaciones de construcción relativas a las líneas subterráneas en túnel que se construirán cumpliendo con lo indicado en el proyecto.

Las estaciones y los tramos que se construirán en túnel podrán adoptar la secuencia constructiva que se describe a continuación, siempre que no se opongan a lo indicado en el proyecto.

a) Topografía. Debido a las tolerancias en la implantación de vía, gálibos permisibles, presencia de curvas horizontales y verticales, así como la propia excavación de los túneles, se requiere de un riguroso control topográfico.

1. El proyectista proporcionará el trazo de cada una de las lumbreras, procediendo a verificar su posición mediante una poligonal cerrada.

2. Una vez terminada la excavación de cada lumbrera se bajan los ejes de las mismas hasta el nivel de piso, mediante oculares acodados. Debido a las dimensiones reducidas de la tangente inicial, cuando se dispone de un tramo suficientemente largo del túnel, se utiliza el giroscopio para corregir el rumbo, en su caso.

3. En cada etapa de excavación se procede a prolongar el trazo y nivel, marcando en el frente la sección a excavar. Acto seguido, se hace un seccionamiento transversal a partir del cual se determinan las zonas que requieren recortarse para alojar el revestimiento primario y definitivo.

4. Se acude también al uso de pozos de control topográfico, para ratificar la posición del eje del túnel.

b) Construcción de lumbreras

1. Es recomendable ubicar una lumbrera por estación a distancias aproximadas de 800 a 1000 m entre sí y con diámetros de 10.20 metros.

2. En la excavación de las lumbreras con métodos tradicionales se coloca un brocal para proteger el terreno de sobrecargas locales; para la excavación del núcleo se utiliza una draga con cucharón de almeja y, en otros casos, se usan traxcavos. Para extraer la rezaga se emplean botes izados por dragas. También habrá necesidad de colocar pozos de abatimiento en el perímetro de la lumbrera, para disminuir las filtraciones.

3. El ciclo normal de trabajo comprende una excavación de 2.50 m de profundidad, colocación de concreto lanzado de 15 cm de espesor, con malla electrosoldada; y así sucesivamente por tramos hasta llegar al nivel de piso, donde se colará la losa de fondo como parte del revestimiento definitivo.

4. Finalmente, con el empleo de una cimbra deslizante, se cuela el revestimiento definitivo de concreto reforzado y se deja como tapón, una cercha de madera con la configuración del túnel a excavar.

c) Excavación de los túneles

1. El ataque del túnel se inicia con un emportalamiento en la intersección con la lumbrera, colando en una ranura perimetral una trabe de borde, de concreto, así como anclas de fricción en la parte superior del portal.

2. El mismo procedimiento constructivo se aplica en todas las intersecciones de túneles, dejando anclajes en la trabe de borde para integrarlos con el revestimiento definitivo.

3. El ademe de los túneles consiste en algunos casos en concreto lanzado y la combinación de éste con marcos metálicos.

4. De acuerdo con las características de los suelos y los techos existentes en cada tramo, se lleva a cabo una zonificación sobre los procedimientos de excavación y propiedades del ademe primario. En todos los casos, el concreto lanzado remata en una zapata de 40 x 80 cm bajo el nivel de plantilla.

5. Las variantes se refieren al cambio de espesor del concreto lanzado, la colocación de una o dos mallas electrosoldadas, el refuerzo de zonas críticas con marcos metálicos, así como la distancia máxima excavada sin ademe, el ataque a sección completa o con banqueo y la distancia máxima de este último.

7. En la excavación del banco inferior para alojar la zapata de apoyo del concreto lanzado de la parte inferior, así como para afine, pueden emplearse pistolas neumáticas. La excavación se suspende hasta que no se haya completado el lanzado del concreto, apoyándolo en las zapatas extremas.

8. Cuando se requieren marcos, se coloca la media sección superior sobre rastras, instalando después las "patas".

9. En todos los túneles, el manejo de la rezaga se lleva a cabo mediante el equipo adecuado en cada caso.

d) Excavación con escudo de frente abierto. En este caso, previo al inicio de la excavación se construye un atraque de concreto, para apoyar los gatos y transmitir el empuje; cuando está el escudo en contacto con el terreno se efectúa un precorte que facilita su avance, luego se accionan los gatos, avanzando con los incrementos indicados en el proyecto; una vez que el escudo recorrió esa distancia, se excava el núcleo del túnel en la zona de la camisa a la vez que se coloca un anillo de dovelas dentro del faldón. En el siguiente avance, queda un anillo de dovelas de la zona del faldón en contacto con el terreno que se expande con gatos hidráulicos, para garantizar un contacto adecuado contra el terreno.

e) Revestimiento definitivo en túneles excavados con métodos tradicionales

1. El revestimiento definitivo de los túneles secundarios, así como aquéllos de geometría variable (zonas de transición, encapillados, etc.) podrá efectuarse con concreto lanzado.

2. En todos los demás casos se utilizan cimbras seccionales metálicas, para la guarnición y clave, así como para el colado directo de la losa de fondo, confinada por las propias guarniciones; en ocasiones se efectúa en una sola operación el colado de la losa de fondo y las guarniciones.

3. El suministro del concreto podrá realizarse por medio de camiones revolvedores, los cuales descargan en una tolva que está colocada en la misma lumbrera o en pozos perforados especialmente sobre el eje del túnel. También se aprovechan los pozos de control topográfico; la tolva se conecta a una tubería de 30.48 cm, existiendo en la parte inferior un tanque amortiguador del cual se descarga directamente a las bombas de concreto; éstas conducen el concreto a través de una tubería a la parte superior de la cimbra. El bombeo del concreto puede ser una alternativa más eficiente en ciertos casos.

4. La estructura metálica de la cimbra se desliza sobre rieles, colocados sobre la guarnición, desplazándola mediante un tirfor.

5. Una vez colada la clave, con un tiempo para fraguado de 12 horas, se procederá a descimbrarla corriendo la cimbra a una nueva posición.

f) Acabados en estaciones

Para precisar el significado de algunos términos empleados en esta sección, se han formulado las definiciones de términos contenidas en el Libro 1 "Generalidades y terminología".

001.B REFERENCIAS

Véase 3.01.01.001.B "Referencias" de este Libro.

001.C MATERIALES

Véase 3.01.01.001.C "Materiales" de este Libro.

001.D EQUIPO

Véase 3.01.01.001.D "Equipo" de este Libro.

001.E REQUISITOS DE EJECUCION

Véase 3.01.01.001.E "Requisitos de ejecución" de este Libro.

001.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001.F "Sistema de medición" de este Libro.

001.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.01.001.G "Conceptos de obra y base de pago" de este Libro.

CAPITULO 3.01.04.002

ADAPTACION DE LAS AREAS DE TRABAJO

002.B REFERENCIAS

Véase 3.01.01.002 de este Libro.

CAPITULO 3.01.04.003

TOPOGRAFIA PARA LOCALIZACION

003.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de operaciones y trabajos necesarios para ubicar la posición de la obra en el terreno donde se realizará la construcción de las líneas subterráneas en túnel; comprende la localización de los ejes, cotas y referencias necesarias para el desplante de la obra, cumpliendo con lo señalado en el proyecto.

003.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Trazos y nivelaciones	DDF 3.10.E
Adaptación de las áreas de trabajo	3.01.01.002
Señalamientos	3.01.07.012
Tubería de acero para instalaciones hidráulicas	4.01.01.017.D
Pintura de acabado	4.01.01.022.B
Lodos bentoníticos	4.01.01.024.A

003.E REQUISITOS DE EJECUCION

Los trabajos topográficos se realizarán de acuerdo con lo indicado en el proyecto y con lo ordenado por el Representante. Los trazos y nivelaciones cumplirán con los lineamientos indicados en el capítulo 3.10 del Libro 3 de las NGC-DDF.

Salvo excepciones que fije el proyecto, los lineamientos generales para llevar a cabo el control topográfico de los túneles, comprenderá las siguientes etapas:

a) Trazo en superficie. En la superficie se planteará el eje del trazo, las lumbreras, las estaciones, etc., por los métodos convencionales de poligonales cerradas, pero con alta precisión, para lo cual deberán usarse aparatos topográficos de gran alcance y alta precisión; estos podrán ser:

   1. Distanciómetro electrónico, con dispositivos que permitan realizar automáticamente las correcciones necesarias, y que además sea adaptable al teodolito.

   2. Taquímetro electrónico combinado, para la medición de ángulos y distancias con medición automática y digital.

b) Orientación de poligonales. La dirección de las tangentes del trazo se determinará mediante un giroscopio o equipo similar, ya que el rumbo determinado en la superficie será trasladado al interior del túnel con el mínimo de error posible.

c) Perfil del eje de trazo. Sobre el terreno natural se efectuarán nivelaciones del eje de trazo, para que sirvan de base para el proyecto del perfil del túnel en toda su longitud. Estas actividades deben realizarse con alta precisión, para lo cual se utilizarán niveles automáticos, que tengan micrómetros de placas planoparalelas para poder leer directamente sobre el estadal hasta un décimo de milímetro.

d) Control altimétrico. Para efectuar el control altimétrico, se ubicará en la superficie y a lo largo del túnel, un sistema de bancos de nivel o bancos de trabajo, los cuales se ligarán por nivelaciones diferenciales periódicas a los bancos de precisión, para conocer el comportamiento de todo el sistema. Las nivelaciones deben realizarse con gran precisión, por lo que se emplearán los aparatos topográficos de alta precisión mencionados anteriormente.

e) Bajada de trazo y nivel al túnel. Una vez conocida la posición del eje de trazo en la superficie y construidas las lumbreras, el eje será bajado al piso de las mismas utilizando plomadas ópticas cuyas características y posibilidades de adaptación a los equipos topográficos permitan que esto se realice por observaciones directas. Del mismo modo, con el conocimiento del proyecto de perfil y contando con un sistema de bancos de nivel, se ubicarán en las zonas de lumbreras, los bancos de nivel interiores; ambos datos, el trazo y el nivel, permitirán definir la dirección que llevará el túnel en sus primeras etapas de excavación.

f) Orientación interior. Cuando la longitud del túnel excavado permita la orientación interior, ésta se realizará utilizando nuevamente un giroscopio o equipo similar, para dar a la línea bajada, el rumbo geográfico obtenido en la superficie.

g) Pozos para control de trazo. Se proyectará una localización de pozos a lo largo de la obra, espaciados de acuerdo con lo indicado en el proyecto, por los cuales será posible verificar por métodos ópticos el alineamiento horizontal del túnel.

h) Control topográfico en el interior del túnel. Este control se podrá realizar mediante los tres aspectos fundamentales siguientes:

   1. Trazo. Quedará definido por sus diferentes etapas conocidas como trazo bajado, trazo orientado y trazo verificado a través de los pozos.

2. Nivel. Se apoyará en la aplicación del control altimétrico y en la ubicación de referencias en el túnel que definen el nivel de subrasante de proyecto, considerando éste como un plano de referencia en todas las secciones transversales.

3. Verificación de la sección excavada. Cuando el procedimiento constructivo para la excavación requiera del concreto lanzado o de marcos metálicos para su ademe primario, será necesario verificar la sección transversal excavada, que permita asegurar que se tendrá el espacio suficiente para el colado de la sección definitiva, y esta revisión se realizará mediante mediciones radiales a los puntos principales de la sección, apoyados en el eje de trazo y los niveles de subrasante ubicados en el túnel. Si la excavación se realiza utilizando el equipo conocido como escudo, prácticamente no será necesario verificar su sección transversal, dado que el empleo de dovelas proporciona una sección constante y sólo se requerirá verificar su elevación mediante la nivelación de la clave y de la plantilla.

i) La precisión y tolerancias para los trabajos topográficos en túneles convencionales y con escudo serán las indicadas en el proyecto y aprobadas por el Representante.

003.E.01 INSTALACION DE POZOS QUE SERVIRAN PARA CONTROLAR EL TRAZO DE LOS TUNELES

Salvo excepciones que indique el proyecto, en la instalación de pozos para el control topográfico, se observarán los siguientes lineamientos:

a) Localización. Todos los pozos estarán localizados sobre el eje de los túneles y la ubicación exacta se indicará en el proyecto.

b) Perforación de los pozos. Los pozos se perforarán desde la superficie del terreno natural hasta la profundidad de la clave, debiendo tomarse en cuenta lo siguiente:

1. Si el pozo por perforar se localiza en una zona donde el túnel ya fue construido, la perforación para este pozo será de 40.64 cm (16 pulg) de diámetro y se efectuará hasta una profundidad de 3.00 m por arriba de la clave del túnel. Una vez terminada la perforación hasta la profundidad antes mencionada se procederá a limpiar la misma, para después colocar un ademe de 30.48 cm (12 pulg) de diámetro y se cementará con una lechada de agua-cemento el espacio anular comprendido entre el ademe y la perforación. Efectuada la cementación del pozo se continuará con su perforación hasta la profundidad de la clave del túnel. El diámetro de la perforación será de 30.48 cm (12 pulg) ya que se efectuará por dentro del ademe previamente colocado. Posteriormente se colocará un ademe de 25.40 cm (10 pulg) de diámetro en el tramo faltante y se cementará desde la superficie.

2. Si el pozo por perforar se localiza en una zona donde aún no se ha construido el túnel, la perforación será de 55.48 cm (22 pulg) de diámetro y se realizará hasta la profundidad de la clave del túnel; posteriormente se efectuará la limpieza, la colocación del ademe de 30.48 cm (12 pulg) de diámetro y la cementación del mismo.

c) Limpieza de las perforaciones. Para tener las perforaciones en condiciones de poder instalar el ademe de los pozos, se deberán encontrar limpias y libres de azolve. Para la limpieza del pozo se usará agua a presión.

d) Ademe de los pozos. El ademe de los pozos será a base de tubos ciegos de 25.4 cm (10 pulg) y 30.48 cm (12 pulg) de diámetro, con un espesor de 0.95 cm (3/8 pulg). El espacio anular se cementará con una lechada de agua-cemento, en una relación de dos partes de cemento por una de agua; esta lechada se colocará por gravedad a través de un tubo de 2.54 cm (1 pulg) de diámetro, el cual llegará hasta el fondo de la perforación y se irá sacando conforme vaya aumentando el espesor de la lechada.

003.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.04.001.F de "Introducción".

003.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.04.001.G de "Introducción".

CAPITULO 3.01.04.004

CONSTRUCCION DE LUMBRERAS CON EL METODO CONVENCIONAL

004.A DESCRIPCION

Es el conjunto de operaciones y trabajos de excavación, bombeo, refuerzo y control, necesario para la construcción de lumbreras.

La lumbrera es una excavación vertical de sección circular, según proyecto, que se ejecuta de arriba hacia abajo con procedimientos mecánicos convencionales y que servirá para dar acceso al túnel. La lumbrera servirá para la introducción del equipo y materiales para hacer la excavación del túnel y para la extracción de la rezaga.

004.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Adaptación de las áreas de trabajo	3.01.01.002
Abatimiento del nivel freático	3.01.03.006
Instrumentación y mediciones de control	3.01.03.011
Topografía para localización	3.01.04.003
Excavación del túnel por métodos convencionales	3.01.04.005
Ademes temporales con concreto lanzado	3.01.04.007
Revestimiento definitivo con concreto colado en sitio	3.01.04.011
Estructuras de concreto reforzado	3.01.01.012
Señalamiento	3.01.07.012
Seguridad	3.01.07.013
Concreto hidráulico	4.01.01.002.G
Acero estructural	4.01.01.005.C
Alambre de acero para mallas soldadas	4.01.01.005.F
Tubería de acero para instalaciones hidráulicas	4.01.01.017.D
Madera para cimbras	4.01.01.008.A
Materiales metálicos para cimbras	4.01.01.008.B

004.E REQUISITOS DE EJECUCION

Las lumbreras se construirán de acuerdo con las dimensiones, procedimientos y demás características, fijadas en el proyecto y las ordenadas por el Representante.

Dimensiones generales de la lumbrera. La lumbrera será de sección circular con un diámetro libre de 10.20 m; la sección excavada tendrá un diámetro aproximado de 11.00 m y la estructura de retención podrá estar constituida por marcos de acero con retaque de madera y/o de concreto lanzado, el cual funcionará como ademe provisional; el definitivo podrá ser a base de concreto reforzado.

004.E.01 ABATIMIENTO DEL NIVEL FREATICO

Deberá abatirse el nivel de aguas freáticas previamente a la excavación de acuerdo con los lineamientos del capítulo 3.01.03.006, y los siguientes:

a) Las bombas que se emplearán serán del tipo sumergible del diámetro necesario y con capacidad suficiente para abatir y mantener el nivel dinámico, separado 1.00 m durante la operación, con base en electroniveles.

b) Las bombas se operarán de tal forma que el bombeo mantenga la mayor continuidad posible durante el abatimiento, controlándolo con válvulas en la salida.

c) Para el control del abatimiento del nivel freático, se registrará en cada turno el gasto de extracción y el nivel dinámico en cada pozo, y con los datos recabados se elaborarán gráficas tiempo contra gasto extraído y tiempo contra nivel dinámico. Los piezómetros instalados de acuerdo con lo señalado en el capítulo 3.01:03.011, deberán medirse diariamente hasta que el proyecto o el Representante indiquen otro periodo.

d) El inicio del bombeo será simultáneo a la excavación del núcleo de la lumbrera. La ubicación y número de pozos será el indicado por el proyecto. El bombeo se suspenderá cuando lo indique el proyecto y lo apruebe el Representante.

La excavación para la construcción de la lumbrera se efectuará a cielo abierto, utilizando un sistema de soporte forrado, constituido por concreto lanzado con el espesor y refuerzo señalado en el proyecto, debiéndose observar además los siguientes lineamientos:

a) Construcción del brocal. Una vez definido el trazo de la lumbrera, se excavará una zanja a mano o con maquinaria hasta la profundidad de 2.50 m y con un ancho de 1.0 m, excepto cuando el proyecto señale otras dimensiones. En esta zanja que-

darán construidos los faldones del brocal, los cuales se colocarán por medio de una cimbra apoyada contra el terreno de la excavación.

1. La rama horizontal del brocal (alero), constituirá una pequeña losa, la cual servirá para que la máquina de excavación pueda rodar libremente, sin peligro de que se produzca algún caído en la superficie de la lumbrera. Este brocal se construirá únicamente en el exterior de la lumbrera.

b) Excavación y colocación del concreto lanzado

1. Los tramos de excavación, sus procedimientos, el refuerzo y las etapas de colocación del concreto lanzado se efectuarán de acuerdo con lo señalado en el proyecto.

2. Las características, propiedades y colocación del concreto lanzado será en la forma que indica el capítulo 3.01.04.007.

3. Este procedimiento se suspenderá hasta alcanzar la máxima profundidad de proyecto, en donde se procederá de inmediato al colado de una plantilla de concreto y una vez que éste haya fraguado, se colará la losa de piso, de acuerdo con lo indicado en 3.01.01.012.

4. Una vez colada la losa de piso de la lumbrera, se iniciará la colocación del revestimiento definitivo, el cual consistirá en un recubrimiento de concreto armado y colado con cimbra convencional o deslizante, de acuerdo a lo señalado en 3.01.04.011; los datos de estos procedimientos serán los indicados en los planos de proyecto. Si el proyecto y el Representante lo señalan será necesario dejar las preparaciones en la parte inferior de la lumbrera para iniciar la excavación del túnel.

5. Excepto que el proyecto indique lo contrario, cuando se observen signos de inestabilidad en las paredes de la lumbrera deberán colocarse anillos metálicos constituidos por viguetas "I" de 15.24 cm (6 pulg) de acuerdo con lo indicado en 004.E.01 de este capítulo, separados como se indica en la tabla 004-1.

Tabla 004.1 Separación entre anillos

Profundidad, en m	Separación entre uno y otro anillo, en m
0.00 a 5.00	1.00
5.00 a 10.00	0.70
10.00 en adelante	0.40

c) Colocación de los anillos. Excepto que el proyecto indique lo contrario, la colocación de anillos se ajustará a los siguientes lineamientos:

1. Inmediatamente después de colocado el concreto lanzado se procederá a colocar tablones de madera de 5.08 cm (2 pulg) de espesor y encima de éstos se colocarán tres segmentos de viguetas "I" de 15.24 cm (6 pulg) las cuales se acuñarán y soldarán de acuerdo a lo indicado en el proyecto.

2. Una vez fijado el primer anillo, se continuará colocando los tablones y los anillos subsecuentes, de la misma forma como se colocó el primero. En caso de que se presente algún problema con la colocación de los anillos, éstos se anclarán al terreno por medio de varillas de 1.59 cm (5/8 pulg) soldándolas a la parte inferior del patín del anillo. El número de varillas de fijación será de ocho y se colocarán en cada uno de los anillos. Se fijarán viguetas "I" de 10.16 cm (4 pulg) soldadas en el alma de las viguetas "I" de 15.24 cm (6 pulg) separadas 3.0 m entre sí alrededor de todo el anillo, las cuales funcionarán como sujetadores, según lo indicado en el proyecto.

004.E.02 INSTRUMENTACION

Con el fin de conocer el comportamiento de las lumbreras durante su construcción, se procederá a nivelar por medio de bancos superficiales cuya ubicación será la indicada en el proyecto. Estos bancos podrán estar constituidos por una estaca con clavo o por un punto marcado con pintura en la superficie del terreno, los cuales se nivelarán diariamente desde el inicio del bombeo hasta el colado del recubrimiento definitivo, en cada lumbrera. La instalación de los bancos de nivel o de otro tipo de instrumentos se llevará a cabo de acuerdo con lo indicado en 3.01.04.014 de estas Especificaciones y su ubicación en el sitio será señalada por el proyecto.

004.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.04.001.F de "Introducción".

004.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.04.001.G de "Introducción".

CAPITULO 3.01.04.005

EXCAVACION DEL TUNEL POR METODOS CONVENCIONALES

005.A DESCRIPCION

Es el conjunto de operaciones y trabajos que se emplean para la excavación de la sección del túnel, así como para retirar la rezaga y colocar los elementos estructurales que fungirán como soporte temporal y como revestimiento final, de acuerdo con lo señalado en el proyecto.

Los procedimientos que se aplicarán en la construcción de los túneles serán los señalados en el proyecto, de acuerdo con las propiedades del subsuelo y la zonificación geológica, para cada caso particular.

Los túneles del Metro de la Ciudad de México, se podrán clasificar de la siguiente manera, excepto cuando el proyecto indique lo contrario:

a) Túnel de tramo. Para alojar una o dos vías; se construye en tramos interestaciones.

b) Túnel de andén. Aplicable a las estaciones; presenta tres alternativas: 1a. un túnel de dos vías con columna al centro; 2a. un túnel que aloja a las dos secciones anteriores pero sin columna al centro; y 3a. Dos túneles independientes de tramo.

c) Túnel de conexión. Permite comunicar una lumbrera con estación o con tramo.

d) Túnel de acceso. Uso definitivo en estaciones; su función es comunicar los andenes con el exterior.

e) Túnel de distribución. Para distribuir el flujo de los usuarios a lo largo de los andenes.

f) Túneles secundarios. Estos podrán ser los túneles de contactor, subestación, seccionador de PR, para alojar cárcamos, para comunicación entre túneles, para efectos constructivos y para alojar equipos de ventilación.

005.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Topografía para localización	3.01.04.003.E
Construcción de lumbreras con el método convencional	3.01.04.004.E
Ademes temporales con concreto lanzado	3.01.04.007.E
Ademes temporales con marcos de acero	3.01.04.008.E
Ademes temporales con anclajes	3.01.04.009.E
Revestimiento definitivo con concreto lanzado	3.01.04.010.E
Revestimiento definitivo con concreto colado en el sitio	3.01.04.011.E
Instrumentación geotécnica para control de comportamiento	3.01.04.014.E
Abatimiento del nivel freático	3.01.03.006.E
Seguridad	3.01.07.013.E

005.E REQUISITOS DE EJECUCION

Los túneles se excavarán de acuerdo con el trazo, forma, sección, dimensiones, etapas, refuerzos, ademes, y demás características que fije el proyecto. En general se observarán las indicaciones siguientes:

a) El Contratista, además de hacer el trazo interior del túnel, tendrá la obligación de rehacerlo cuantas veces sea necesario. El Representante podrá comprobar el trazo con la frecuencia que considere conveniente.

b) En toda excavación de túneles se evitará aflojar el material más allá del perímetro teórico de la sección fijada.

c) Deberá removerse el material suelto y las piedras flojas de toda la superficie.

d) Todo material proveniente de los derrumbes que se ocasionen dentro del túnel por su construcción, deberá extraerse de inmediato.

e) Los materiales producto de la excavación de los túneles se emplearán o se desperdiciarán, según lo fije el proyecto y lo ordene el Representante.

f) El Contratista, bajo su exclusiva responsabilidad, seleccionará los equipos de construcción, ventilación e iluminación, así como el sistema o método de ataque y ejecución, debiendo cumplir para los trabajos en túnel con los reglamentos de seguridad e higiene vigentes (véase 3.01.07.013).

g) Para fines de ventilación no se permitirá utilizar el aire comprimido destinado a la operación del equipo. El aire que se emplee para ventilación deberá ser fresco y limpio. La boca de la tubería de

ventilación, inyección o extracción deberá quedar como máximo a 20 m del frente de ataque.

h) El proyecto fijará la ubicación y sección de los túneles auxiliares (ver 005.A.03). La construcción de éstos se sujetará, en lo que corresponda, a los mismos requisitos que los fijados para el túnel principal.

i) Las excavaciones se ejecutarán conforme a la sección teórica fijada, cuyas líneas "A" y "B" precisan: la primera, el perfil de la sección definitiva en la que no se permitirán salientes de material; la segunda, el contorno determinado por la tolerancia que se fija. Si la sección requiere de recubrimiento, todo volumen excavado en exceso e imputable al Contratista, por llevar la sección más allá de la línea "B", será restituido por él, con el material y en la forma que ordene el Representante.

j) Los portales que han de construirse en los extremos o bocas de los túneles se sujetarán al proyecto y a lo que ordene el Representante.

005.E.01 INICIO DE LA EXCAVACION DESDE LA LUMBRERA

Para obtener una mayor estabilidad en el terreno al inicio de la excavación será necesario colocar un emportalamiento de acuerdo con lo indicado en el proyecto y tomando en cuenta los siguientes lineamientos:

a) Después de construido el revestimiento definitivo de la lumbrera conforme a lo señalado en 3.01.04.004, se procederá a descubrir en el interior de la misma el área correspondiente a la sección del túnel.

b) Teniendo descubierta la sección del túnel, se iniciará su excavación en las etapas fijadas y hasta la distancia necesaria para colocar el emportalamiento.

c) El emportalamiento se efectuará de acuerdo con lo siguiente:

1. Podrá ser a base de marcos de acero de acuerdo con los requisitos establecidos en el capítulo 3.01.04.008.

2. Podrá ser a base de anclas colocadas de acuerdo con lo indicado y tomando en cuenta los requisitos de ejecución establecidos en 3.01.04.009.

3. Cuando así lo indique el proyecto, además de la colocación de anclas, se procederá a construir una trabe de borde en todo el perímetro del túnel (fig 005-1).

005.E.02 EXCAVACION DE LOS TUNELES

Cualquier sección del túnel que se excave deberá cumplir con las características fijadas en el proyecto y se ajustará a los siguientes lineamientos:

a) La excavación se hará en las secciones de banqueo fijadas, iniciándose en la zona de la clave.

b) El talud del frente de la excavación podrá ser vertical o inclinado según se especifique y el ataque del frente se hará con el equipo que apruebe el Representante; dependiendo de las condiciones de estabilidad del terreno, la longitud de ataque podrá incrementarse, previa autorización del Representante.

c) Descubierto cada tramo de longitud especificado, se deberá colocarse inmediatamente el ademe temporal con concreto lanzado, de acuerdo a lo indicado en el capítulo 3.01.04.007.

d) Las etapas y los periodos de colocación de los refuerzos de ademe temporal y definitivo serán señaladas en cada caso particular.

e) Conforme se vaya atacando el frente de la excavación, el material de rezaga se irá depositando en camiones, ya sea directamente, a través de un cargador frontal o mediante tolva, los que transportarán el material hasta el frente de la lumbrera donde se procederá a vaciarlo en tolvas receptoras.

f) En las zonas de intersección de los túneles se deberá colocar el refuerzo que fije el proyecto y podrán seguirse los lineamientos señalados en 005.E.02.c de este capítulo. No se podrá iniciar la excavación del túnel en esa zona, si no se ha llevado a cabo el procedimiento para el refuerzo en la zona de intersección.

g) Si durante la excavación del frente del túnel se presentan filtraciones de agua provenientes del nivel freático y si las mediciones piezométricas indican presiones hidráulicas que disminuyan la seguridad de la estabilidad del túnel, será necesario suspender la excavación y proceder de inmediato a la construcción e instalación de pozos de bombeo, que permitan abatir el nivel freático para luego proseguir la excavación de la sección del túnel. La instalación de pozos de bombeo se hará siguiendo las indicaciones del proyecto.

h) Deberá instalarse la instrumentación que indique el proyecto, siguiendo los lineamientos del capítulo 3.01.04.014 de tal manera que cuando el frente de ataque se encuentre 20 m antes de la sección de instrumentación ésta deberá ser instalada.

i) Las secciones de los túneles en las estaciones deberán excavarse de acuerdo con lo señalado y siguiendo los procedimientos posteriores de revestimiento y refuerzo.

j) La geometría de los túneles de contactor, subestación, seccionador y demás túneles secundarios y auxiliares serán excavados y reforzados en las etapas que indique el proyecto.

005.E.03 EXTRACCION DE BOLEOS CON EXPLOSIVOS, LOCALIZADOS EN LAS EXCAVACIONES DE LOS TUNELES DEL METRO

Salvo lo indicado por el proyecto y lo ordenado por el Representante, cuando aparezcan boleos en los frentes de excavación, se podrán extraer mediante el empleo de explosivos en la forma que se indica a continuación:

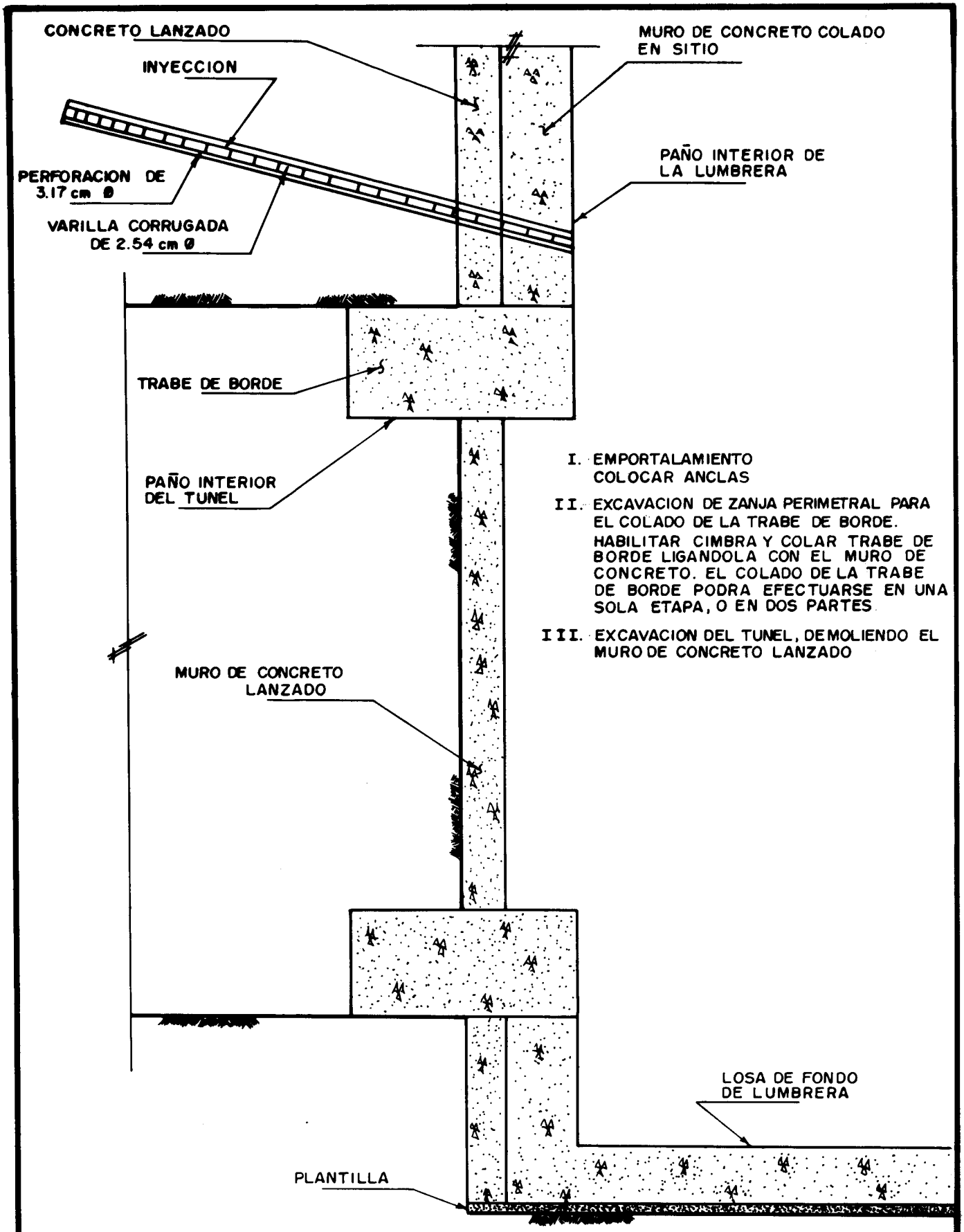
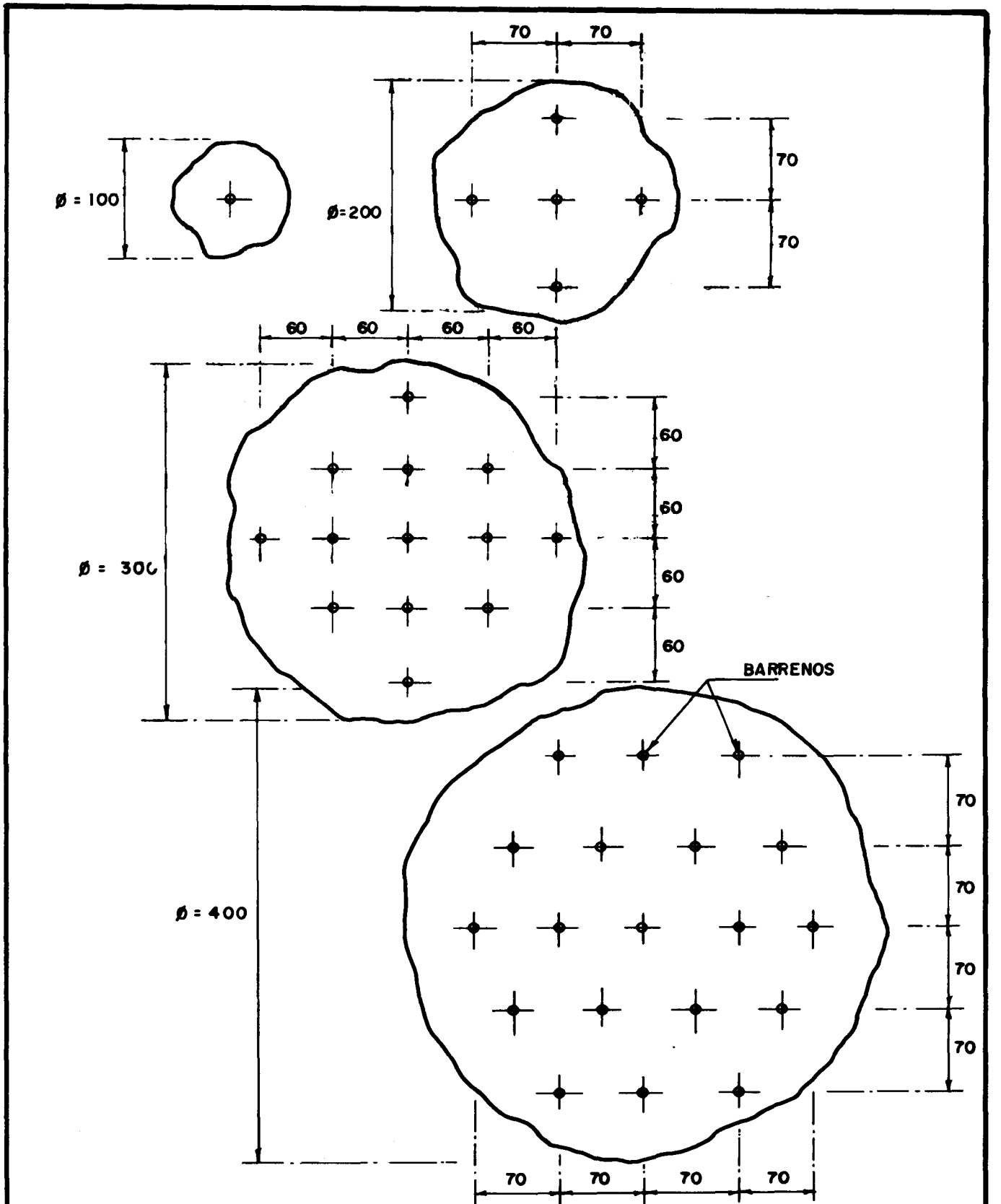


Fig 005-1 Colocación del emportalamiento y la trabe de borde en las lumbreras de acceso al túnel

a) Se realizarán perforaciones de 38 mm de diámetro con separación mínima de 50 cm entre sí, en los sitios mostrados en la fig 005-2, hasta una profundidad aproximada de 0.5 veces el diámetro del boleo.

b) Terminada la barrenación de cada una de las perforaciones se deberán limpiar empleando aire comprimido y un soplador; en los casos de derrumbe de barrenos se emplearán cucharillas para desalojar el material suelto.



ACOTACIONES , EN cm
SIN ESCALA

Fig 005-2 Perforaciones en boleos para la colocación de explosivos

c) Los explosivos a emplear para fragmentar los boleos deberán ser del tipo que el proyecto señale y con la aprobación del Representante. El cartucho podrá tener un peso de 0.15 kg por unidad. Se deberán observar los siguientes lineamientos:

1. La carga que deberá aplicarse a los boleos dependerá de su diámetro; en la tabla 005-1 se indica la carga a emplear en función del diámetro aproximado.

Tabla 005-1. Carga de explosivo

Diámetro, en m	Volumen, en m^3	Explosivos	
		(0.1) kg	(0.15) kg
4	33.5	3.35	5.03
3	14.1	1.41	2.12
2	4.2	0.42	0.63
1	0.52	0.05	0.08

2. Para el retaque deberá emplearse exclusivamente arena o gravilla clasificada; en ningún caso deberá usarse suelo arcilloso o limo arcilloso.

3. Para la protección contra lanzamiento de piedras se recomienda utilizar esteras neumáticas o alguna estructura semejante.

d) Antes de realizarse la voladura, las conexiones que se efectúen deberán comprobarse individualmente empleando un galvanómetro o un óhmetro.

e) El equipo y personal del frente de trabajo deberá retirarse hasta una distancia tal que el producto de la voladura no los alcance.

f) Las cargas se harán estallar por medio de explosores, los cuales deberán tener la capacidad adecuada y deberán encontrarse en buenas condiciones.

005.E.04 TOLERANCIAS

Para efecto de estas especificaciones la línea denominada "A" se designa como de proyecto y la línea "B" para cuestiones de pago:

a) Especificaciones para "peinar" los tramos de túnel del Metro que no cumplen con la sección especificada en el proyecto. Cuando la excavación en algunos tramos de túnel no alcance la sección correspondiente indicada en el proyecto, será necesario que en dichos tramos se realicen "peines" para poder llevar a cabo la construcción de los revestimientos provisional y definitivo en la forma y con las dimensiones que fueron proyectados. Se considera como "peine" a la excavación necesaria que debe hacerse para alcanzar la línea "A", previamente establecida en el proyecto para fijar los límites de la excavación en todas aquellas zonas de las paredes o de la bóveda del túnel en donde, con el proceso normal de excavación, no fue posible dar la sección especificada. Excepto lo que indique el proyecto, se observarán los siguientes lineamientos:

1. Las zonas por peinar deben estar localizadas en la sección media superior, en la sección media inferior o en ambas secciones del túnel, por lo que los peines deberán hacerse de la manera siguiente (fig 005-3).

   — Si las zonas por peinar abarcan tanto la sección media superior como la sección media inferior, los peines se iniciarán en la clave del túnel e irán descendiendo hasta alcanzar las paredes del mismo.

   — Si las zonas por peinar se localizan únicamente en una de las secciones antes citadas, los peines se harán comenzando por la parte superior de esa sección. Los peines se harán en forma alternada en tramos (franjas) de túnel de 2.0 m de longitud. Se podrán peinar dos o más tramos de túnel simultáneamente con la condición de que entre dos tramos que se están atacando al mismo tiempo, existan dos sin atacar; es decir, que exista una separación entre ellos de 4.0 m, tal como lo muestra la fig 005-3.

2. El proceso de excavación por medio de peines y la colocación del revestimiento provisional en los tramos excavados se efectuará de acuerdo a los lineamientos señalados a continuación:

   — Para la excavación por medio de peines para conformar la sección mínima del túnel, fijada por la línea "A". Se eligirán los tramos de túnel por atacar, de 2.0 m de longitud cada uno.

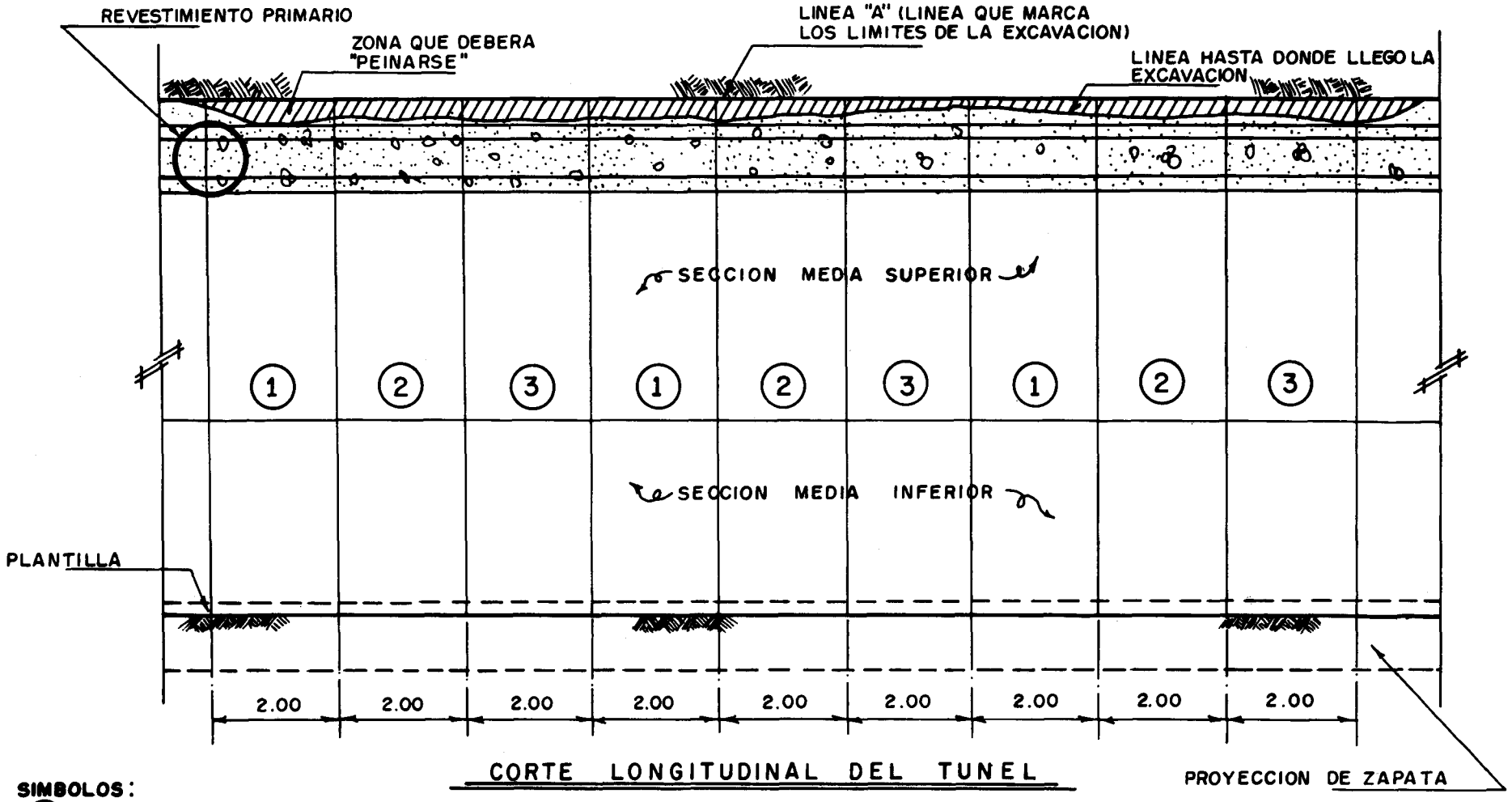
   Se demolerá y se retirará, en cada uno de los tramos, el concreto lanzado que tengan actualmente, incluyendo mallas de acero, las cuales deberán cortarse de manera que quede una longitud de 30 cm como mínimo para efectuar el traslapo con las mallas que se colocarán nuevamente.

   Una vez que el concreto haya sido retirado y que el terreno haya sido descubierto, se peinarán los tramos en cuestión hasta alcanzar el límite de la excavación fijado por la línea "A".

   — Colocación del sistema de soporte o ademe primario. Inmediatamente después de haber terminado la excavación, en cada uno de los tramos indicados anteriormente, de 2.00 m de longitud, se iniciará la colocación del revestimiento provisional correspondiente, de acuerdo con lo indicado en el capítulo 3.01.04.007, en la forma que se indica en el proyecto.

3. Será condición necesaria que el revestimiento primario que deberá colocarse en las zonas donde se efectúen los "peines" sea el correspondiente al tramo o subtramo en cuestión.

4. Por ningún motivo deberá incrementarse la longitud de los tramos de excavación a más de 2.00 metros.



SIMBOLOS:

(i) TRAMO EN EL QUE SE "PEINARA"

NOTA: LOS TRAMOS MARCADOS CON EL MISMO NUMERO PODRAN ATACARSE SIMULTANEAMENTE

ACOTACIONES, EN m

Fig 005-3 Zonas de afine de excavación en túneles (Peines)

5. Para iniciar la excavación de un tramo de 2.00 m de longitud será condición necesaria que en el tramo inmediato anterior se tenga colocado el revestimiento primario en toda su sección transversal, y que el concreto lanzado, utilizado en dicho tramo, haya alcanzado su resistencia de proyecto.

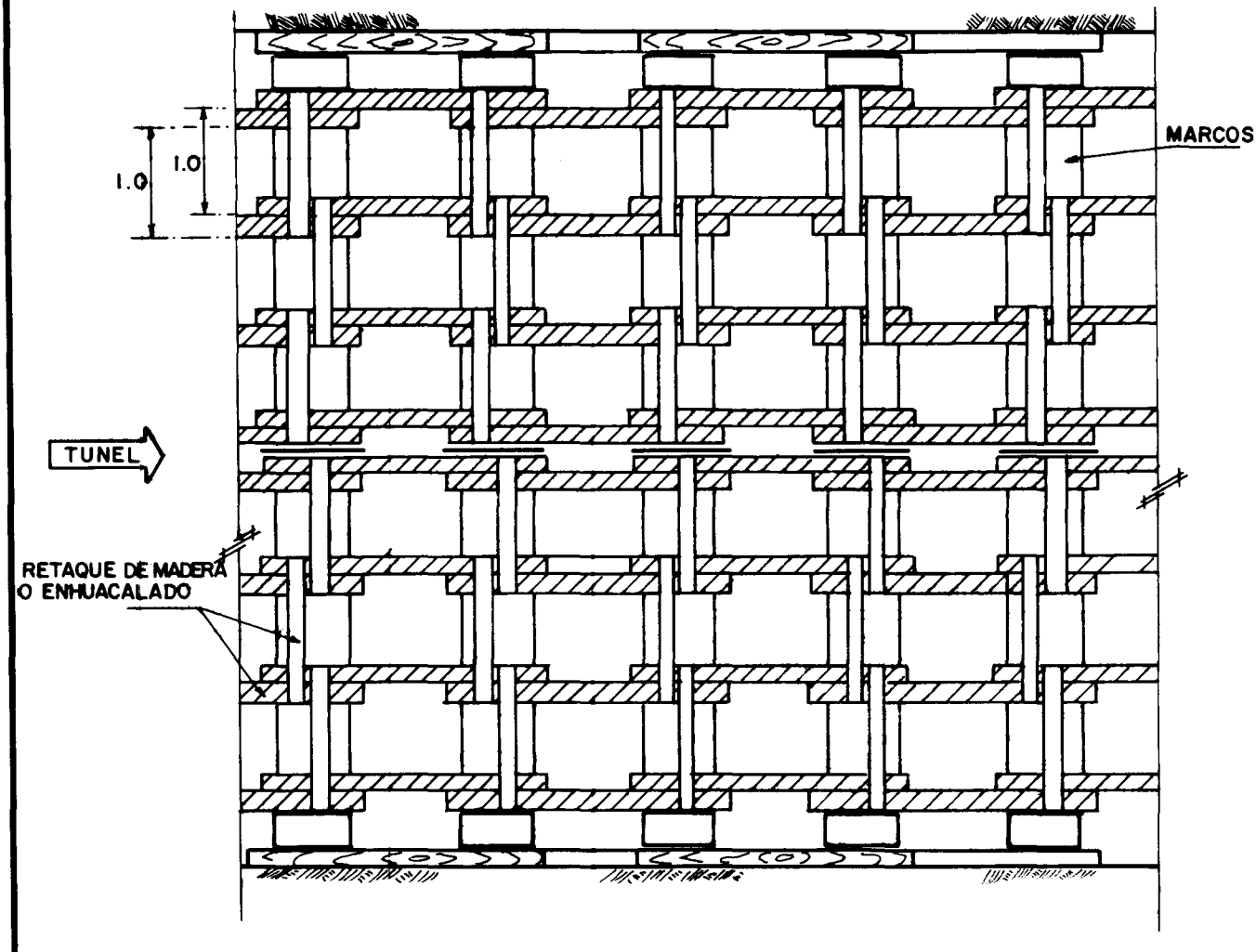
b) Especificación general para la colocación del retaque de madera (o enhuacalado), en los túneles de mayor altura que la requerida en el proyecto. Excepto lo que señale el proyecto, se observarán las siguientes indicaciones.

1. Este procedimiento será aplicable para los casos en que se requiera la colocación de marcos en los túneles y que la altura de la sección excavada sea mayor que la altura de la sección necesaria por proyecto, para colocar el recubrimiento provisional y el revestimiento definitivo.

2. Una vez que se haya descubierto la parte superior del túnel de acuerdo al procedimiento constructivo correspondiente, se procederá a instalar una malla de acero electrosoldada del tipo señalado en el proyecto y colocar de inmediato una capa de concreto lanzado de 5 cm de espesor.

3. Después que la capa de concreto lanzado haya fraguado, se deberá colocar el sistema adicional de ademe a base de marcos, tal como se indica en el capítulo 3.01.04.008.

4. Tan pronto se hayan instalado los marcos de acero, será necesario colocar en el espacio anular un retaque de madera o enhuacalado con el fin de lograr el contacto directo entre el suelo de la sección excavada y los marcos. Este retaque de madera o enhuacalado se realizará de acuerdo como lo indique el proyecto (fig 005-4).



P L A N T A

ACOTACIONES, EN m
SIN ESCALA

Fig 005-4 Colocación del retaque de madera en los túneles de mayor altura que la requerida por proyecto

5. Por ningún motivo se deberá colocar un solo marco con el enhuacalado o retaque de madera, ya que esta estructura estará trabajandc bajo condiciones inestables.

6. Los espacios que queden por efecto del retaque de madera o enhuacalado, se deberán rellenar con el mismo concreto que se utilice durante el colado del revestimiento definitivo.

005.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.04.001.F de "Introducción".

005.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.04.001.G de "Introducción".

CAPITULO 3.01.04.006

EXCAVACION DEL TUNEL CON ESCUDO

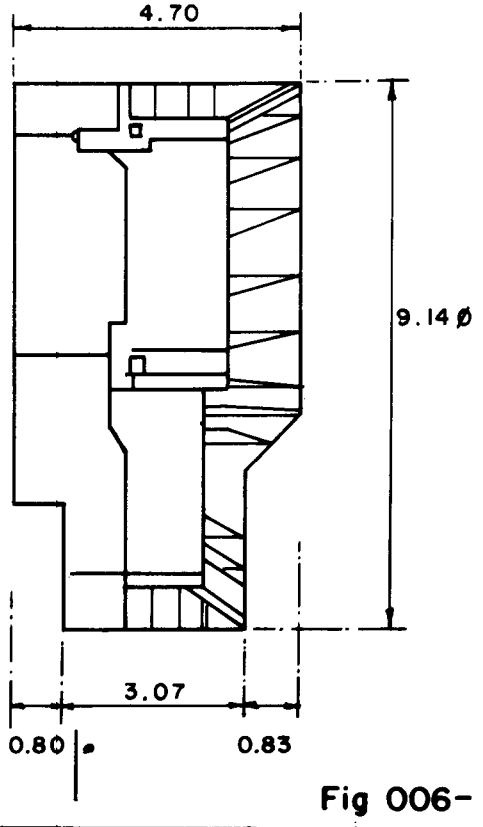
006.A DESCRIPCION

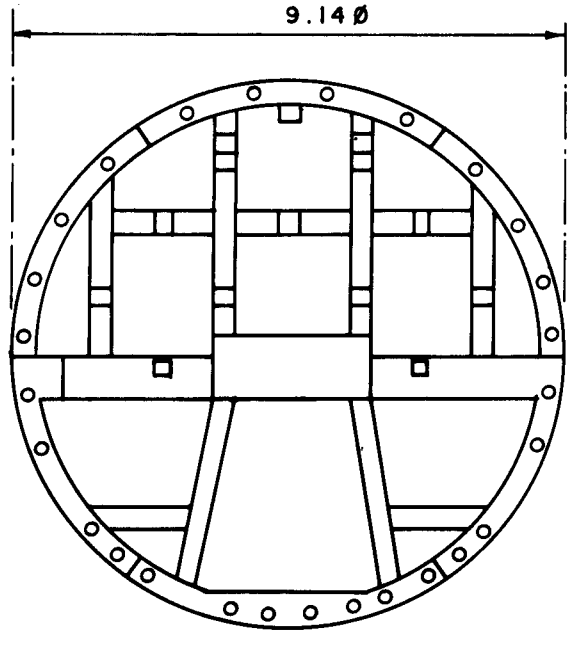
Es el conjunto de trabajos y operaciones ejecutadas con una máquina protegida por un cilindro de acero, del diámetro de la excavación que se requiere realizar, el cual proporciona soporte inicial a las paredes de la oquedad cilíndrica formada en el suelo al irse introduciendo el escudo, simultáneamente al retiro de material del frente, mediante el empuje inducido con una serie de gatos hidráulicos que se apoyan contra el ademe, colocado inmediatamente atrás del escudo.

Estas especificaciones estarán limitadas a un tipo de escudo abierto, cuya estructura estará constituida por un cilindro de acero de 9.14 m de diámetro y 4.70 m de longitud; el escudo se divide en tres partes principales que son: cachucha, faldón y cuerpo del escudo. En este último se encuentran alojadas las plataformas de trabajo y los gatos tanto frontales como de empuje, tal como se muestra en la fig 006-1.

006.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Topografía para localización	3.01.04.003.E
Construcción de lumbreras con el método convencional	3.01.04.004.E
Excavación del túnel por métodos convencionales	3.01.04.005.E
Revestimiento definitivo con concreto lanzado	3.01.04.010.E
Revestimiento definitivo con concreto colado en sitio	3.01.04.011.E
Revestimiento definitivo con elementos prefabricados	3.01.04.012.E
Concreto hidráulico	4.01.01.002.G
Acero estructural	4.01.01.005.C
Tubos de acero al carbono para usos estructurales	4.01.01.017.E
Lodos bentoníticos	4.01.01.024.A





ACOTACIONES, EN m
SIN ESCALA

Fig 006-1 Esquema de escudo abierto

006.E REQUISITOS DE EJECUCION

El túnel tendrá el diámetro interior, el diámetro exterior y la longitud de desarrollo que señalen los planos de proyecto; su revestimiento o ademe consistirá en elementos prefabricados de concreto armado.

006.E.01 REVESTIMIENTO DEL TUNEL CON ELEMENTOS PREFABRICADOS (DOVELAS)

Las dovelas serán de tres tipos "A", "B" y "C"; cada anillo estará formado por tres dovelas, una de cada tipo: las "A" y "B" forman los costados y la clave y la "C", la cubierta.

a) Las dovelas serán de concreto armado y tendrán un ancho de 0.80 m; los detalles estructurales serán los indicados en planos de proyecto y deberán satisfacer lo señalado en 3.01.04.012.

b) Para los tramos de túnel en curva horizontal o vertical será necesario utilizar dovelas correctivas o lainas metálicas con objeto de facilitar la guía de escudo.

006.E.02 CARACTERISTICAS DEL ESCUDO

De acuerdo con el proyecto y debido a las características del material por atravesar y a la poca profundidad del túnel en algunos tramos, deberá adicionarse en el frente del escudo un tupido de madera para trabajar con frente cerrado, el cual será detenido por los gatos frontales; el frente se cerrará tanto como lo requieran las condiciones locales del subsuelo.

006.E.03 ARRANQUE INICIAL DEL ESCUDO

Se observarán los siguientes lineamientos:

a) Salvo lo indicado en el proyecto, para iniciar la excavación del túnel el escudo se apoyará en nueve semianillos de dovelas especiales formados por las dovelas "A" y "B" colocadas en forma invertida, las cuales a su vez se apoyarán sobre viguetas de acero empotradas en el muro de la lumbrera donde se iniciará la excavación del túnel. Este conjunto constituye la estructura de atraque que transmitirá el empuje de los gatos al muro opuesto al frente de ataque del escudo.

b) Cuando el frente del escudo esté en contacto con el muro de la lumbrera se procederá a demoler éste y al mismo tiempo se comenzará a poner el primer anillo completo dentro de la camisa del escudo con ayuda de los brazos erectores; terminado de armar el primer anillo se colocarán cuatro troqueles tubulares de 30.48 cm (12 pulg) de diámetro (cédula 80), los cuales se apoyarán en uno de sus extremos sobre la parte superior del primer anillo completo antes mencionado y en el otro extremo contra el muro de la lumbrera; posteriormente se iniciará la demolición del muro frontal de la lumbrera, se rezagará el material producto de la demolición del muro, se ademará el frente y se procederá a avanzar el escudo en tramos de 80 centímetros.

006.E.05 AVANCE DEL ESCUDO

Una vez introducido el escudo en el túnel se observarán los siguientes lineamientos durante el avance:

a) Antes de realizar cualquier avance del escudo se procederá a efectuar un precorte del material en todo el frente, tal como se observa en las figs 006-2, 006-3 y 006-4. Este precorte tendrá un espesor de 20 cm y se hará hacia el interior del núcleo central (biselado).

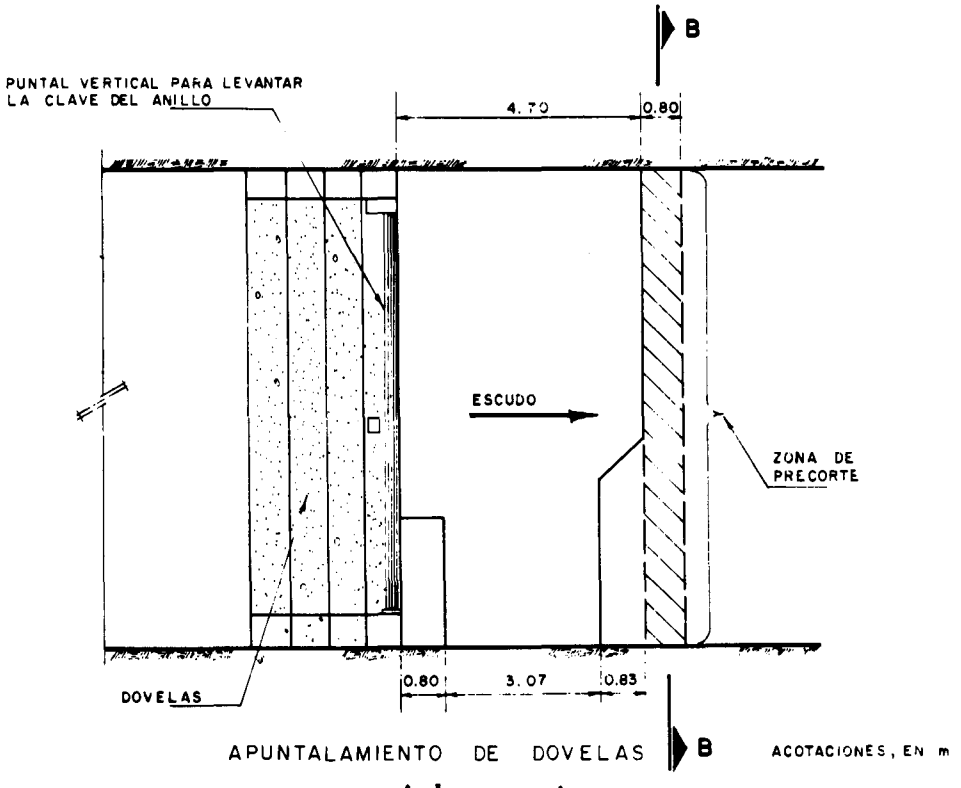
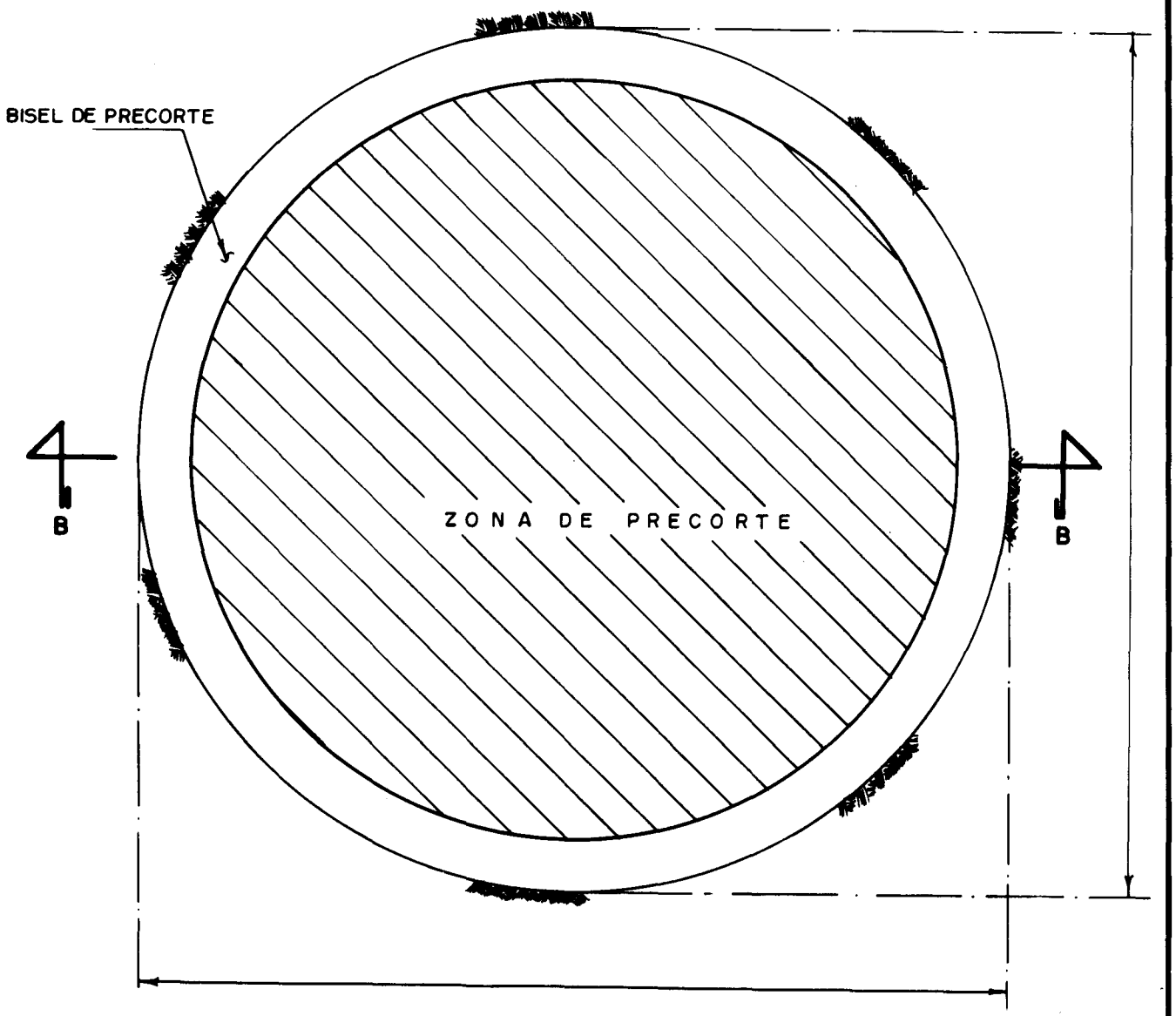
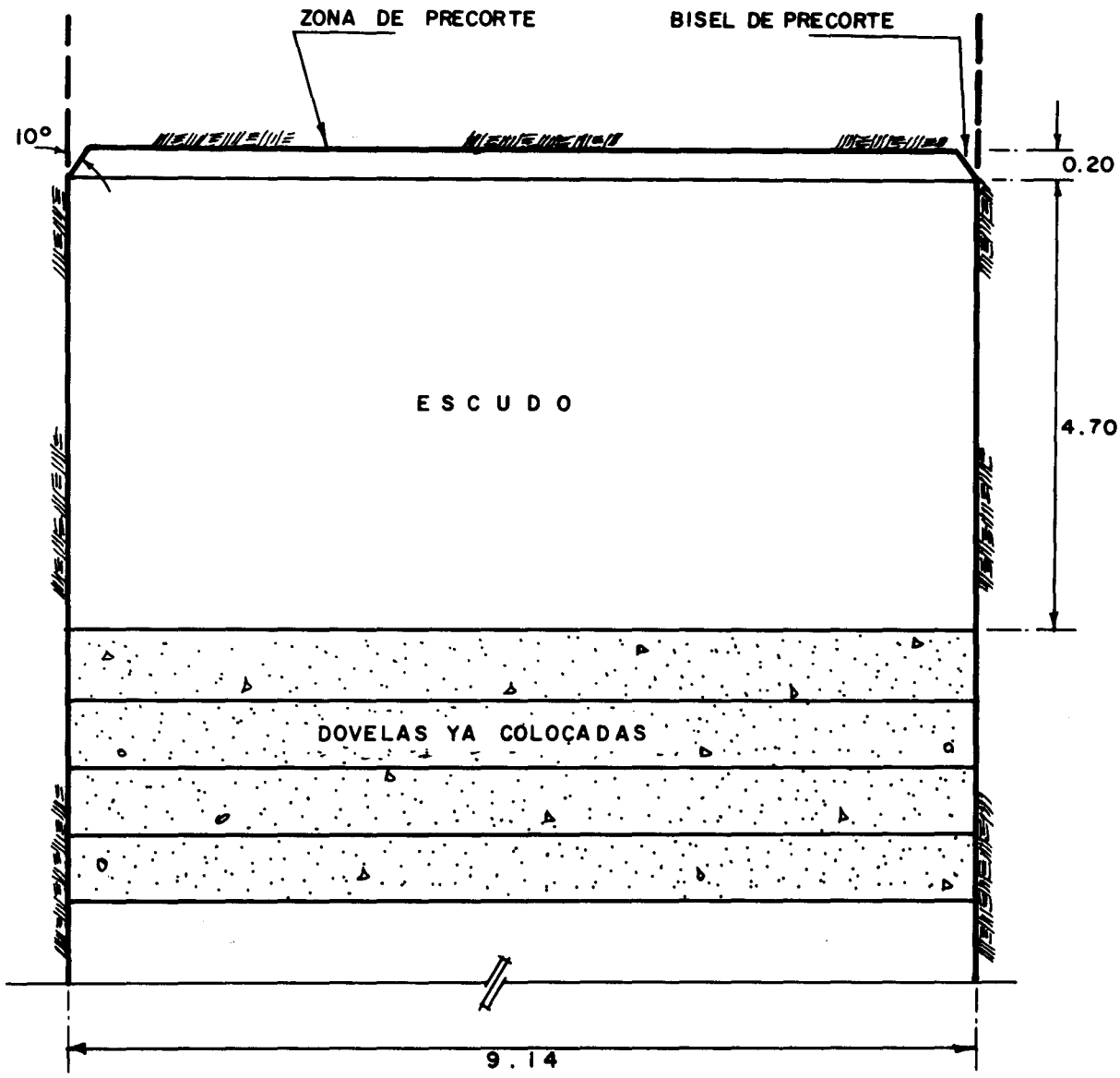


Fig 006-2 Excavación del túnel con escudo abierto



CORTE B-B (DE LA FIG 006-2)

Fig 006-3 Zona de precorte en la excavación de túneles



ACOTACIONES, EN m

P L A N T A B-B
(de la Fig 006-3)

Fig 006-4 Excavación del túnel con escudo abierto

b) Habiéndose efectuado el precorte se procederá a dar un avance máximo de 80 cm, los cuales deberán medirse en la carrera del vástago de los gatos.

c) El ataque del frente se hará con herramienta neumática o similar; la excavación se iniciará en el instante en que se haya terminado el empuje del escudo y mientras se coloquen los segmentos que forman el último anillo. Habiéndose desalojado la rezaga del frente se procederá a ejecutar un nuevo avance del escudo siguiendo los lineamientos antes expuestos.

d) Para avanzar el escudo se utilizarán los gatos de empuje, que se apoyarán por medio de sus zapatas en los anillos colocados.

e) Cuando la presión en los gatos de empuje para un avance cualquiera rebase 25.4 MPa (259.00 kg/cm^2), se deberá realizar la inyección de una mezcla compuesta por lodo bentonítico, al cual se le agregará 5 por ciento de aceite soluble. Las características del lodo bentonítico por utilizar serán las indicadas en la cláusula 4.01.01.024.A.

f) La inyección se realizará a través de las preparaciones existentes en el escudo (fig 006-5). La presión de inyección máxima será de 0.29 MPa (3.00 kg/cm^2); el volumen límite de inyección será el que indique el proyecto y apruebe el Representante. El objeto de la inyección será el de reducir las fuerzas de fricción que se generan en la superficie de contacto entre la camisa del escudo y el suelo circundante y así evitar presiones excesivas en los gatos de empuje que pudieran dañar los anillos ya colocados; en caso de que en un tramo se mantengan presiones de empuje altas, se podrá efectuar la inyección ya mencionada a cada 10.00 m medidos en el sentido de avance del escudo.

g) El procedimiento para la colocación de las dovelas será de acuerdo a lo señalado en el capítulo 3.01.04.012.

006.E.05 REZAGA DEL MATERIAL

La extracción del material de la excavación con escudo abierto, se ajustara a los siguientes lineamientos.

a) La rezaga producto de la excavación del frente del túnel deberá desalojarse ya sea en forma manual o con equipo; la extracción del material no deberá interferir con el avance y se hará como lo marque el proyecto y apruebe el Representante.

b) La rezaga podrá desalojarse por medio de un sistema de vagonetas montadas sobre una vía lateral; dichas vagonetas serán jaladas por una locomotora hasta la lumbrera para ser izadas y descargar directamente la rezaga a una tolva de almacenamiento. En los primeros 20.0 m de túnel, la rezaga del frente se extraerá manualmente debido al reducido espacio que existe por la estructura de atraque.

c) Para facilitar el transporte de la rezaga con el sistema antes descrito, será necesario colocar en el interior del túnel un relleno de material producto de la excavación mejorado con cemento o cal y sobre él una cama de grava.

006.E.06 INYECCION

Cuando así lo indique el proyecto, se inyectará con el sistema en él propuesto. El objeto de la inyección será reducir los asentamientos superficiales que puedan presentarse durante la excavación del túnel y disminuir las filtraciones de agua freática hacia el interior de éste. Salvo lo establecido en el proyecto, la inyección será de acuerdo con lo siguiente:

a) Con la finalidad de que cada anillo o dovela presente una inyección satisfactoria en su perímetro, deberán realizarse cinco barrenos de 1.50 m de longitud con la distribución y secuencia de inyección mostrada en la fig 006-6.

b) Cada anillo deberá contar con una inyección de tapón y tres fases cuyos proporcionamientos se indican en la tabla 006-1. La inyección de tapón se ajustará a las siguientes indicaciones:

1. Se llevará a cabo en cada uno de los barrenos, una vez que el anillo por inyectar cuente con tres anillos entre él y el faldón del escudo.

2. Inyección 1a. fase. Concluida la inyección de tapón se procederá a efectuar la inyección de 1a. fase en cada uno de los barrenos del anillo, para lo cual se deberá tener una distancia igual a cuatro anillos entre el anillo por inyectar y el faldón del escudo, es decir se tendrán tres anillos sin inyectar y en el contiguo se estará efectuando la inyección tapón.

3. Inyección 2a. fase. Para la realización de la inyección de 2a. fase el anillo por inyectar deberá contar con las inyecciones de tapón y de 1a. fase y tener entre este anillo y el faldón del escudo una distancia igual a cinco anillos, de tal manera que los tres primeros no estén inyectados, en el cuarto se tenga inyección de tapón y en el quinto se esté efectuando la inyección de 1a. fase.

4. Inyección 3a. fase. Para efectuar la inyección de la 3a. fase a un anillo, éste deberá contar con las inyecciones antes mencionadas y tener entre él y el faldón del escudo seis anillos, los tres primeros sin inyectar, el cuarto con inyección de tapón, el quinto con inyección de 1a. fase y el sexto con inyección de 2a. fase, tal como se indica en la fig 006-6.

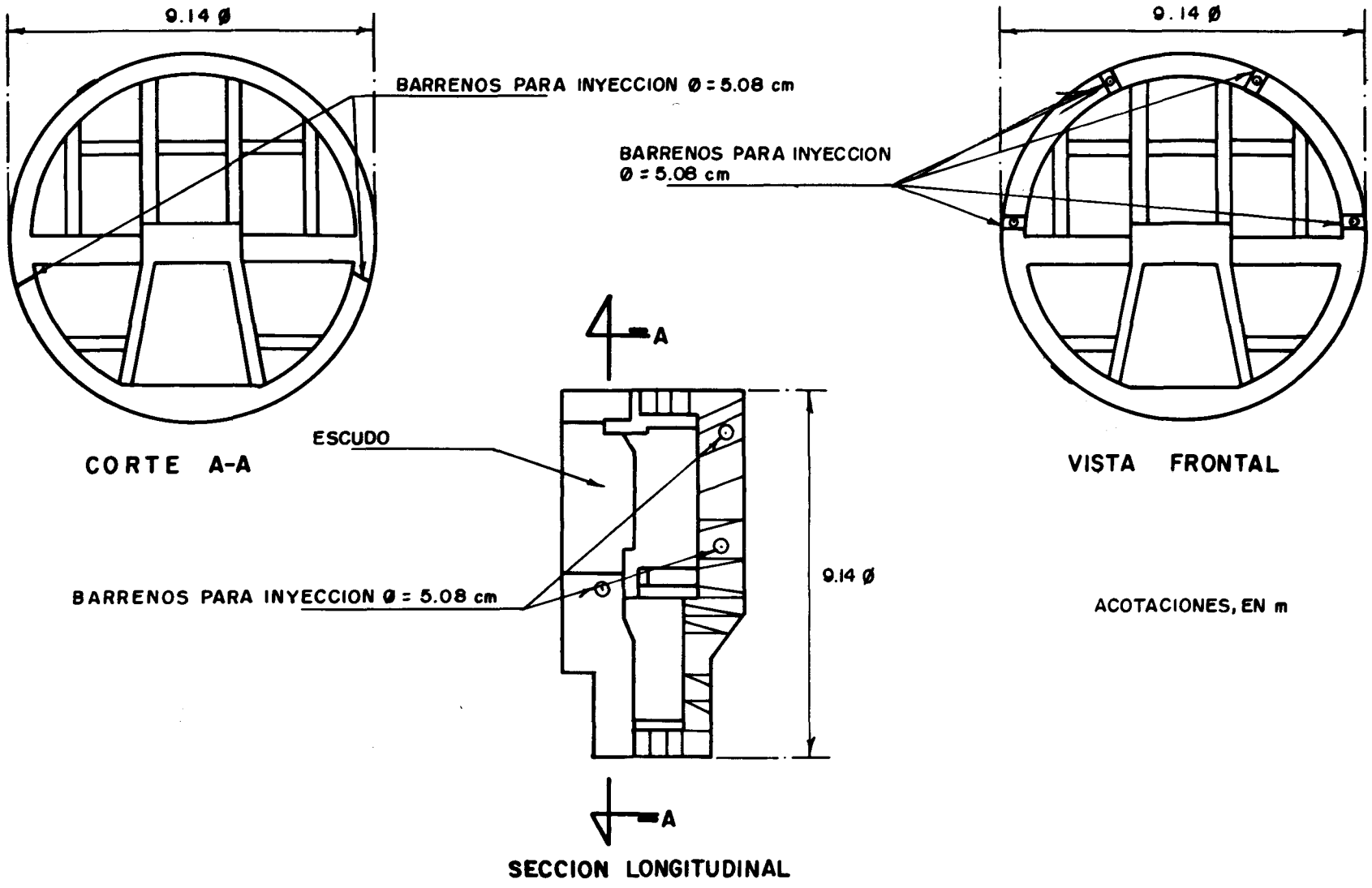
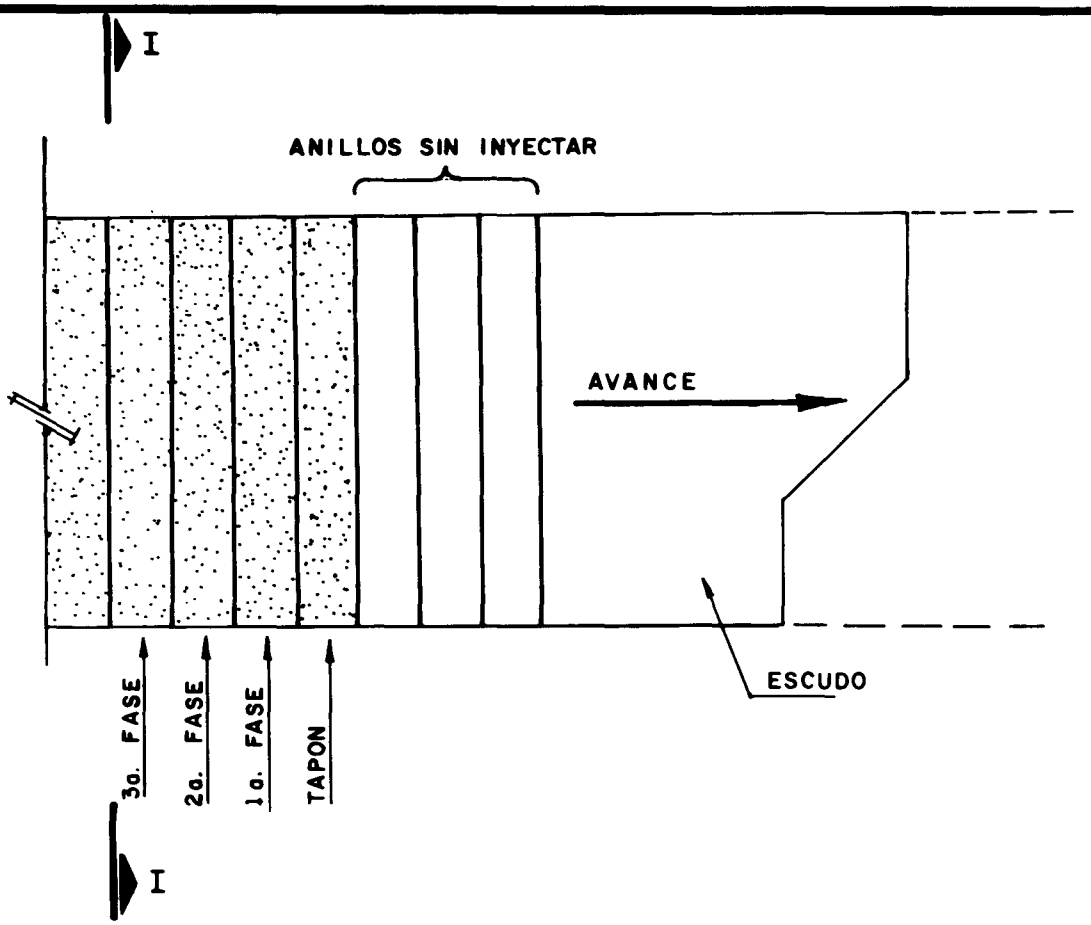
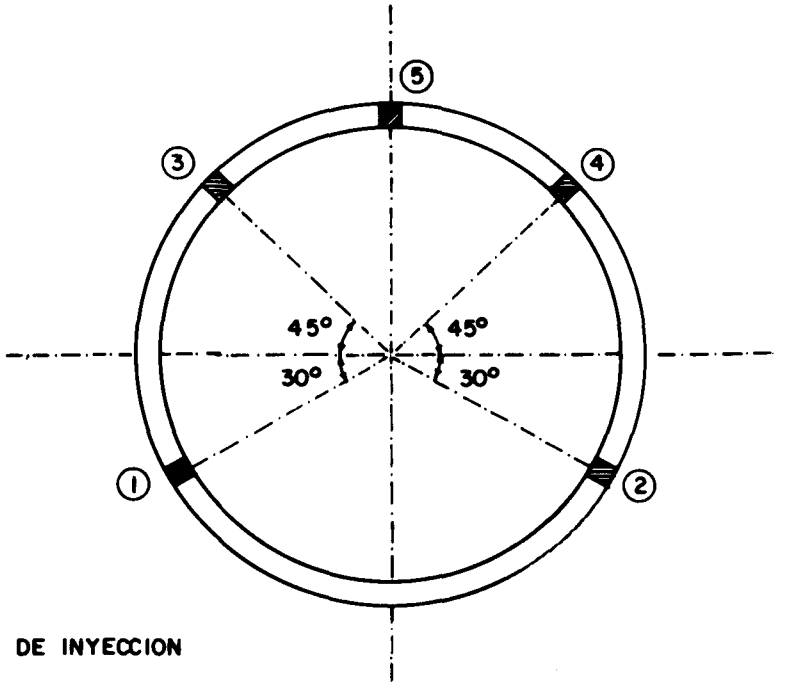


Fig 006-5 Secciones de escudo, mostrando perforaciones para inyección de mezcla





(i) SECUENCIA DE INYECCION

CORTE I-I

Fig 006-6 Distribución y secuencia de inyección en dovelas

Tabla 006-1. Proporcionamientos de materiales para inyección

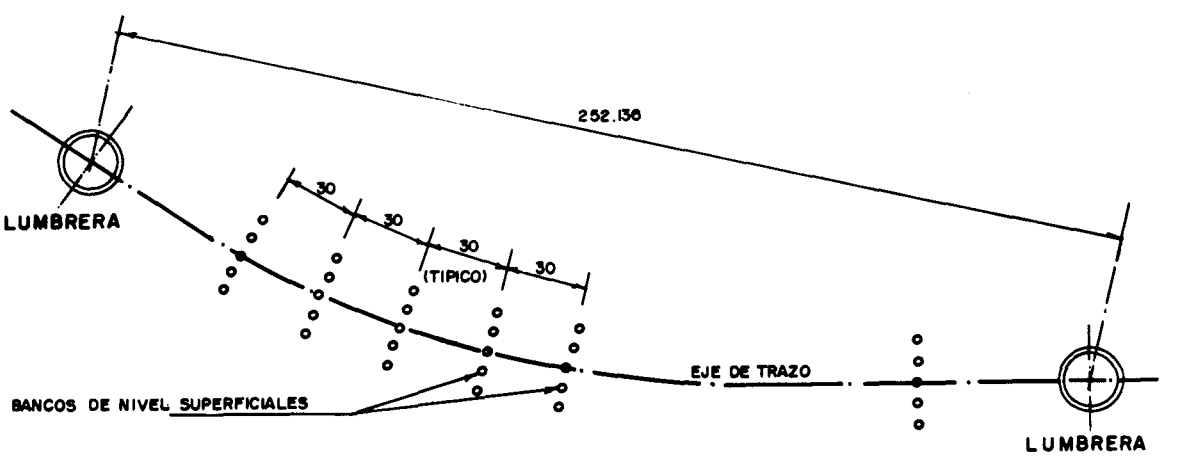
Material	Tapón	1a. fase	2a. fase	3a. fase
Agua (litros)	136	136	160	152
Cemento (kg)	250	250	250	250
Bentonita (litros)	67	67	42	50.2
Arena (kg)	160	160	150	—
Aditivo estabilizador (litros)	8	8	—	—
Aditivo acelerante de fraguado (kg)	2.5	2.5	—	—

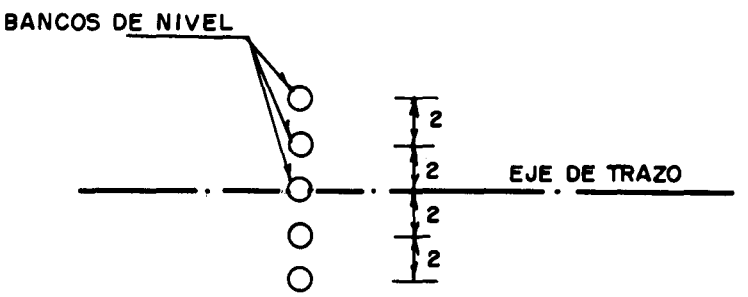
006.E.07 INSTRUMENTACION

Para conocer los movimientos del terreno superficial durante la construcción del túnel, será necesario colocar la siguiente instrumentación, salvo lo que indique el proyecto:

a) Secciones de control de niveles a cada 30 m de longitud a lo largo del eje del túnel, constituidas por cinco bancos de nivel superficiales separados en el sentido transversal al eje del túnel 2.0 m y 4.0 m, e instalados simétricamente con respecto al eje del túnel, tal como se muestra en la fig 006-7.

b) La frecuencia de las lecturas de las secciones transversales superficiales será de una vez al día durante un periodo de 15 días, esto es, cinco días





ACOTACIONES, EN m
SIN ESCALA

DETALLE DE LA COLOCACION DE LOS BANCOS DE NIVEL SUPERFICIALES

Fig 006-7 Instrumentación típica con bancos de nivel superficial en trazos curvos

antes de que el escudo pase por la sección y 10 días después que haya pasado. La localización de los bancos se muestra en la fig 006-7.

c) Se tomarán medidas de los diámetros del túnel en el sentido horizontal, vertical y diagonal, en secciones que serán indicadas en el proyecto.

d) La primera lectura de los diámetros interiores se tomará cuando el escudo se localice a una distancia de dos anillos adelante de la sección de medición. La frecuencia de las lecturas será de una vez al día y se realizará durante tres semanas.

006.E.08 REQUISITOS ADICIONALES

a) Se deberá contar siempre con un número suficiente de dovelas de tal manera que se garantice la continuidad en el avance del escudo.

b) La precarga del puntal vertical y de los gatos de expansión será en forma alternada.

c) La inyección de cada anillo se iniciará cuando el número de anillos entre el faldón del escudo y el anillo por inyectar sea de tres.

d) Se deberá respetar la frecuencia de lecturas en las secciones de control de niveles y de los diámetros del túnel.

e) Con los resultados obtenidos de las nivelaciones se deberán elaborar gráficas movimiento vertical-tiempo las cuales se deberán llevar al día, manteniéndose en la caseta de obra, debiendo enviar una copia al proyectista para su interpretación.

006.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.04.001.F de "Introducción".

006.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.04.001.G de "Introducción".

CAPITULO 3.01.04.007

ADEMES TEMPORALES CON CONCRETO LANZADO

007.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de trabajos y operaciones necesarias para colocar el concreto lanzado en las superficies expuestas de la excavación para protegerla contra los efectos del intemperismo y proporcionar una estructura de soporte temporal de las paredes y techos de la excavación.

El concreto lanzado se entenderá como el producto resultante de elaborar una mezcla de cemento Portland, arena, grava y aditivo, que una vez combinados serán lanzados neumáticamente a través de una manguera con una boquilla especial donde se le incluirá el agua, impulsándolos por medio de aire comprimido. El aditivo que contendrá el concreto lanzado deberá acelerar el fraguado inicial y producir una resistencia alta a corta edad.

007.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Cementos	4.01.01.002.A
Agregados para concreto	4.01.01.002.B
Agua para concreto hidráulico	4.01.01.002.C
Aditivos para concreto	4.01.01.002.D
Topografía para localización	3.01.04.003.E
Ademes temporales con anclajes	3.01.04.009.E
Instrumentación geotécnica para control de comportamiento	3.01.04.014.E
Construcción de estaciones	3.01.04.015.E
Señalamiento en estaciones	3.01.04.017.E
Obtención y prueba de corazones y vigas extraídos de concreto endurecido	NOM C-169

007.C MATERIALES

007.C.01 CEMENTO

Deberá usarse cemento Portland que cumpla con lo establecido en 4.01.01.002.A.

007.C.02 AGREGADOS

La arena y la grava que se utilicen para formar el concreto lanzado, deberán cumplir con los requisitos anotados en 4.01.01.002.B, y adicionalmente con los requisitos indicados en la fig 007-1.

007.C.03 AGUA DE MEZCLADO

El agua de mezclado deberá cumplir con lo establecido en 4.01.01.002.C.

007.C.04 ADITIVOS ACELERANTES

a) Los aditivos acelerantes que se empleen en la elaboración del concreto lanzado, deberán cumplir con los siguientes requisitos (ensayados en pastas agua-cemento-aditivo, con una relación agua-cemento de 0.35):

   1. Tiempo de fraguado inicial (máximo): 3 minutos.
   2. Tiempo de fraguado final (máximo): 12 minutos.
   3. Resistencia a la compresión simple de la pasta, a una edad de ocho horas, en cubos de 5 cm de lado (mínimo): 5.9 MPa (60 kg/cm^2).

b) En el caso de que algún aditivo no satisfaga alguno de los requisitos anteriores y que el Contratista demuestre que con él se pueden obtener las resistencias especificadas en el concreto lanzado, se podrá autorizar su uso.

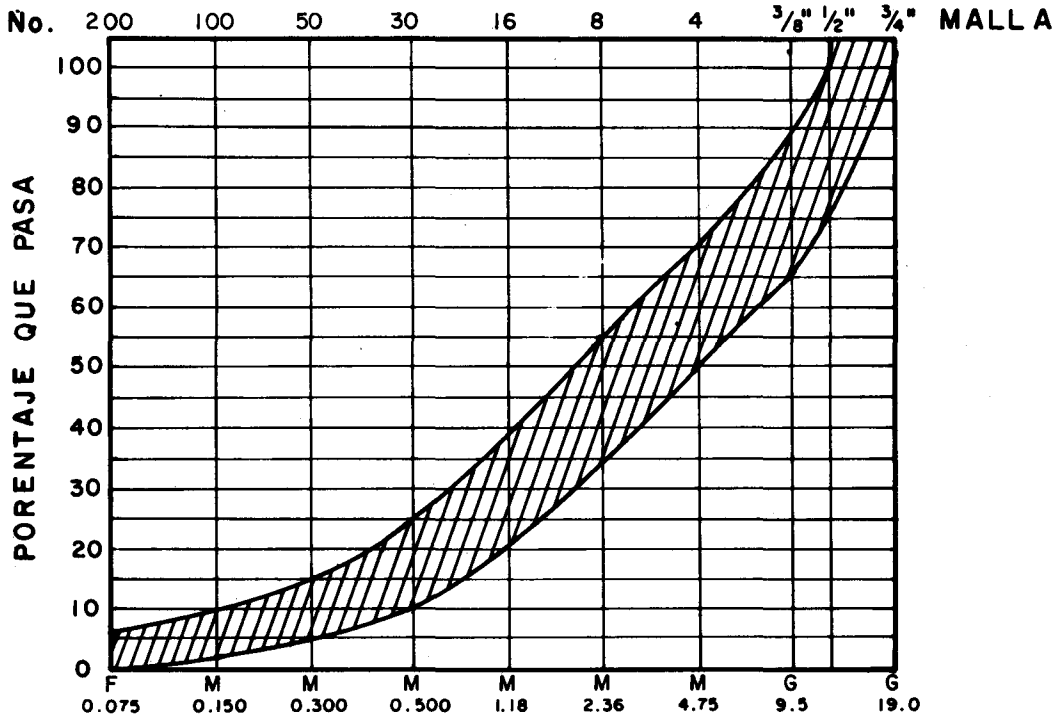
c) Los aditivos a emplear serán compatibles tanto con el cemento como con los agregados pétreos; previamente a su empleo deberán ser aprobados por el Representante.

007.C.05 MEZCLAS DE PRUEBA

a) Con el propósito de ensayar la influencia de los aditivos y poder corregir el proporcionamiento base de la mezcla del concreto, deberán efectuarse mezclas de prueba en campo, empleándose marcas distintas de aditivos acelerantes, con las diferentes marcas del cemento que se planee utilizar.

b) Las mezclas de prueba se realizarán lanzando el concreto sobre un tablero de prueba de cuando menos 80 x 80 cm, para cada mezcla considerada.

c) A una edad mínima de 22 horas se extraerán del tablero de prueba tres especímenes cilíndricos del diámetro indicado en la norma NOM C-169 y se



LIMITES MAXIMOS DE SUBSTANCIAS Y REQUISITOS DE PROPIEDADES FISICAS DEL AGREGADO FINO Y GRUESO, EXPRESADOS EN PORCENTAJE DEL PESO TOTAL DE LA MUESTRA:

P R U E B A	ARENA	G R A V A
GRUMOS DE ARCILLA Y PARTICULAS DESMENUZABLES	3.0	4.5
MATERIAL QUE PASA POR LA MALLA DE 0.075 mm (NOM F-0.075; ASTM No. 200)	5.0 (1)	2.0 (2)

N O T A S :

(1) EN EL CASO DE MATERIAL FINO QUE PASA POR LA MALLA No. 200, SI ES PRODUCTO DE LA DESINTEGRACION DE ROCAS, EL PORCENTAJE LIMITE SE INCREMENTARA A 10 --- POR CIENTO

(2) EN EL CASO DE AGREGADOS TRITURADOS, SI EL MATERIAL QUE PASA POR LA MALLA No. 200 ES EL PRODUCTO DE LA TRITURACION DE ROCAS Y ESTA EXENTO DE ARCILLA, ESTE LIMITE PUEDE INCREMENTARSE A 3 POR CIENTO

Fig 007-1 Propiedades de los agregados para concreto lanzado

ensayarán a compresión simple a la edad del concreto de 24 horas. El resto de la muestra deberá guardarse en un cuarto húmedo o curarse en agua hasta alcanzar 70 horas de edad aproximadamente; en ese momento se extraerán nueve corazones más que se ensayarán a 3, 7 y 28 días de edad, tres corazones por edad. Los especímenes a ensayarse deberán observarse sanos y sin oquedades.

d) Podrá considerarse como adecuada la mezcla, si el promedio de la resistencia de los corazones es al menos igual a las resistencias indicadas en 007.C.07 de este capítulo, para corazones con relación de esbeltez igual a 2. Para corazones con relación de esbeltez entre 1 y 2 se usarán los factores de corrección establecidos en la norma NOM C-169.

007.C.06 MEZCLA

El procedimiento de mezclado del concreto lanzado será el de mezcla seca, el cual consistirá en mezclar perfectamente el cemento, los agregados y el aditivo, para introducir la mezcla resultante en un recipiente y de éste conducirla neumáticamente a través de una manguera hasta la boquilla de expulsión, añadiendo en la boquilla misma el agua de hidratación antes de lanzar la mezcla.

a) La relación agua-cemento deberá ser tal que se logre en el material colocado una consistencia estable lo más húmeda posible, es decir, el punto de abolsamiento o cedencia incipiente. La condición anterior se detecta cuando la superficie del concreto fresco es uniforme, libre de bolsas, huecos y otros defectos, presentando en dicha superficie un lustre de humedecimiento ligero.

b) El Contratista podrá optar por mezclar y transportar los ingredientes del concreto lanzado de acuerdo con cada una de las siguientes posibilidades:

   1. Mezclar los ingredientes en seco en una mezcladora y transportar la mezcla seca hasta el lugar del equipo de lanzado.

   2. Transportar el cemento y los ingredientes por separado hasta el lugar del equipo de lanzado, y ahí mezclarlo. Los agregados y el cemento, en cualquiera de las opciones, deberán ser resueltos en tal forma que se obtenga una mezcla homogénea. El tiempo mínimo de mezclado debe ser de dos minutos, a menos que se cuente con equipo especialmente diseñado para dosificar y mezclar al mismo tiempo, en cuyo caso se prescindirá de esta exigencia.

c) En cualquiera de las dos opciones anteriores los materiales deberán ser transportados y descargados a las máquinas lanzadoras en forma tal que no se produzca segregación de los componentes de la mezcla.

d) Todas aquellas mezclas secas de cemento y agregados que tengan más de 120 minutos de haberse mezclado deberán desecharse. En igual forma se procederá con aquellas mezclas que presenten hidratación prematura. El contenido de humedad de mezcla en seco deberá mantenerse entre el 3 y 8 por ciento en peso.

007.C.07 RESISTENCIA DEL CONCRETO LANZADO

El concreto lanzado ya colocado deberá tener las resistencias indicadas en el proyecto, y salvo indicación en contrario no serán las que a continuación se indican:

Edad	Resistencia a compresión simple (mínima), en MPa (kg/cm²)	
A 24 horas	8.83	(90)
A 3 días	11.47	(120)
A 7 días	14.71	(150)
A 28 días	19.74	(200)

Las resistencias mencionadas se obtendrán del ensaye de corazones de concreto lanzado de 7.62 cm de diámetro. El concreto lanzado se considerará adecuado en resistencia, si el promedio de tres corazones por cada edad de prueba es por lo menos igual al 85 por ciento de la resistencia especificada, y ningún corazón tiene una resistencia menor del 75 por ciento de dicha resistencia.

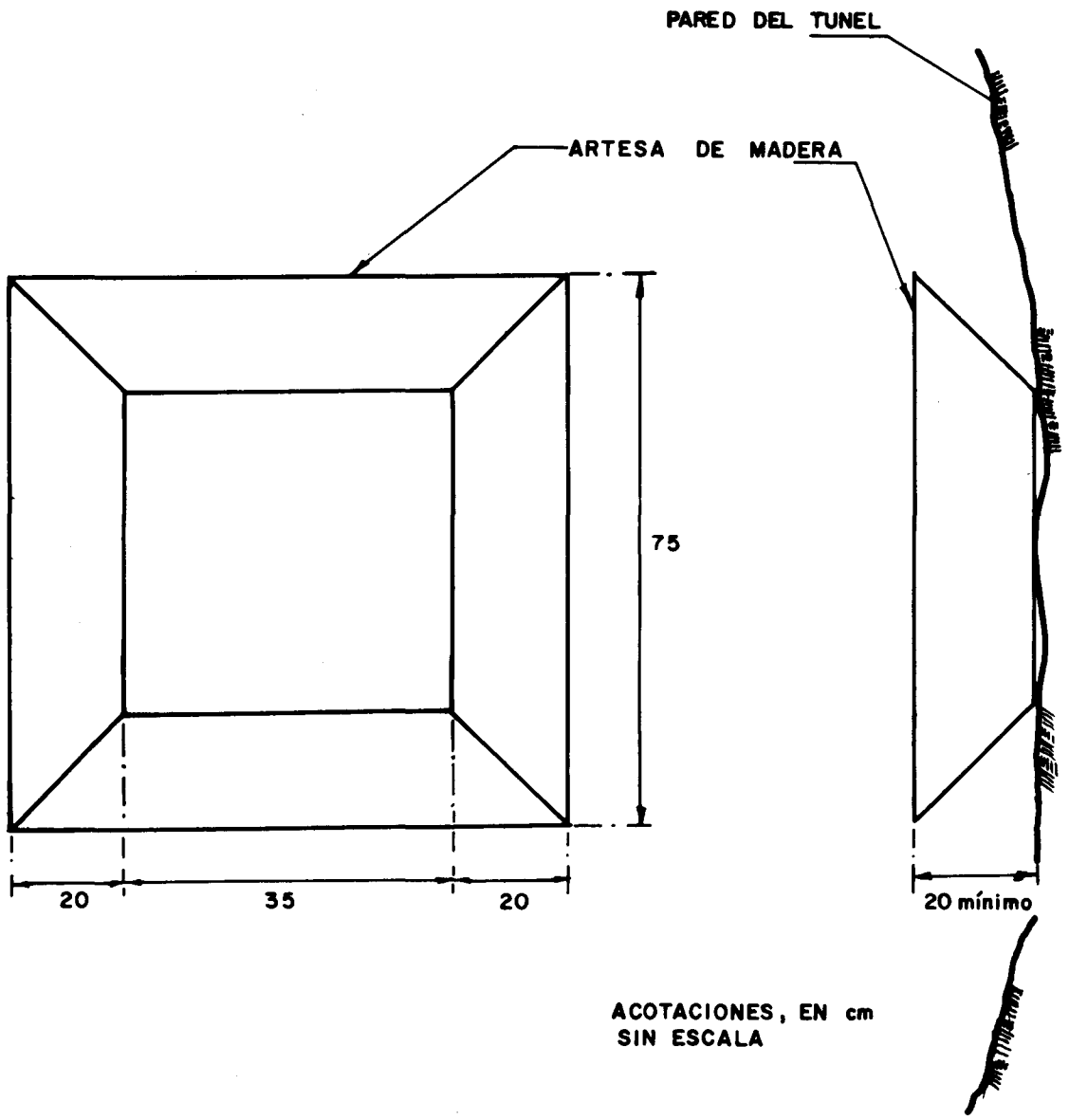
007.C.08 CURADO

El concreto lanzado deberá ser curado con agua a partir de seis horas después de haber sido lanzado y se mantendrá húmedo durante un periodo no menor de cuatro días.

007.C.09 MUESTREO

a) Por cada 50 m³ de concreto lanzado que se aplique en la superficie excavada, deberá extraerse una muestra por medio de una artesa de madera con las dimensiones que se muestran en la fig 007-2. La artesa se llenará con el lanzador reproduciendo por entero las condiciones del lanzado que se efectúa normalmente. La artesa se mantendrá firmemente sujeta en una de las paredes de la excavación de manera que al lanzar sobre ella el concreto no se mueva o caiga. No se moverá la artesa antes de 12 horas de haberse lanzado. A partir de entonces se trasladará al laboratorio, cuidándose que a la muestra no se le produzcan impactos desde su transporte a la superficie y al laboratorio central. En caso de ser necesario el uso de vehículos para el desplazamiento de las muestras, éstas deberán empacarse en cajas de madera robustas o en otros recipientes apropiados, rodeados de arena o aserrín húmedos, o de otro material de empaque que sea adecuado. Al recibirse en el laboratorio deben colocarse inmediatamente en las condiciones de curado requeridas, a 296 K ± 2 K (23 ± 2°C) o sumergidas en agua a una misma temperatura si se almacenan en el laboratorio de la obra.

b) De los agregados en la obra se obtendrán muestras, una cada 500 m³, y/o una muestra por semana como mínimo, para realizar en ellas las pruebas respectivas. La frecuencia de los muestreos podrá variarse si así lo requiere el Representante.



NOTAS:

ESTAS ARTESAS SERAN DE MADERA DE 19 mm DE ESPESOR, CON LO QUE SE GARANTIZARA UNA RIGIDEZ SUFICIENTE PARA EVITAR VIBRACIONES IMPORTANTES DURANTE EL LANZADO DEL CONCRETO

LAS ARTESAS PODRAN REUTILIZARSE SIEMPRE QUE NO HAYAN SUFRIDO DAÑOS APRECIABLES.

Fig 007-2 Dimensiones de la artesa

007.C.10 CONTROL DE CALIDAD

a) La resistencia especificada del concreto lanzado deberá ser la indicada a la edad de siete días, y para comprobar los resultados de resistencia se extraerán corazones de concreto en artesas y en las paredes del túnel.

b) Para efecto de verificación de calidad, se extraerá una serie de tres especímenes del diámetro indicado en la norma NOM C-169, para ensayarlos a compresión simple a la edad especificada de proyecto. A juicio del Representante, podrán obtenerse otras series de especímenes, para ensayarse a edades distintas a las de proyecto; si no obtienen epecímenes sanos, la muestra deberá desecharse y se notificará al frente de trabajo para que se obtenga una nueva muestra.

c) Se considerará como el resultado de un ensaye, el promedio de los tres especímenes de una misma serie. Los especímenes deberán guardarse en un cuarto húmedo o sumergirse en agua a una temperatura de 296 K $\pm$ 2 K (23 $\pm$ 2°C).

d) Una vez por semana como mínimo y al mismo tiempo que se toma de la muestra en el lugar, deberá obtenerse una muestra de la mezcla seca (sin aditivo acelerante pero con cemento), teniendo cuidado de no compactarla; inmediatamente después deberá transladarse al laboratorio, donde se le determinará su humedad y su contenido de cemento; asimismo, se obtendrá una muestra de la mezcla de agregados para determinar el contenido de humedad, granulometría y demás pruebas. Las muestras de mezclas seca y de agregados corresponderán a la mezcla que se use en el lanzado de la artesa.

007.C.11 VERIFICACION DE CALIDAD

El nivel de resistencia del concreto lanzado, para un mismo frente de trabajo, se considerará satisfactorio, si se cumple con los siguientes requisitos:

a) Para el control por análisis estadístico se especifica que no más del 20 por ciento del número de pruebas de resistencia podrán arrojar valores inferiores a la resistencia especificada y el promedio de siete pruebas consecutivas debe ser igual o mayor a la resistencia especificada y adicionalmente no más del 1 por ciento de las pruebas de resistencia podrá ser menor que la resistencia especificada menos 4.9 MPa (50 kg/cm^2).

b) Como las certificaciones de resistencia se llevarán a cabo mediante el ensaye de corazones, se enjuiciará la resistencia del concreto lanzado con base en los resultados del ensaye de corazones que deberá cumplir entonces con lo siguiente:

   1. El promedio de resistencias obtenidas de los corazones de concreto lanzado deberá ser mayor o igual al 85 por ciento de la resistencia especificada.

   2. En el análisis estadístico de resultados de cuando menos 30 artesas ensayadas, no más del 20 por ciento del número de resultados podrán tener valores inferiores a 85 por ciento del valor especificado.

   3. Se aceptará que no más del 1 por ciento del total de las pruebas de resistencia arrojen valores inferiores a la resistencia especificada menos 4.9 MPa (50 kg/cm^2).

   4. Ningún valor individual tendrá una resistencia inferior a 0.85 (f'_c $-$ 50 kg/cm^2).

007.D EQUIPO

007.D.01 EQUIPO DE LANZADO

El equipo que se emplee para efectuar el mezclado y la aplicación del concreto lanzado, deberá ser el apropiado para lanzar el agregado del tamaño especificado. El equipo deberá tener un recipiente para hacer el mezclado del cemento, los agregados y el aditivo en seco; bomba para conducir la mezcla hasta la boquilla; mangueras para incluir el agua en la boquilla y expulsarla con aire a presión; deberá mantenerse limpio y en buenas condiciones de operación. Deberá operar con un compresor de amplia capacidad, adecuado para alimentar aire seco y para mantener una velocidad de lanzado uniforme al efectuar la aplicación. La presión a la salida se mantendrá constante y no será menor de 0.34 MPa (3.5 kg/cm^2) para mangueras hasta de 30 m de largo desde el depósito de mezclado y deberá incrementarse en 0.03 MPa (0.3 kg/cm^2) por cada 15 m de manguera en exceso de los primeros 30 m; este incremento deberá ajustarse según se observe conveniente en la obra. La presión a la salida del agua no debe ser menor de 0.39 MPa (4.0 kg/cm^2), y nunca deberá ser menor que la presión del aire de lanzado.

007.D.02 EQUIPOS AUXILIARES

Los equipos auxiliares necesarios para efectuar correctamente los trabajos como son andamios, iluminación, ventilación, etc. deberán cumplir con lo especificado en el proyecto y ser aprobados por el Representante. Asimismo, se verificará la existencia de equipos de repuesto que serán utilizados en caso de existir fallas en alguno que se encuentre en funcionamiento.

007.E REQUISITOS DE EJECUCION

007.E.01 PREPARACION DE LA SUPERFICIE

La superficie en que se aplique el concreto lanzado, deberá ser la descubierta por la excavación y deberá estar libre de trozos y fragmentos de suelo sueltos y de lodo; deberá conservar la humedad natural del suelo hasta que se aplique en ella el concreto lanzado, por lo que esta operación será inmediata a la excavación o bien, la superficie se humedecerá con agua aplicada por aspersión a presión de impacto nulo; ésta se ejecutará cuando el Representante lo juzgue necesario, ya que la pérdida de humedad dependerá del tipo de suelo que se trate. Dicha humedad facilitará la adhesión del concreto en la superficie de corte.

007.E.02 REQUISITOS GENERALES

a) Deberán preverse todas las instalaciones y equipo necesarios para que se pueda colocar concreto en todo momento, con el objeto de asegurar el avance de la excavación. Conforme se vayan descubriendo tramos de 2 m de longitud o de la lon-

gitud que indique el proyecto y el Representante, en cada una de las secciones de ataque se procederá a colocar una malla de acero del tipo indicado en el proyecto y de inmediato se deberá lanzar una primera capa de concreto de 5 cm de espesor; la capa o espesor de lanzado se podrá variar dependiendo de las condiciones del suelo y de acuerdo con lo establecido en el proyecto.

b) La posición de la boquilla de lanzado, con respecto a la superficie en que se aplica el concreto, será prácticamente normal; la distancia de lanzado estará comprendida entre 1.0 y 1.5 m de la superficie por aplicar.

c) El ángulo y la distancia de lanzado, se podrán variar para lograr que se obtenga el mínimo posible de "rebote" (desperdicio) del concreto que sale por la boquilla de lanzado.

d) El concreto lanzado terminado deberá presentar un aspecto denso y uniforme. No deberán observarse desprendimientos entre capas lanzadas sucesivamente sobre la superficie expuesta del subsuelo.

e) Después que haya fraguado esta capa se procederá a lanzar una segunda capa del espesor señalado en el proyecto, quedando así constituido el recubrimiento provisional a base de concreto lanzado. El espesor total del recubrimiento provisional puede variar dependiendo de las condiciones de la excavación con la indicación del proyecto.

f) En las zonas donde la excavación del túnel de unión descubra la sección del túnel de andén se colocará únicamente una capa de concreto lanzado de 5 cm de espesor, de acuerdo con el proyecto y lo que indique el Representante.

g) Para la aplicación del concreto lanzado, el Contratista deberá contar con equipo especial y personal entrenado y capacitado en la ejecución de este tipo de trabajos.

007.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.04.001 "Introducción".

007.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.04.001 "Introducción".

CAPITULO 3.01.04.008

ADEMES TEMPORALES CON MARCOS DE ACERO

008.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de trabajos y operaciones necesarios para colocar los elementos de acero que formarán marcos de soporte temporal al terreno, al inicio y durante la excavación de los túneles del Metro de la Ciudad de México.

008.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Topografía para localización	3.01.04.003.E
Excavación del túnel por métodos convencionales	3.01.04.005.E
Ademes temporales con concreto lanzado	3.01.04.007
Ademes temporales con anclajes	3.01.04.009
Instrumentación geotécnica para control de comportamiento	3.01.04.014.E
Construcción de estaciones	3.01.04.015.E
Seguridad	3.01.07.013.E
Concreto hidráulico	4.01.01.002.G
Acero estructural	4.01.01.005.C
Alambre de acero para mallas soldadas	4.01.01.005.F
Madera estructural en tiras	4.01.01.007.A
Tablas y tablones de ocote	4.01.01.007.B

008.C MATERIALES

Los materiales necesarios que se utilicen para el sistema de ademes temporales a base de marcos de acero deberán cumplir con lo que especifique el proyecto y lo indicado por el Representante de acuerdo con los requisitos establecidos en la sección 4.01.01 correspondiente a los materiales que se citan a título enunciativo pero no limitativo en la cláusula 008.B de este capítulo.

008.D EQUIPO

El equipo necesario que se utilice en el ademado a base de marcos de acero de los túneles deberá ser el apropiado de acuerdo con lo que especifique el proyecto y/o las instrucciones del Representante.

008.E REQUISITOS DE EJECUCION

Los ademes temporales con marcos de acero se colocarán en el lugar, en la forma, sección, dimensiones y demás características fijadas en el proyecto. En general se observarán los siguientes requisitos:

a) Se colocarán a la separación fijada, y podrán sujetarse mediante anclas a las paredes del túnel; además, podrán apoyarse sobre zapatas de concreto hidráulico.

b) Se armarán entre sí, utilizando tensores de acero y separadores de madera.

c) En todos los casos, se colocarán en un plano vertical, normal al eje del túnel.

d) Las zapatas de concreto hidráulico para el apoyo de los marcos serán de las características que fije el proyecto.

e) Como tolerancia en alineamiento, esviajamiento, alabeo o desplome, cualquier punto de un marco podrá diferir hasta en 10 cm respecto a su posición definitiva, excepto cuando el proyecto señale otra tolerancia.

f) Se colocará la madera para el retaque entre el marco y la superficie interior del túnel, hasta obtener una acuñación entre ambos.

008.E.01 COLOCACION DE MARCOS DE ACERO

Salvo lo indicado en el proyecto, la colocación de los marcos de acero en el túnel, se realizará de acuerdo con las siguientes etapas:

a) Se colocará una primera capa de concreto lanzado; posteriormente se pondrá una rastra formada por dos viguetas de acero de la sección y peso indicada en el proyecto, soldadas patín con patín tal como se observa en la fig 008-1. Estas rastras se colocarán en las paredes del túnel ya que servirán de apoyo para la instalación de la parte superior del marco.

b) Una vez instaladas las rastras se colocará la parte superior del marco, el cual estará formado por dos viguetas de acero de la sección y peso indicadas en el proyecto y soldadas en sus tres puntos de unión. Esta media sección se acuñará contra el concreto lanzado por medio de un retaque de madera tal que permita una holgura entre el

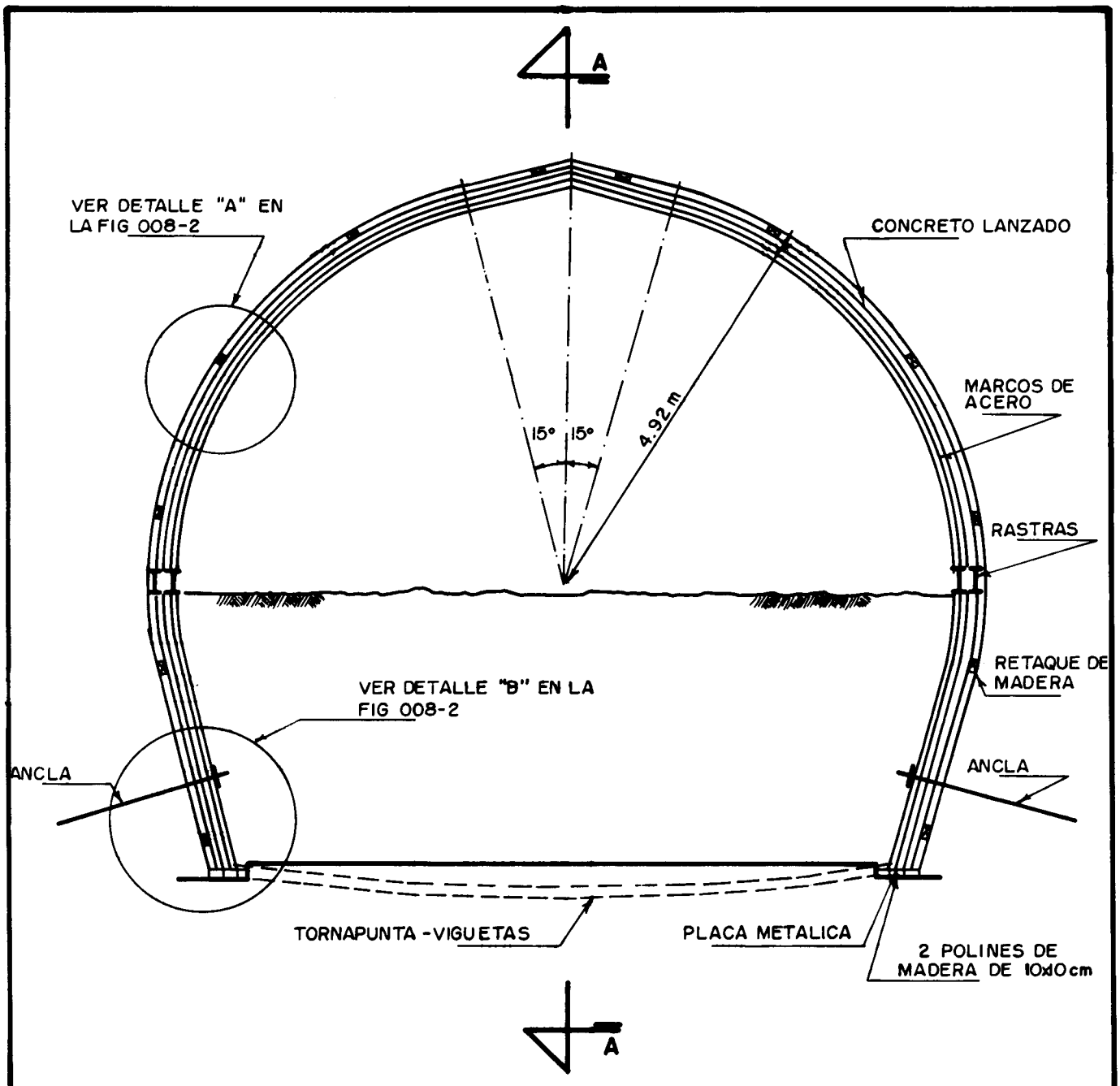


Fig 008-1 Colocación de marcos de acero

marco y el concreto lanzado de la distancia que señale el proyecto.

c) Se continuará con la excavación de la parte inferior del túnel según lo indicado en el proyecto y en el capítulo 3.01.04.005; posteriormente se colocarán dos anclas en los extremos del marco, que servirán para tomar las fuerzas horizontales del marco. Estas anclas se implantarán de acuerdo con lo indicado en el capítulo 3.01.04.009.

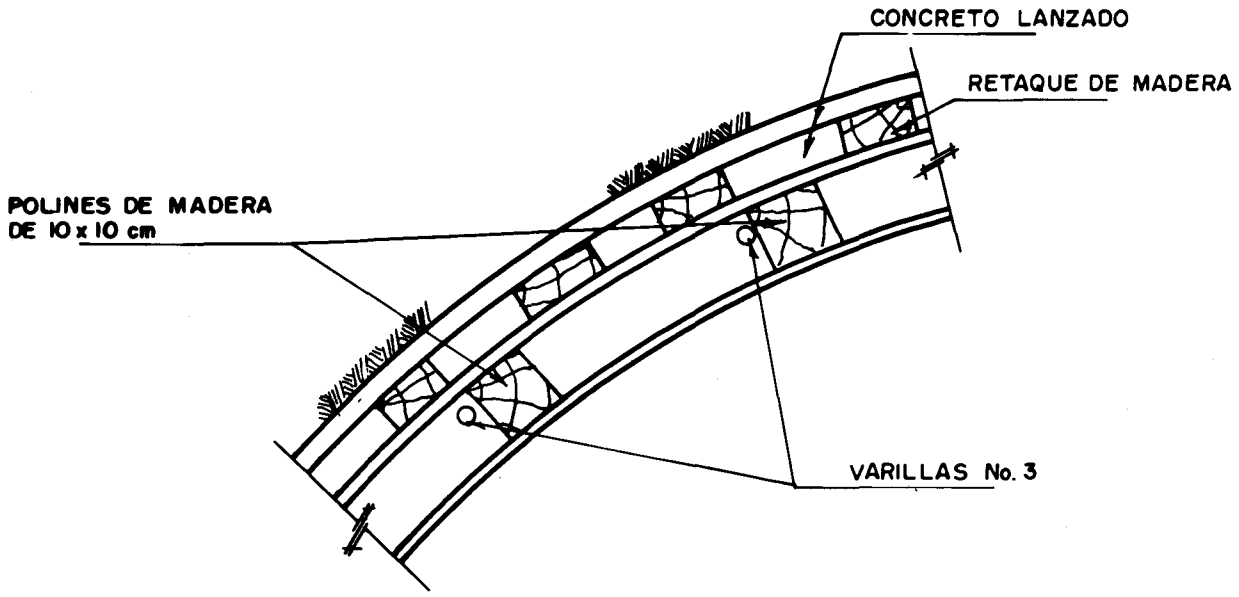
d) Una vez instaladas las anclas, se procederá a colocar en la parte inferior de los marcos unas rastras constituidas por dos polines de madera y sobre éstos se fijará una placa metálica que servirá de apoyo a la sección del marco.

e) Instaladas las rastras, se colocarán las dos partes restantes del marco, las cuales se soldarán en sus puntos de apoyo.

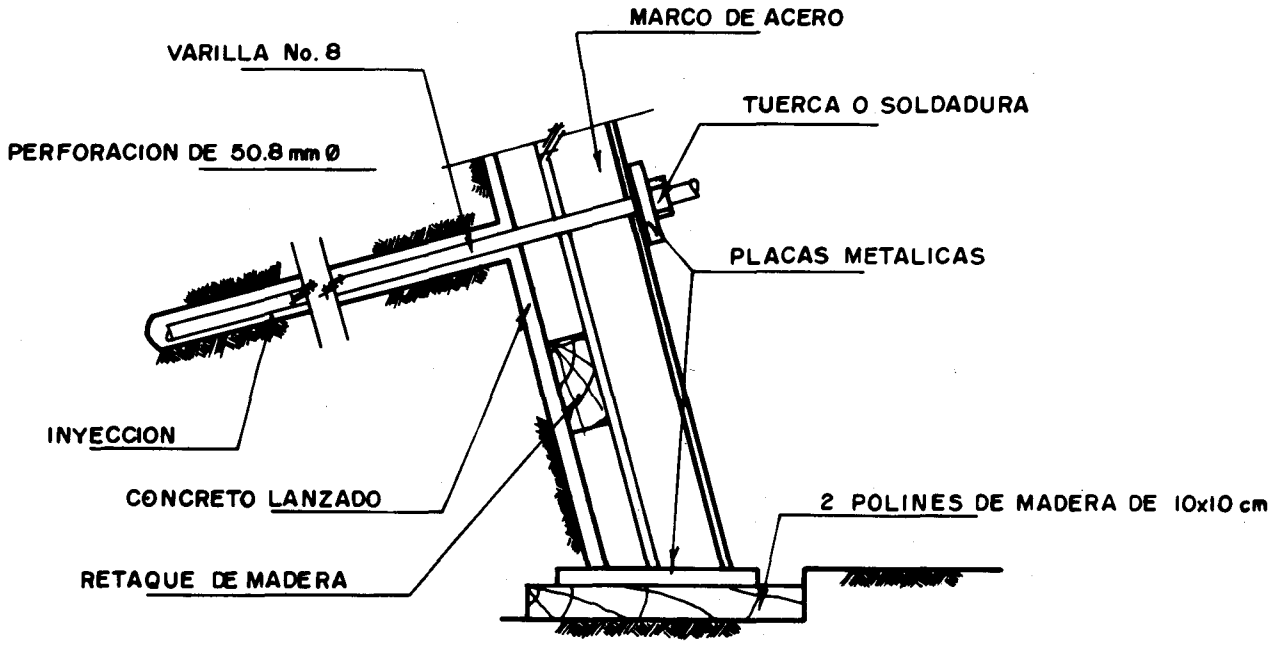
f) Cuando haya quedado instalado el marco se procederá a colocar una placa metálica entre las dos anclas, de tal forma que sirvan de sujeción al marco y proporcionen la reacción horizontal del arco; la placa metálica se deberá fijar a las dos anclas por medio de una tuerca o soldadura.

g) Una vez instalado el primer marco, se continuarán colocando los ademes en la misma forma que se indicó anteriormente. El número de marcos que se deberán colocar serán los que indique el proyecto en cada caso, separados a cada 0.50 m centro a centro, tal como se muestra en la fig 008-2.

h) Entre un marco y otro se colocarán largueros formados por polines separados 1.50 m entre sí. La posición de los largueros entre cada marco quedará desfasada 0.50 m (fig 008-3). Estos largueros se apoyarán sobre varillas colocadas en la vi-

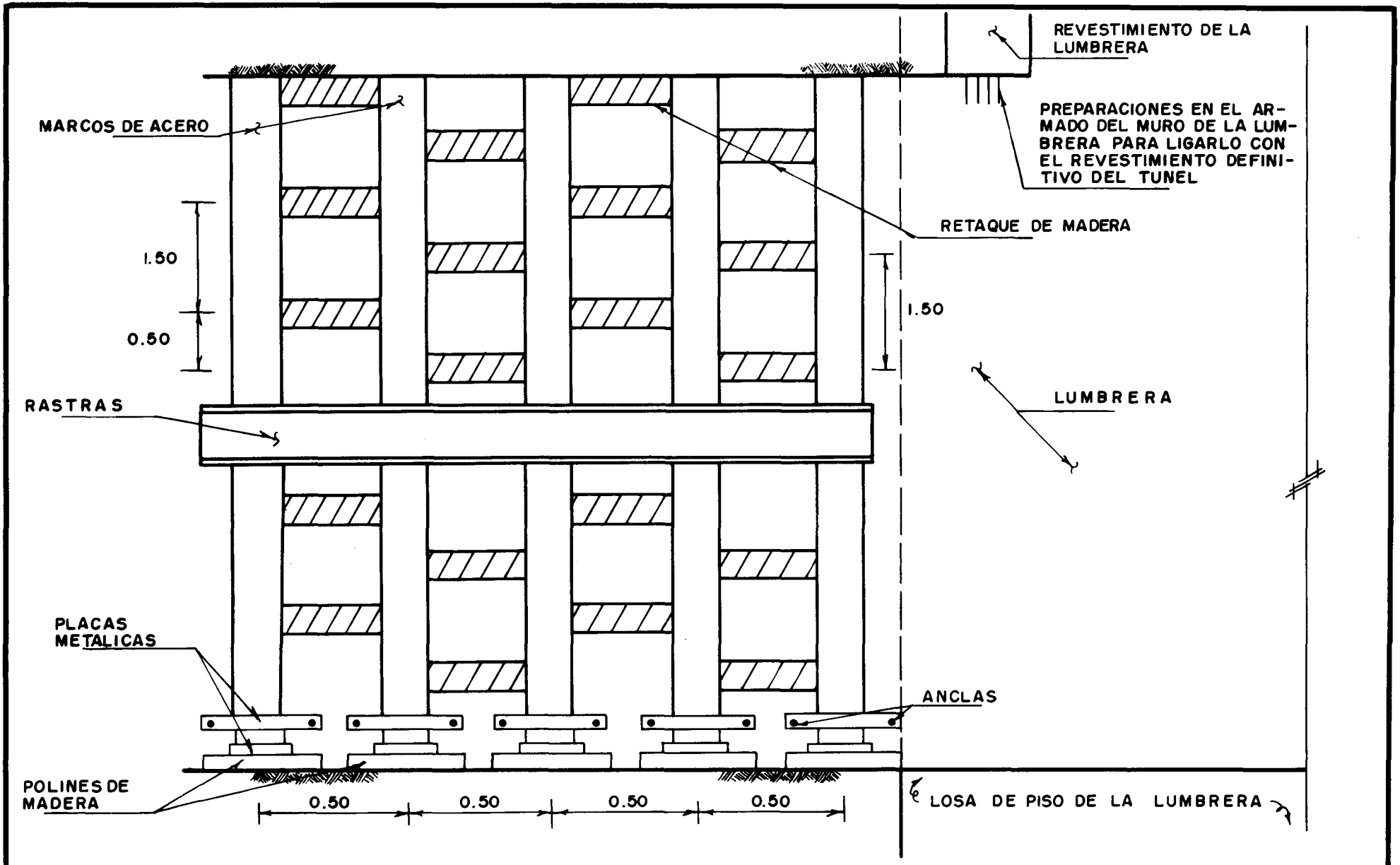


DETALLE "A"



DETALLE "B"

Fig 008-2 Colocación de marcos de acero



CORTE LONGITUDINAL A-A DE LA FIG 008-1

ACOTACIONES, EN m
SIN ESCALA

Fig 008-3 Detalle de colocación de retaque de madera en marcos de acero

gueta, por lo que será necesario hacer perforaciones con el fin de fijar varillas de 0.95 cm (3/8 pulg) de diámetro en el alma de las viguetas.

i) Colocados los largueros entre los marcos, se procederá a lanzar una segunda y última capa de 10 cm de espesor, quedando constituido el revestimiento provisional de concreto lanzado de 15 cm de espesor, excepto cuando se indique otra cosa.

008.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.04.001 "Introducción".

008.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.04.001 "Introducción".

CAPITULO 3.01.04.009

ADEMES TEMPORALES CON ANCLAJES

009.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de trabajos y operaciones necesarios para colocar anclas de acero con el propósito de repartir y uniformar esfuerzos y servir de soporte adicional a las excavaciones de los túneles.

009.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Topografía para localización	3.01.04.003.E
Construcción de lumbreras con el método convencional	3.01.04.004.E
Excavación del túnel por métodos convencionales	3.01.04.005.E
Ademes temporales con concreto lanzado	3.01.04.007.E
Ademes temporales con marcos de acero	3.01.04.008.E
Instrumentación geotécnica	3.01.04.014.E
Cementos	4.01.01.002.A
Aditivos por concreto	4.01.01.002.D
Varillas de acero corrugadas y lisas para refuerzo de concreto	4.01.01.005.A
Lodos bentoníticos	4.01.01.024.A
Mezclas para inyección	4.01.01.025.A

005.E REQUISITOS DE EJECUCION

Los ademes temporales con anclajes se colocarán en el lugar, sección, dimensiones y demás características fijadas en el proyecto y se observarán en general los siguientes requisitos:

a) Se colocarán a la separación e inclinación fijadas.

b) Se colocarán simultáneamente con cualquier otro tipo de ademe.

c) Los accesorios, materiales y equipo para instalar las anclas deberán cumplir con las especificaciones de proyecto.

Salvo en caso contrario y de acuerdo con las características de las anclas para soporte temporal, podrán emplearse las especificaciones siguientes:

a) Especificaciones de materiales, procedimientos de colocación y pruebas en las anclas de fricción.

1. Sello de barreno

— Materiales. El sello de inyección estará formado por una mezcla de fraguado instantáneo constituida por cemento Portland, un aditivo que provoque el fraguado instantáneo y agua.

— Proceso de elaboración y colocación del sello. El aditivo de fraguado instantáneo se mezcla con el cemento en proporciones iguales por volumen, hasta lograr una masa de consistencia semejante a la del mastique. Una vez lograda esta consistencia se le adicionan a la mezcla unas gotas de agua, continuando con el amasado hasta que la misma empiece a calentarse sin perder su consistencia, lo que indicará que se ha iniciado el proceso de fraguado. La mezcla se coloca entonces en la boca del barreno para formar un tapón en una longitud mínima de 10 cm y con la barra en el centro del barreno; el tapón formado se presiona con la mano unos dos o tres minutos auxiliándose de una jerga húmeda.

2. Mezcla de inyección

— Materiales. La mezcla inyectada consistirá en una lechada formada con agua, cemento de resistencia rápida y aditivo fluidizante, retardante del fraguado inicial y estabilizador del volumen.

— Proporción de la mezcla. Para lograr la resistencia adecuada y fácil bombeo de la lechada, se deberá usar una relación agua-cemento no mayor de 0.50 (25 *l* de agua por saco de cemento) y el aditivo con la proporción recomendada por el fabricante y aprobada por el Representante.

— Preparación. El agua y el aditivo se mezclarán con la mayor velocidad posible a fin de disolver totalmente el aditivo. Se agregará entonces el cemento mezclándolo perfectamente hasta disolver todos los grumos y obtener una mezcla homogénea; una vez logrado esto, se colocará la lechada así formada en el recipiente de la bomba de inyección.

— Inyección. Para efectuar la inyección se empleará una bomba de propulsión o neumá-

tica; deberá tenerse especial cuidado de que la inyección se realice con la presión adecuada. El procedimiento de inyección será el siguiente:

Adaptar la manguera de la bomba al tubo de inyección del ancla.

Accionar la válvula de salida de la bomba para iniciar la inyección, verificando mediante un manómetro que la presión no exceda al valor especificado y se mantenga hasta que la lechada salga por el tubo de respiración o testigo; en ese momento se obturará el tubo testigo y a continuación el de inyección antes de desconectar la bomba.

La inyección de lechada no debe suspenderse hasta constatar que por el tubo testigo sale lechada de cemento, con objeto de verificar que se ha desalojado toda el agua que pueda existir dentro del barreno y se ha llenado completamente de lechada.

Es absolutamente indispensable asegurar que el espacio dentro del barreno, entre el ancla y el terreno, quede completamente lleno con la lechada de cemento; por lo tanto, de presentarse algún problema de taponamiento en la manguera por la que se está inyectando, se deberá inyectar por la otra manguera que servía de registro y certificación del llenado del barreno por la lechada, abriendo un hueco junto a la manguera por la que inicialmente se estaba inyectando, el cual servirá como registro y certificación del llenado del barreno por la lechada, sellándolo posteriormente a la certificación.

Se deberá tener precaución especial para evitar el contacto prolongado de la lechada con la piel, ya que debido al aditivo puede causar erupciones molestas.

3. Procedimiento general para la colocación

   — Efectuar los barrenos del diámetro y longitud indicados en el patrón de anclaje requerido.

   — Insertar el ancla en el barreno, verificando con aire o con un alambre acerado insertado en el tubo testigo, que éste no se haya tapado.

   — Sellar la boca del barreno siguiendo el proceso descrito en 009.E de este capítulo.

   — Efectuar la inyección de lechada siguiendo el proceso descrito en 009.E de este capítulo.

4. Pruebas de control de anclaje

   — Pruebas en la lechada de inyección. A fin de poder garantizar la capacidad requerida de las anclas, será necesario verificar la resistencia de las lechadas empleadas, para lo cual deberá tomarse cuando menos una muestra de cada 20 anclas inyectadas o las que indique el proyecto. Cada muestra consta de tres probetas, las cuales se probarán a edades de 1, 3 y 7 días; cada muestra deberá acompañarse de datos de fecha, localización y cadenamiento en que se empleó la lechada. Para considerarla adecuada, la resistencia a compresión a siete días de edad no deberá ser menor de 9.8 MPa (100 kg/cm²) o la que se indique en el proyecto. La relación agua-cemento podrá variarse para satisfacer este requisito.

   — Pruebas de extracción. Se harán de acuerdo a lo indicado en 009.E de este capítulo.

b) Ejecución de pruebas en anclas a utilizar en los túneles

Para comprobar la correcta colocación de las anclas de refuerzo de los túneles, así como para confirmar la resistencia de proyecto estimada para las mismas, será necesario efectuar pruebas de extracción en cinco anclas por cada 100 colocadas; este número podrá incrementarse según criterio del proyectista de acuerdo con las condiciones que se presenten en la obra.

1. Selección de las anclas de prueba. Las anclas para prueba se seleccionarán de una manera arbitraria buscando que éstas sean representativas de una cierta área tributaria, es decir, se tratará de que estas cinco anclas reflejen la capacidad de las 100 anclas colocadas.

2. Preparación de las anclas. En las anclas seleccionadas se retirará toda materia extraña hasta descubrir el tapón del sello del barreno; descubierto el sello se colocará en el extremo de la barra el dispositivo de prueba que constará de un gato hidráulico a través del cual se aplicará la tensión al ancla y de un grupo de micrómetros, cuya misión es la de registrar los desplazamientos o deformaciones de dicha ancla durante la prueba.

3. Desarrollo de la prueba. La prueba se iniciará aplicando una tensión de 9.8 kN (1000 kg) a la varilla, valor que crecerá en incrementos también de 9.8 kN (1000 kg) hasta lograr el valor especificado en cada caso. Durante cada incremento será necesario registrar la deformación correspondiente.

4. Edad de prueba. La prueba de carga que se aplique a cada una de las anclas seleccionadas, deberá realizarse a una edad de siete días después de haber sido instalada.

5. Para considerar adecuada la colocación e inyección de las anclas, será necesario que el proyecto y/o el Representante indiquen para cada caso particular el valor mínimo de tensión a resistir por parte del ancla de prueba, el cual no necesariamente debe coincidir con la resistencia a la falla. Alcanzando el valor especificado, puede considerarse que el ancla es aceptable.

6. En cualquier caso deberá probarse cuando menos el 5 por ciento del total de las anclas instaladas, de tal forma que independientemente

del número de anclas se pruebe cuando menos una.

009.E.01 COLOCACION DE LAS ANCLAS DE SOPORTE EN EL TUNEL

Las anclas de acero deberán colocarse después de una segunda capa de concreto lanzado, y podrán ajustarse a los siguientes lineamientos:

a) En el túnel, de cualquier tipo y/o sección, según lo marque el proyecto, se realizarán perforaciones con el diámetro y la profundidad indicada por el proyecto. La distribución de las perforaciones para instalar las anclas estará marcada en el proyecto; las figs 009-1 y 009-2 muestran la colocación típica de anclas en diferentes tipos y sección del túnel.

b) Una vez realizada la perforación, se colocará una ancla en cada una de ellas, la cual estará constituida por una varilla corrugada del diámetro y longitud indicados en el proyecto; inmediatamente después se inyectará una mezcla de agua-cemento en una proporción de dos partes de cemento por una de agua. El aditivo que se emplee deberá ser aprobado por el Representante.

c) Cuando el ancla haya quedado fijada al terreno, se colocará una placa metálica en la punta de las varillas para posteriormente fijarlas a ésta por medio de una tuerca o soldadura.

d) Una vez colocadas las anclas en los sitios indicados por el proyecto, y de acuerdo con la secuencia constructiva, se podrá iniciar el colado del revestimiento definitivo conforme a lo indicado en el proyecto y siguiendo los procedimientos descritos en 3.01.04.011.

009.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.04.001 "Introducción".

009.G CONCEPTO DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.04.001 "Introducción".

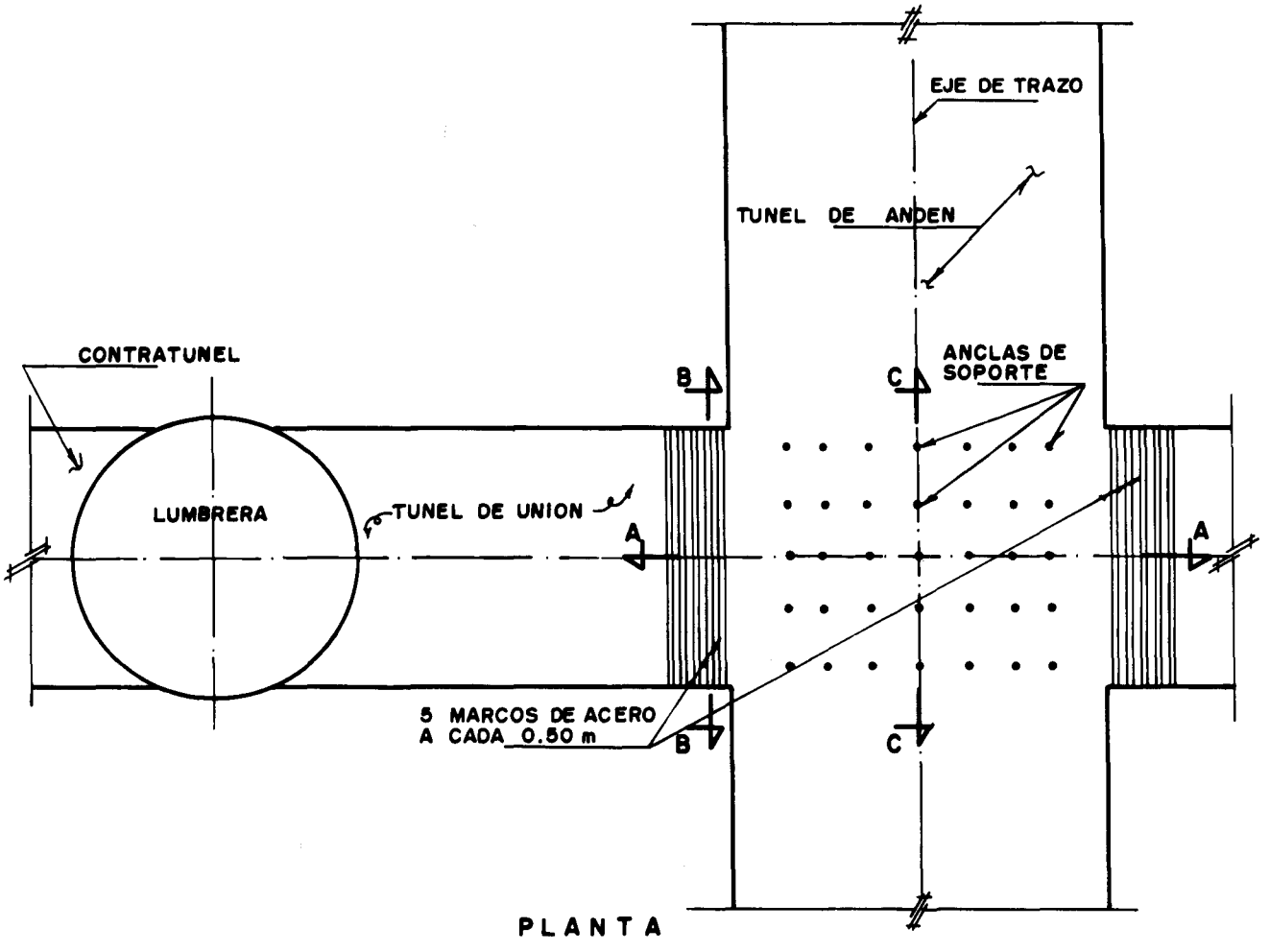
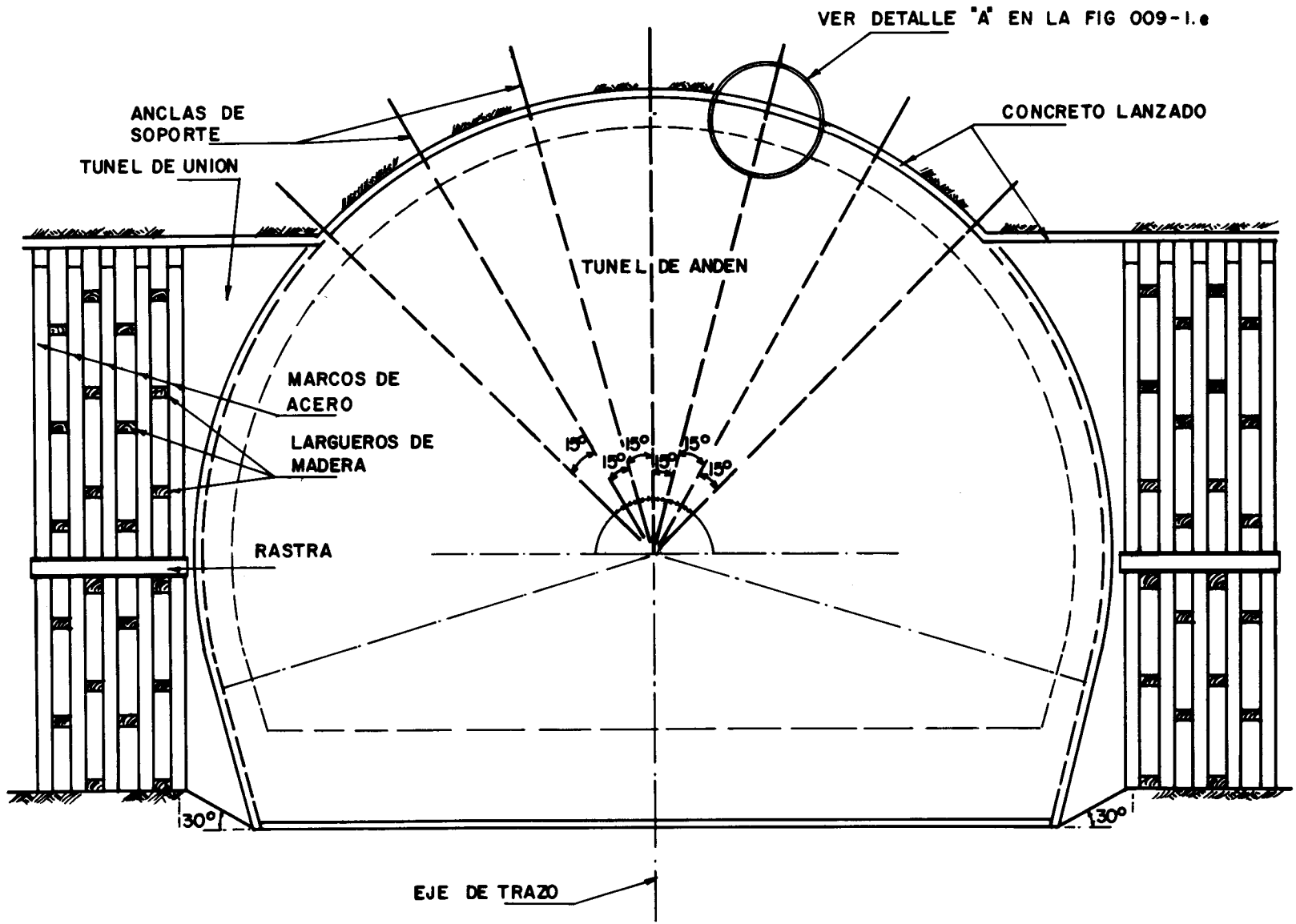


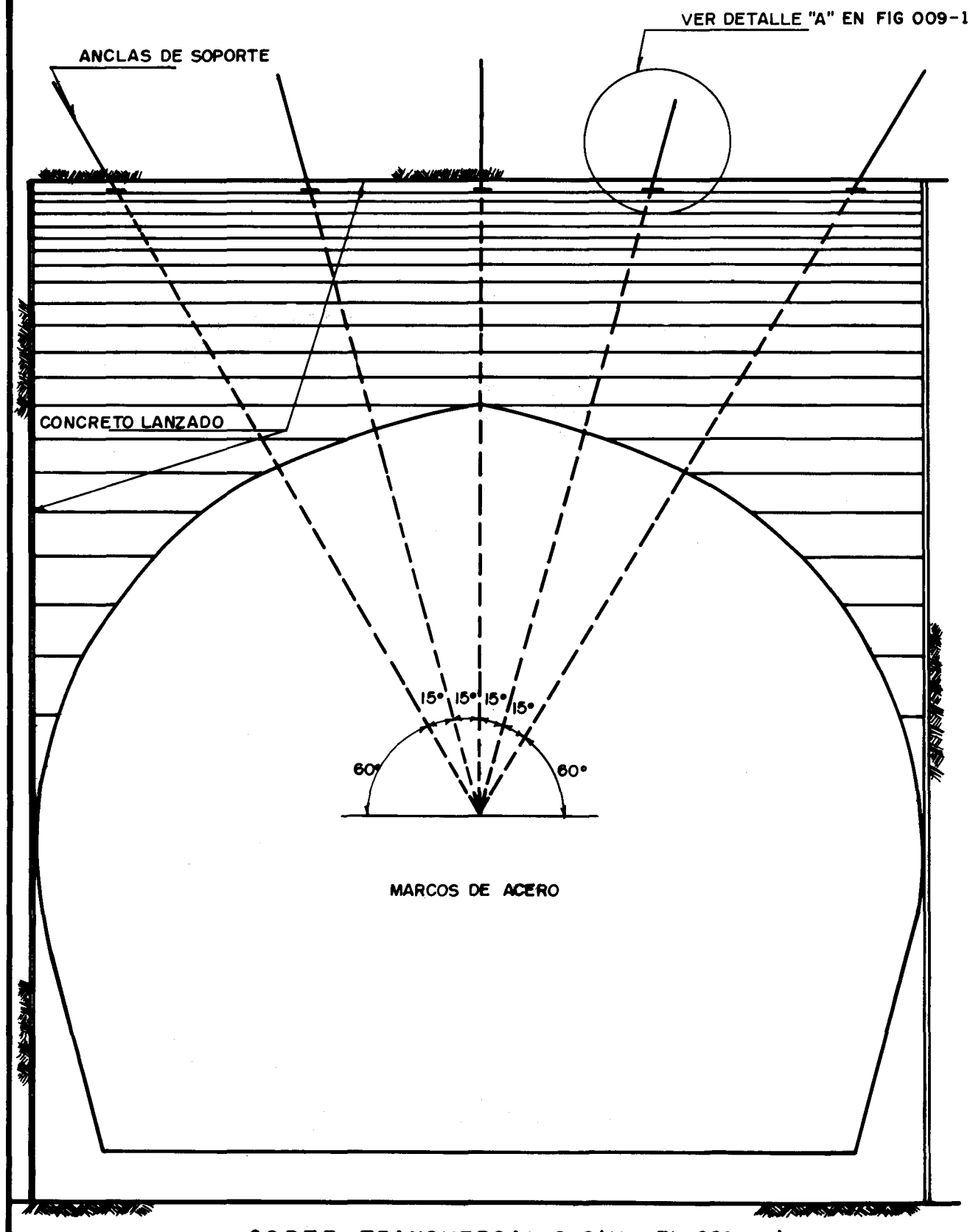
Fig 009-1.a

Distribución de las perforaciones para la colocación de anclas de soporte



CORTE TRANSVERSAL A-A (Ver Fig 009-1.a)

Fig 009-1.b Detalle de colocación de anclas en intersección del túnel andén con el de unión



CORTE TRANSVERSAL C-C(Ver Fig 009-1.a)

Fig 009-1.c Colocación de anclas

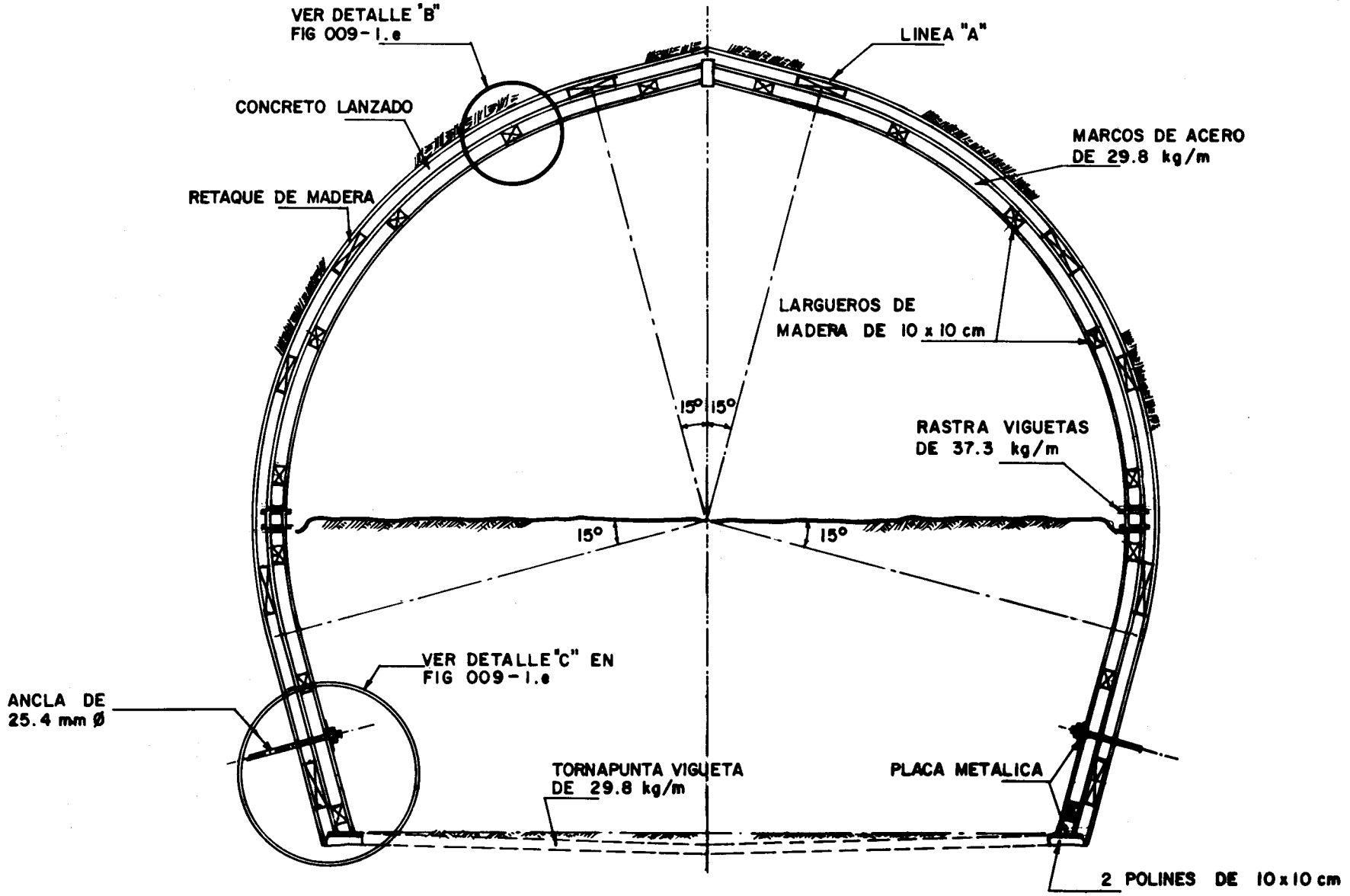
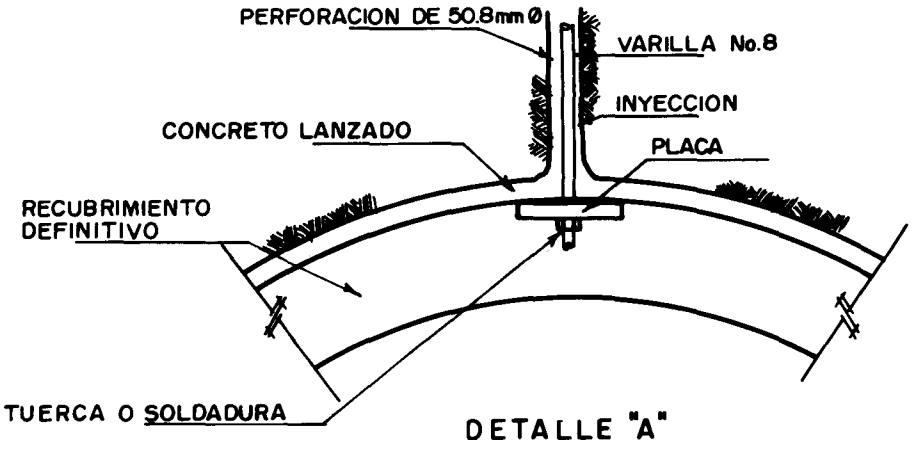
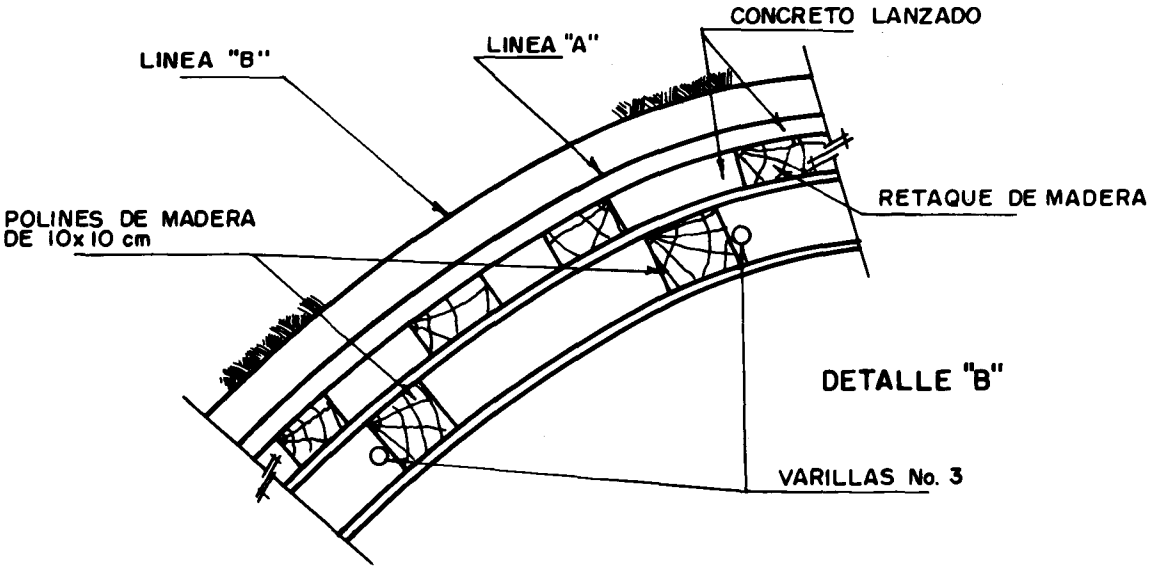


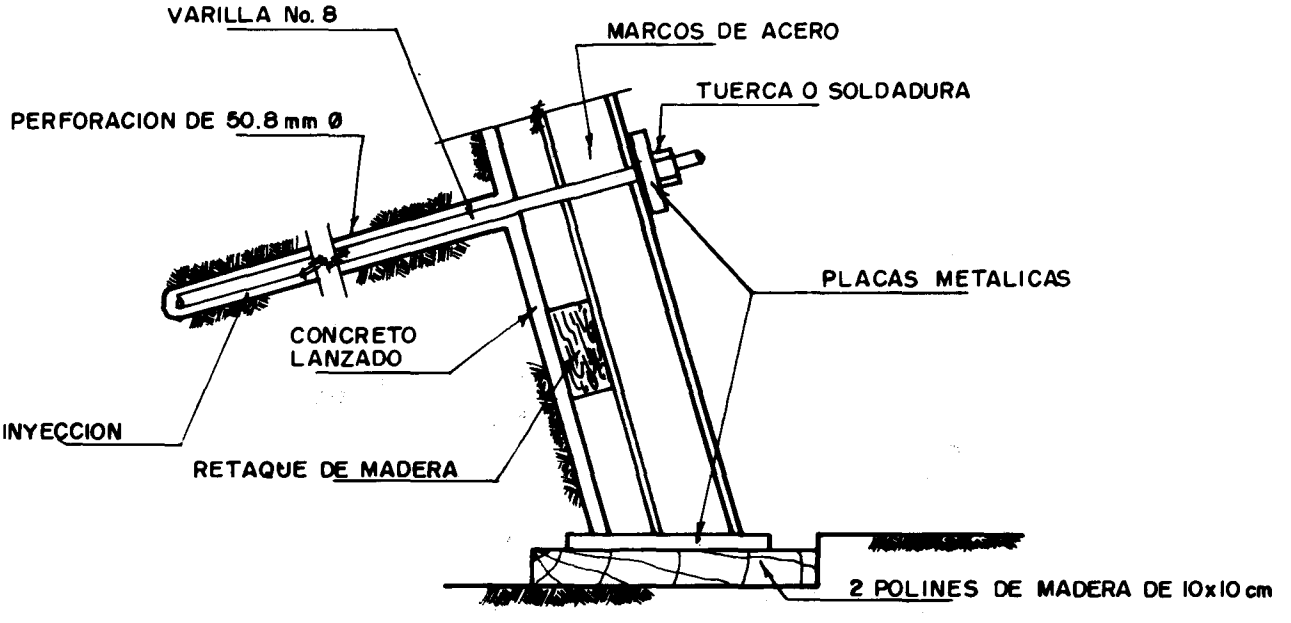
Fig 009-1.d Colocación de anclas



DETALLE "A"



DETALLE "B"



DETALLE "C"

Fig 009-1.e Detalles de colocación de anclas

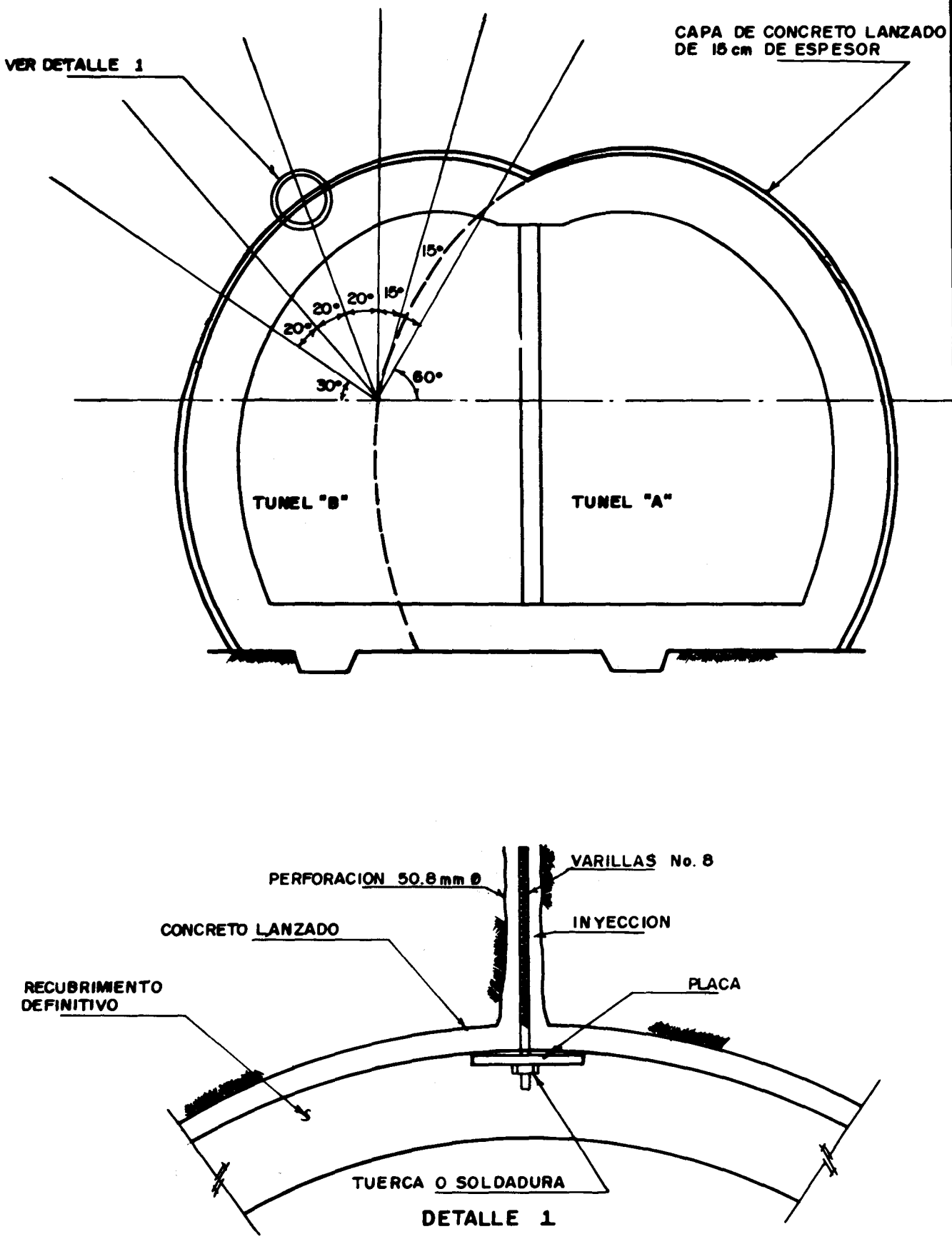


Fig 009-2 Colocación de anclas

CAPITULO 3.01.04.010

REVESTIMIENTO DEFINITIVO CON CONCRETO LANZADO

010.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de operaciones y trabajos necesarios que se realizan para revestir las paredes del túnel con soporte temporal a base de concreto lanzado, el cual formará el revestimiento definitivo de los túneles de acuerdo con lo indicado en el proyecto.

010.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Topografía para localización	3.01.04.003.E
Construcción de lumbreras con el método convencional	3.01.04.004.E
Excavación del túnel por métodos convencionales	3.01.04.005.E
Excavación del túnel con escudo	3.01.04.006.E
Ademes temporales con concreto lanzado	3.01.04.007.E
Revestimiento definitivo con concreto colado en sitio	3.01.04.011.E
Instrumentación geotécnica para control de comportamiento	3.01.04.014.E
Construcción de estaciones	3.01.04.015.E
Cementos	4.01.01.002.A
Agregados para concreto	4.01.01.002.B
Agua para concreto hidráulico	4.01.01.002.C
Aditivos para concreto	4.01.01.002.D
Alambre de acero para mallas soldadas	4.01.01.005.F

010.E REQUISITOS DE EJECUCION

Los revestimientos definitivos de concreto lanzado se ejecutarán con los espesores, refuerzos, etapas y demás características que fije el proyecto y deberán cumplir con los requisitos establecidos en el capítulo 3.04.007.

010.E.01 COLOCACION DEL CONCRETO LANZADO

a) La superficie deberá estar húmeda para facilitar la adhesión del concreto y no deberá lanzarse concreto sobre superficies secas o polvosas.

b) Deberán preverse todas las instalaciones y equipo necesario para que se pueda colocar concreto en todo momento, con objeto de asegurar el avance de la construcción.

c) La posición de la boquilla de lanzado, estará comprendida entre 1.0 y 1.5 m aproximadamente de la superficie por aplicar. El ángulo y la distancia de lanzado se podrán variar para lograr que se obtenga el mínimo "rebote" posible (desperdicio) del concreto que sale por la boquilla de lanzado.

d) El concreto lanzado terminado deberá presentar un aspecto denso y uniforme. No deberán observarse desprendimientos entre capas aplicadas sucesivamente sobre la superficie de concreto lanzado.

e) Si se requiere colocar más de una capa de concreto lanzado, éste deberá aplicarse cuando la capa anterior haya endurecido lo suficiente para que durante el lanzado de la siguiente capa no afecte su integridad ni su adhesión al concreto.

Para la aplicación del concreto lanzado, el Contratista contará con el equipo de seguridad y personal entrenado y capacitado para la correcta ejecución de los trabajos.

010.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.04.001 "Introducción".

010.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.04.001 "Introducción".

CAPITULO 3.01.04.011

REVESTIMIENTO DEFINITIVO CON CONCRETO COLADO EN SITIO

011.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de operaciones y trabajos necesarios para revestir las paredes del túnel mediante concreto hidráulico y cimbra convencional, una vez recubiertas las paredes con un soporte primario y temporal.

011.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Topografía para localización	3.01.04.003.E
Excavación del túnel por métodos convencionales	3.01.04.005.E
Excavación del túnel con escudo	3.01.04.006.E
Ademes temporales con concreto lanzado	3.01.04.007.E
Ademes temporales con marcos de acero	3.01.04.008.E
Ademes temporales con anclajes	3.01.04.009.E
Revestimiento definitivo con concreto lanzado	3.01.04.010.E
Revestimiento definitivo con elementos prefabricados	3.01.04.012.E
Instrumentación geotécnica para control de comportamiento	3.01.04.144.E
Cementos	4.01.01.002.A
Agregados para concreto	4.01.01.002.B
Agua para concreto hidráulico	4.01.01.002.C
Aditivos para concreto	4.01.01.002.D
Materiales laminares para curado de concreto	4.01.01.002.F
Concreto hidráúlico	4.01.01.002.G
Materiales y productos de acero	4.01.01.005
Materiales para cimbra	4.01.01.008
Mezclas para inyección	4.01.01.025.A
Plantillas	3.01.01.008.E
Estructuras de concreto reforzado	3.01.01.012.E

011.E REQUISITOS DE EJECUCION

Los revestimientos definitivos con concreto colado en sitio, se construirán en las secciones, dimensiones, formas, procedimientos, etapas, refuerzo y demás características señaladas en el proyecto.

011.E.01 CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

a) El concreto que se utilice para la construcción del revestimiento definitivo deberá ser premezclado.

b) Los materiales empleados para la elaboración del concreto deberán cumplir las especificaciones contenidas en 4.01.01.002 para satisfacer los siguientes requerimientos:

1. El cemento será del tipo I o del tipo puzolánico.
2. El tamaño máximo del agregado será de 20 milímetros.

c) La elaboración del concreto deberá cumplir con las especificaciones indicadas en 4.01.01.002.G, para satisfacer los requisitos de resistencia que señalan los planos constructivos y además los siguientes:

1. El concreto será del grado de calidad "A".
2. El revestimiento será de 18 cm con una tolerancia de $\pm$ 3 centímetros.
3. Deberá emplearse un aditivo reductor de agua.
4. La colocación del concreto en los revestimientos deberá realizarse por bombeo.
5. El curado del concreto deberá efectuarse mediante la aplicación de productos que forman membrana.

011.E.02 ACERO DE REFUERZO

a) Las características del acero de refuerzo, procedimientos y otros requisitos establecidos deberán

cumplirse conforme a lo señalado, y la autorización de Representante.

b) Para dar por terminado el armado y colocación de acero para concreto hidráulico, se comprobarán sus dimensiones, separación, sujeción, forma y posición, dentro de las tolerancias fijadas.

011.E.03 CIMBRA

a) Las cimbras podrán ser de madera o metálicas, y tendrán la forma y dimensiones indicadas en el proyecto y las ordenadas por el Representante.

b) El espesor de las paredes y la rigidez de los moldes deberán ser tales que la cimbra conserve su forma y posición durante su uso. Al mismo tiempo, las formas estarán proyectadas para desmantelarse con facilidad para no dañar el concreto durante su retiro.

c) La estructura metálica de la cimbra se deslizará sobre rieles, colocados sobre la guarnición, desplazándola mediante los dispositivos que apruebe el Representante.

011.E.04 COLOCACION DEL CONCRETO

a) Salvo lo indicado por el proyecto, el procedimiento de colocación del concreto para el revestimiento definitivo de los túneles se efectuará de acuerdo con lo siguiente: El suministro del concreto se realizará por medio de camiones revolvedoras, los cuales descargarán el concreto en una tolva, que se colocará ya sea en la lumbrera, en pozos perforados sobre el eje del túnel o en los pozos empleados para control topográfico. La tolva se conectará a una tubería de 30.48 cm (12 pulg) y en la parte final de la tubería dentro del túnel existirá un tanque amortiguador, de donde se descargará directamente a las bombas de concreto. Estas conducirán el concreto a la parte superior de la cimbra a través de una tubería.

b) Una vez colocada la clave, con un tiempo de fraguado de 12 h, se procederá a descimbrar y a correr la cimbra metálica a una nueva posición.

c) El colado de la losa de piso se realizará hasta el último proceso de requerimiento, de tal manera que no se tenga interferencia con el sistema de transporte de la rezaga. Antes de iniciar la construcción de la losa de piso se deberá colocar una plantilla de concreto pobre de 10 cm de espesor.

d) Los detalles de sección de guarniciones, muros del revestimiento definitivo y otros elementos y estructuras necesarias durante la colocación del concreto, deberán llevarse a cabo de acuerdo con el proyecto y las instrucciones del Representante.

011.E.05 INYECCIONES DE CONTACTO ENTRE EL REVESTIMIENTO PRIMARIO Y EL REVESTIMIENTO DEFINITIVO DE LOS TUNELES

Cuando así lo indique el proyecto y con el objeto de rellenar todos los vacíos existentes entre el revestimiento primario a base de concreto lanzado y el revestimiento definitivo construido con concreto hidráulico en los túneles, se deberá realizar una inyección de contacto, cuyos materiales que la constituyen y presión de inyección serán los siguientes:

a) Procedimientos de inyección. En este proceso de inyección se utilizarán dos tipos de secciones en los túneles por tratar, unos llamados "impares" que son las que tienen tres barrenos en la parte media superior y del túnel y otros llamadas "pares", que tienen solamente dos barrenos en la misma zona, según se muestra en las figs 011-1 y 011-2.

b) Para facilitar el procedimiento de inyección, durante la colocación del revestimiento definitivo de los túneles se deberán dejar preparaciones a base de segmentos de tubos de PVC de 5.08 cm (2 pulg) de diámetro; en caso de que no se hayan dejado dichas preparaciones, será necesario realizar las barrenaciones desde el revestimiento definitivo.

c) La perforación deberá tener en todos los casos una profundidad tal que penetre 5 cm dentro del revestimiento primario para detectar la presencia del mismo.

d) En todas las etapas de inyección se tendrá, aparte de la sección que se esté inyectando, un mínimo de cuatro secciones adelante equipadas con sus respectivas válvulas de paso.

e) La inyección de contacto se efectuará en dos etapas, siguiendo los lineamientos que se describen a continuación:

1. Primera etapa. Comprenderá lo siguiente:

   — Esta etapa se realizará cuando el concreto del revestimiento definitivo haya alcanzado por lo menos el 75 por ciento de la resistencia de proyecto y se deberá utilizar en esta primera etapa el tipo de sección llamado "impar" (figs 011-1 y 011-2).

   — El orden de inyección de la sección "impar" se iniciará por el barreno No. 1; al llenarse éste se seguirá con el barreno No. 1 y se terminará con la sección inyectando el barreno No. 3, localizado en la clave.

   — La inyección se realizará por tramos, los cuales tendrán una longitud mínima de 80 m, por lo que se tendrán perforadas un mínimo de 11 secciones "impares", ya que estas secciones estarán a cada 8.0 m, según se observa en la fig 011-1.

   — Si al estar inyectando una sección "impar" se presenta una comunicación con los barrenos de las secciones de adelante, éstos se deberán obturar y continuar con la inyección; si la comunicación se hiciera entre los barrenos de la misma sección "impar", éstos se perforarán nuevamente para efectuar la inyección.

   — Inyectadas las secciones "impares", se podrá efectuar la inyección de las secciones pares de la segunda etapa.

2. Segunda etapa. Comprenderá los siguientes requisitos:

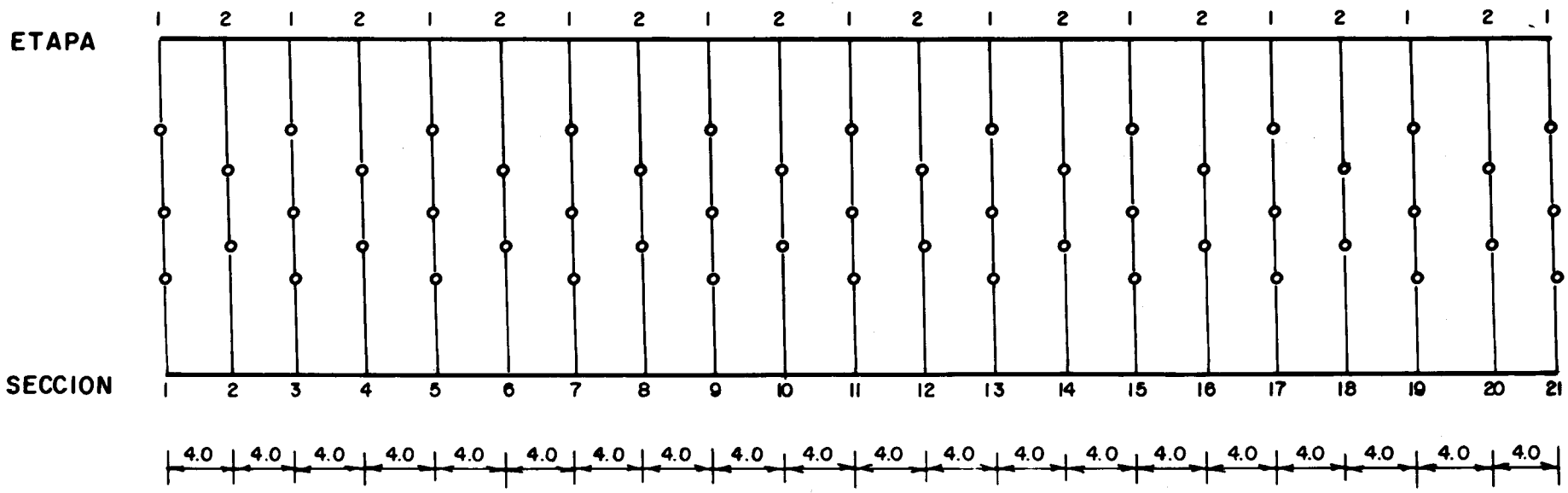
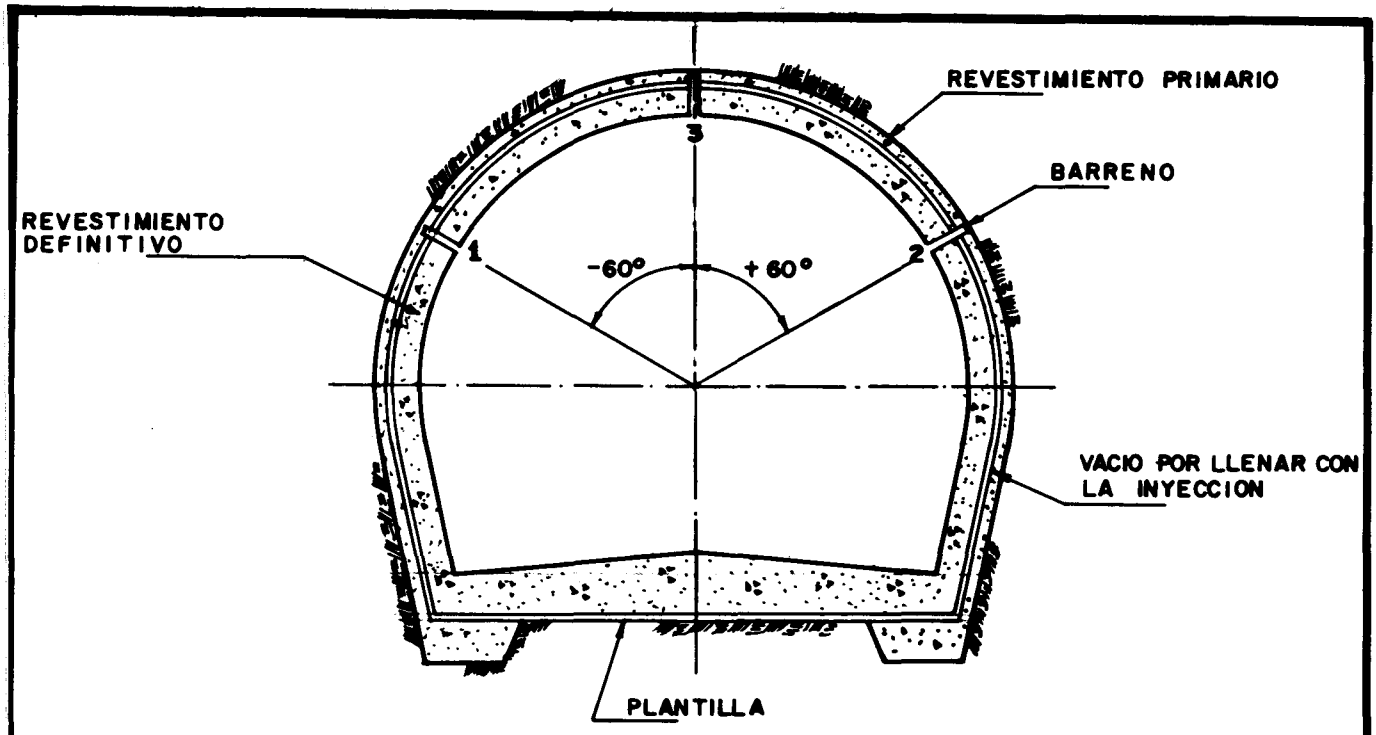
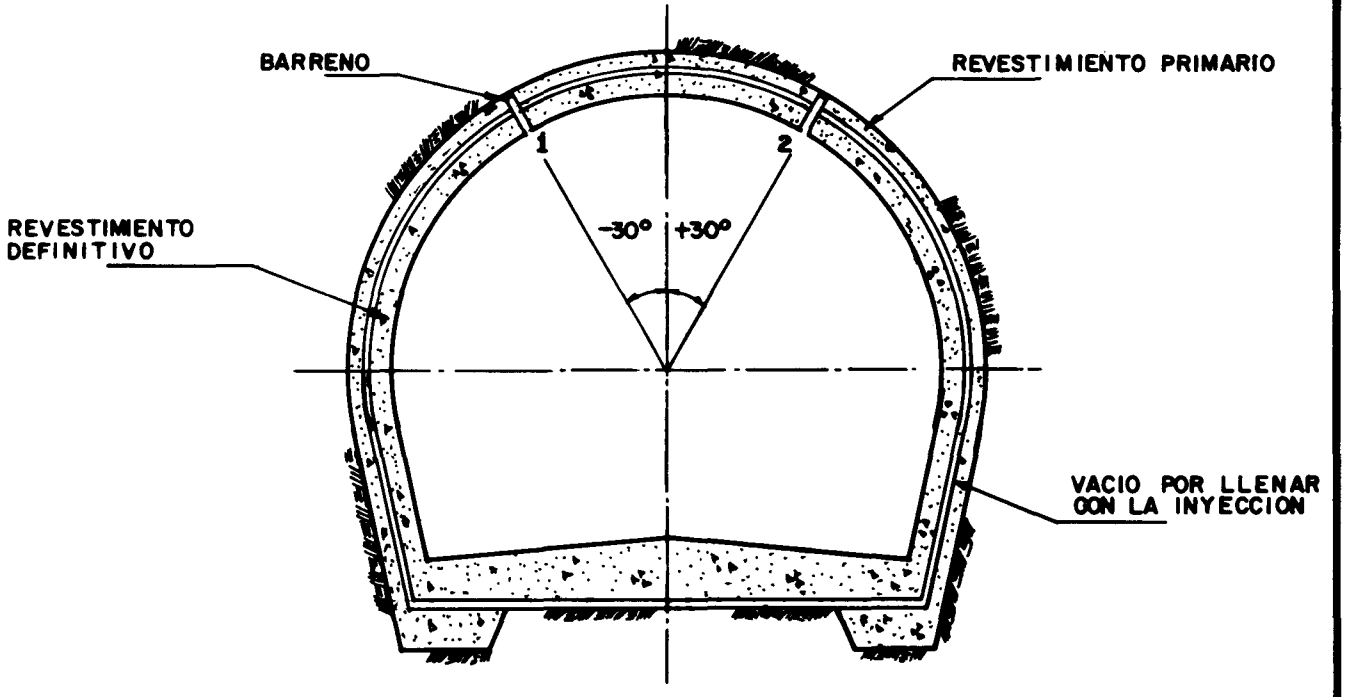


Fig OII-1 Inyección de contacto entre el revestimiento primario y el revestimiento definitivo de los túneles del Metro



SECCION IMPAR



SECCION PAR

Fig OII-2 Inyección de contacto entre el revestimiento primario y el revestimiento definitivo de los túneles del Metro

— El proceso se realizará cuando la inyección de la primera etapa tenga tres días de edad. En esta segunda etapa se utilizará el tipo de sección llamada "par".

— Salvo que se indique otra cosa, se deberán perforar un mínimo de 10 secciones "pares", es decir, una menos que el número de secciones "impares" ya inyectadas.

— La secuencia de inyección de una sección "par" se iniciará por el barreno No. 1 y se continuará con el barreno No. 2; la siguiente sección "par" se empezará en el barreno No. 2 y se terminará por el barreno No. 1, y así sucesivamente.

— Al presentarse comunicación de la mezcla al estar inyectando un sección "par" con los barrenos de la siguiente sección, se procederá a cerrar las válvulas de paso y se continuará con la inyección normalmente; al llegar a los barrenos de la sección comunicada, éstos se deberán perforar e inyectarlos de acuerdo con lo especificado para esta etapa.

f) Mezcla para la inyección

1. El tipo de mezcla a utilizar para efectuar la inyección de contacto en cada sección será de acuerdo al volumen que se tenga que inyectar en los barrenos, que será de 1/3 del volumen total para cada barreno en la sección "impar" y de 1/2 para cada barreno de la sección "par".

2. Si el volumen total de inyección no sobrepasa en ningún caso de 4 m^3, se utilizará una lechada de agua-cemento en proporción 3:1 en peso.

3. En el caso de rebasar el volumen de 4 m^3, se deberá cambiar la lechada por un mortero, el cual deberá prepararse con los materiales y proporciones siguientes:

   — Agua-cemento. En relación 2:1 en peso del cemento.

   — Bentonita. 3 % máximo en peso del cemento.

   — Arena. 25 % máximo en peso del cemento.

   A esta mezcla se le deberá agregar algún fluidizante propio para mortero.

4. Los materiales que se emplearán para la mezcla deberán cumplir con los requisitos siguientes:

   — Agua. Deberá cumplir con los requisitos de la cláusula 4.01.01.002.C.

   — Cemento. Se deberá utilizar cemento tipo o a falta de éste se podrá utilizar tipo V.

   — Bentonita. Esta deberá prepararse con una relación bentonita-agua que no exceda del tres por ciento en peso (B/A = 0.03), considerando una relación agua-cemento 1:1 con un tiempo mínimo de ocho horas de hidratación.

   — Arena. Deberá estar constituida por partículas redondeadas, con dimensiones máximas de las partículas inferiores a 1.5 mm. Los límites granulométricos serán los indicados en 4.01.01.025.A.

g) Presión de inyección. La presión de inyección no deberá sobrepasar en ningún caso el valor de 196 kPa (2 kg/cm^2) excepto cuando se indique otro valor.

h) Condiciones para considerar un barreno sellado. Se considera un barreno sellado cuando se presente cualquiera de las condiciones siguientes:

1. Cuando se haya inyectado un volumen total de 6.0 m^3.

2. Cuando no exista absorción con cualquier tipo de mezcla a 147 kPa (1.5 kg/cm^2) de presión en un lapso de 15 minutos.

i) En caso de que los barrenos se localicen en sitios donde esté colocado algún marco metálico, se podrán desplazar los barrenos hasta librar el marco.

j) Después de efectuar la barrenación y antes de iniciar la inyección, se deberá realizar el lavado de la perforación para remover el material demolido producto de la barrenación.

011.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.04.001 "Introducción".

011.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.04.001 "Introducción".

CAPITULO 3.01.04.012

REVESTIMIENTO DEFINITIVO CON ELEMENTOS PREFABRICADOS

012.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de operaciones y trabajos necesarios para revestir los túneles excavados con escudo abierto, con elementos prefabricados que forman anillos y que se unen entre sí para formar el revestimiento del túnel.

012.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Topografía para localización	3.01.04.003.E
Excavación del túnel con escudo	3.01.04.006.E
Revestimiento definitivo con concreto lanzado	3.01.04.010.E
Revestimiento definitivo con concreto colado en sitio	3.01.04.011.E
Cementos	4.01.01.002.A
Agregados para concreto	4.01.01.002.B
Agua para concreto hidráulico	4.01.01.002.C
Aditivos para concreto	4.01.01.002.D
Materiales laminares para curado de concreto	4.01.01.002.F
Concreto hidráulico	4.01.01.002.G
Materiales y productos de acero	4.01.01.005
Materiales para cimbra	4.01.01.008
Estructura de concreto reforzado	3.01.01.012.E

012.E REQUISITOS DE EJECUCION

Los elementos prefabricados deberán construirse en la forma, dimensiones, colocación del acero de refuerzo, características del concreto, procedimientos y demás operaciones que se requieran, de acuerdo con lo indicado en el proyecto.

012.E.01 ELEMENTOS PREFABRICADOS PARA TUNELES CON ESCUDO ABIERTO

Para los túneles que se formarán con escudo abierto, el revestimiento se hará a base de elementos prefabricados (dovelas) para formar los anillos, y se observarán los siguientes requisitos.

a) Los dovelas serán de 3 tipos: "A", "B" y "C"; cada anillo estará formado por tres dovelas, una de cada tipo; las "A" y "B" forman los costados y la clave, la "C" la cubierta. Las dovelas serán de concreto reforzado y tendrán un ancho de 0.80 m; para detalles estructurales de las mismas, consultar los planos de proyecto. Para los tramos del túnel en curva horizontal o vertical será necesario utilizar dovelas correctivas o lainas metálicas con objeto de facilitar la guía de escudo. La colocación de dovelas en el arranque inicial del túnel se describe en 3.01.04.006 de estas Especificaciones.

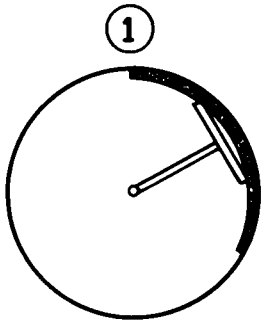
b) Colocación de los anillos. En la colocación de los anillos se observarán los siguientes lineamientos, excepto cuando el proyecto indique lo contrario:

1. Las dovelas "A" y "B" se transportarán hasta la parte posterior del escudo, se ensamblarán en el balancín del brazo erector y se levantarán hasta su posición dentro de la camisa del escudo. Las dovelas "A" y "B" traen insertos en la clave, para ser atornilladas y unidas mediante una placa tal como se observa en la fig 012-1.

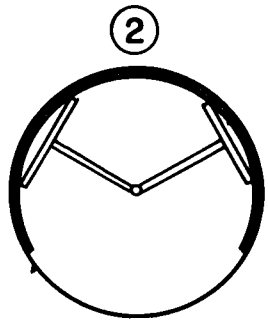
2. A continuación se transportará hasta la parte posterior del escudo un troquel que se ensamblará en los insertos que para tal fin traen las dovelas "A" y "B". Hecho esto, se empuja la dovela "C" hasta la parte posterior del escudo, donde se recibe por dos diferenciales colgados del troquel, los cuales la colocan en la parte inferior para formar el anillo, tal y como se muestra en la fig 012-T.

3. Una vez que el anillo ha salido de la camisa del escudo se deberá colocar un puntal de acero cédula 40, de 25.4 cm de diámetro en forma vertical, por medio de un gato hidráulico, para ayudar a los gatos de expansión a levantar la clave, tal como se observa en la fig 012-2. Ya colocado el puntal vertical se procederá a aplicarle la precarga correspondiente y a expander el anillo por medio de los gatos de expansión que se colocan en los extremos de las dovelas "A"-"C" y "B"-"C", debiéndose efectuar estos dos movimientos en forma simultánea. Al puntal se le aplicará una precarga de 490 kN (50 t) y a los gatos de expansión una carga de 785 kN (80 t).

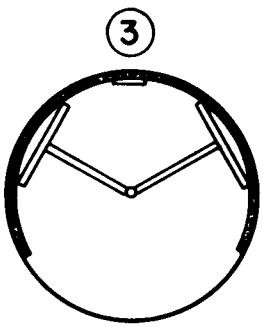
4. Terminada la expansión se colocarán en las uniones de las dovelas "A"-"C" y "B"-"C" dos tramos de tubo en cada una de 7.62 cm de diámetro, cédula 80 con placas de 0.95 cm de es-



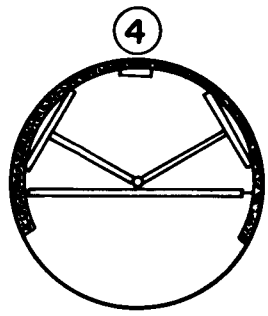
ERECCION DE LA DOVELA "A"



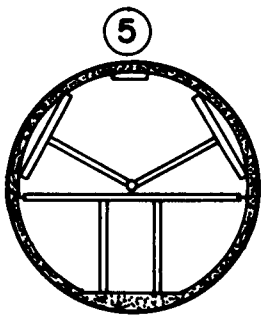
ERECCION DE LA DOVELA "B"



COLOCACION DE LA PLACA
EN LA CLAVE



COLOCACION DEL TROQUEL



COLOCACION DE LA DOVELA "C"

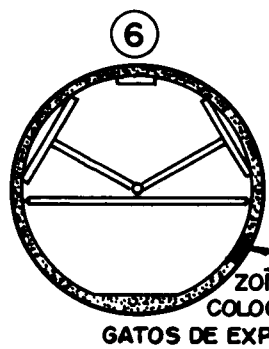


Fig 012-1 Secuencia de colocación de dovelas para túnel excavado con escudo abierto

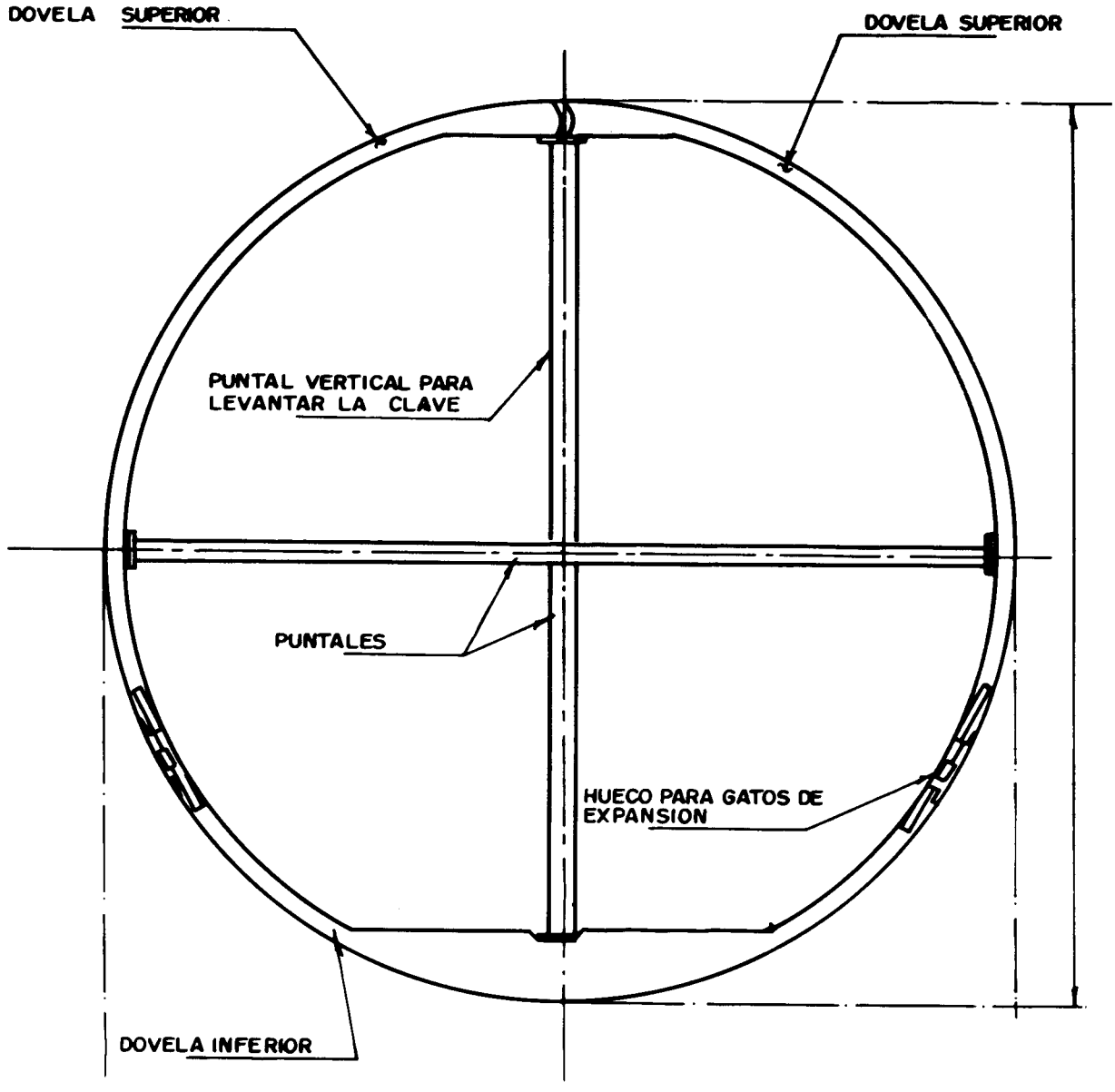


Fig 012-2 Procedimiento de colocación de dovelas con puntales

pesor de 15 x 15 cm para recibir las dovelas; estos tubos se ajustarán por medio de cuñas metálicas. Hecho esto se procederá a soldar las varillas expuestas en los extremos de las dovelas a los tubos y a retirar los gatos de expansión.

5. Concluido lo anterior se procederá a colar concreto en el hueco ocupado por los gatos, cuyas características serán las que señale el proyecto, al cual se le agregará un aditivo estabilizador de volumen y después se podrá retirar el puntal vertical. En caso de que esta zona sufra desportillamientos debidos al movimiento del escudo, se procederá a efectuar los resanes necesarios; esto mismo se realizará para las dovelas que sufran deterioros menores.

012.E.02 REQUISITOS PARA LAS DOVELAS DEL REVESTIMIENTO DE LOS TUNELES, EXCAVADOS CON ESCUDO ABIERTO

a) Concreto. El concreto de las dovelas deberá ser premezclado y deberá satisfacer los requisitos de resistencia indicados en el proyecto.

1. La elaboración del concreto deberá cumplir con las especificaciones indicadas en 4.01.01.002.G.

2. Los materiales empleados en la elaboración del concreto deberán cumplir con las especificaciones de 4.01.01.002.

3. Deberán cumplirse los lineamientos de 3.01.01.012 "Estructuras de concreto reforzado".

b) Acero de refuerzo. El acero de refuerzo de las dovelas deberá tener un límite elástico de 412 MPa (4200 kg/cm^2). Las condiciones de armado deberán ser las que señale el proyecto, y deberán apegarse a los lineamientos establecidos en 3.01.01.012.

c) Acero para los insertos. El acero para los insertos que deberán incluirse en las dovelas con orificios preformados para ubicar los pernos de sujeción entre dovelas, podrá ser de tipo estructural A-36. Al terminar la formación del revestimiento deberán protegerse con pintura anticorrosiva, la cual deberá reaplicarse como mantenimiento preventivo a intervalos que señale el Representante. Podrá utilizarse un acero de baja sensibilidad a la corrosión.

d) Tornillos para sujeción. Estos elementos pueden ser del tipo comúnmente utilizado en la construcción de estructuras metálicas y deben ser tornillos de acero con calidad A-307. Las rondanas y tuercas necesarias para fijar estos tornillos serán también del tipo común en la construcción metálica. Estas piezas requerirán protección anticorrosiva, a menos que para ellas se utilice al igual que para los insertos metálicos, aceros de baja sensibilidad a la corrosión.

e) Tolerancias geométricas

1. Las dimensiones de las dovelas deberán lograrse con las tolerancias indicadas en proyecto.

2. Los moldes que se fabriquen para formar las dovelas deberán ser estructuras sólidas y rígidas, impermeables e indeformables, con objeto de que se pueda conservar la precisión geométrica de sus dimensiones, durante todo el tiempo en que se programe su utilización. La geometría de estos moldes debe lograrse con aproximación de $\pm$ 0.5 mm en sus dimensiones.

012.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.04.001 "Introducción".

012.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.04.001 "Introducción".

CAPITULO 3.01.04.013

MEJORAMIENTO DEL SUBSUELO NATURAL

013.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de trabajos y operaciones necesarias y adicionales para continuar con la construcción de las líneas subterráneas en túnel en zonas donde se requiera un tratamiento del subsuelo.

013.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Construcción de lumbreras con el método convencional	3.01.04.004.E
Excavación del túnel por métodos convencionales	3.01.04.005.E
Excavación del túnel con escudo	3.01.04.006.E
Instrumentación geotécnica para control de comportamiento	3.01.04.014.E
Cementos	4.01.01.002.A
Morteros para albañilería	4.01.01.003.H
Lodos bentoníticos	4.01.01.024.A
Mezclas para inyección	4.01.01.025.A
Productos químicos	4.01.01.025.B

013.E REQUISITOS DE EJECUCION

Los métodos, procedimientos de ejecución, aplicación del sistema, materiales y equipos necesarios, y demás características de los tipos de mejoramiento del subsuelo natural empleados antes, durante y después de la construcción de las líneas subterráneas en túnel, deberán ser indicados en el proyecto en cada caso y/o señalados por el Representante.

013.E.01 MEJORAMIENTO DEL SUBSUELO A BASE DE INYECCION DE CONSOLIDACION

Cuando así lo indique el proyecto, deberá mejorarse el subsuelo a base de inyección de consolidación siguiendo los procedimientos y las etapas que señale el mismo, o bien podrán desarrollarse las actividades siguientes:

a) Los trabajos a efectuar se podrán llevar a cabo desde el nivel del terreno natural.

b) El número, localización y profundidad de las perforaciones para inyección de consolidación serán las indicadas en el proyecto en cada caso.

c) Para los trabajos de inyección se considerarán las siguientes fases:

1. Primera etapa. Se marcarán sobre el terreno natural los sitios donde se harán los barrenos, en los que posteriormente se colocarán tubos para realizar la inyección.

2. Segunda etapa. Se colocará una boquilla perfectamente anclada al terreno en cada uno de los sitios donde se harán los barrenos.

3. Tercera etapa. Una vez realizado lo anterior, se harán los barrenos cuya profundidad y diámetro serán los indicados en el proyecto. Para garantizar la estabilidad de los barrenos, éstos se podrán proteger con ademe metálico o en su defecto con lodo bentonítico y enseguida se procederá a instalar el tubo de inyección.

4. Cuarta etapa. El proceso de inyección se efectuará en las fases que indique el proyecto. Los proporcionamientos serán los adecuados y aprobados por el Representante.

5. La presión de inyección que se utilizará en las distintas fases será la que indique el proyecto.

6. La progresión de inyección en cada barreno, deberá estar de acuerdo con lo que indique el proyecto y deberán inyectarse los volúmenes de las diferentes mezclas que se utilizarán en las distintas fases.

7. Deberán instalarse manómetros en la entrada de cada barreno, para medir la presión de inyección de cada fase.

8. Deberá llevarse un control de las presiones de inyección de los barrenos con la profundidad, de los consumos de cada progresión en cada fase de inyección; con ellos deberán elaborarse gráficas de control.

013.E.02 RELLENO DE CAVERNAS

Cuando así lo indique el proyecto, en las zonas de interferencia para la construcción de las líneas subterráneas en túnel, deberán efectuarse los trabajos necesarios de relleno de las cavernas existentes en el área de trabajo y podrán seguirse las actividades siguientes, excepto que el proyecto indique otros requisitos:

a) Localización de cavernas. De acuerdo con los métodos aprobados por el Representante, deberán de-

tectarse las zonas de minas o cavernas que existan en el área de construcción.

b) Trabajos preliminares. Una vez localizadas las cavernas, se realizarán sobre éstas, perforaciones desde el nivel del terreno natural hasta la clave de las cavernas. Las perforaciones serán de los diámetros que indique el proyecto y apruebe el Representante.

c) Mezcla para relleno. Los materiales que se utilizarán para la elaboración de la mezcla de relleno podrán ser suelo, cemento, bentonita y agua, cuyas características se indican a continuación:

1. El suelo a utilizar será el que se obtiene como producto de la excavación de los túneles o material areno-limoso que no contenga arcilla, ni partículas mayores de 5.08 cm (2 pulg).

2. El cemento a utilizar será del tipo I o del tipo puzolánico.

3. El proporcionamiento de los materiales para la elaboración de las mezclas, podrá ser el siguiente:

Material	**Proporción**
Suelo	100 kg
Cemento	10 kg
Bentonita	4.3 kg
Agua	70 litros

4. Dependiendo de los fluidos de la mezcla, los ingredientes podrán variar, según lo apruebe el Representante.

d) Tratamiento de cavernas. Se observarán los siguientes lineamientos:

1. El tratamiento de cavernas se realizará en las etapas que indique el proyecto y apruebe el Representante.

2. En cada etapa deberá vaciarse el relleno a través de los barrenos, ya sea por gravedad o inyección, según lo indique el proyecto.

3. La presión deberá ser la indicada por el proyecto.

013.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.04.001 "Introducción".

013.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.04.001 "Introducción".

CAPITULO 3.01.04.014

INSTRUMENTACION GEOTECNICA PARA CONTROL DE COMPORTAMIENTO

014.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de instrumentos y aparatos que sirven para determinar la magnitud y variaciones de los movimientos horizontales y verticales que se provocarán en el subsuelo antes, durante y después de realizar la excavación del túnel, en la zona inmediata a la excavación y en las áreas adyacentes, así como las presiones en los marcos de acero estructural que funcionarán como sistemas de soporte provisional en la excavación del túnel, y los esfuerzos y cargas que actúan en el revestimiento provisional y definitivo de los túneles del Metro.

Los instrumentos y aparatos empleados podrán ser los siguientes:

a) Extensómetros. Instrumentos que miden los desplazamientos del subsuelo que se producen entre la superficie del terreno y la clave del túnel.

b) Inclinómetros. Instrumentos que miden los movimientos horizontales en la zona inmediata a la excavación del túnel.

c) Secciones de convergencia. Miden las deformaciones interiores durante la excavación de la sección.

d) Bancos de nivel. Elementos, ya sea de concreto o tubos metálicos que se colocan desde la superficie del terreno hasta el fondo de la excavación con objeto de medir las expansiones y/o asentamientos del subsuelo que ocurran antes, durante y después de la excavación del túnel; los bancos de nivel pueden ser profundos o superficiales.

e) Piezómetros. Son aparatos que miden la carga de presión del agua en el punto en el que quedan instalados; para el presente caso sólo se emplearán piezómetros de tipo abierto.

f) Deformímetros eléctricos. Aparatos que estarán embebidos en el concreto y se emplearán para medir la deformación unitaria tanto del concreto lanzado como del concreto armado de los revestimientos provisional y definitivo del túnel.

g) Celdas de presión. Aparatos que miden la presión que se ejerce entre el revestimiento provisional y el definitivo.

h) Puntos de referencia

1. Tipo ancla. Se emplearán para determinar los movimientos de las paredes del túnel hacia su interior con mediciones realizadas dentro de esa zona.

2. Extensómetros de cinta Invar. Se emplearán para medir los asentamientos en las áreas superficiales adyacentes a las excavaciones.

014.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Instrumentación y medición de control	3.01.03.011
Adaptación de las áreas de trabajo	3.01.04.002.E
Topografía para localización	3.01.04.003.E
Construcción de lumbreras con el método convencional	3.01.04.004.E
Excavación del túnel por métodos convencionales	3.01.04.005.E
Excavación del túnel con escudo	3.01.04.006.E
Ademes temporales con concreto lanzado	3.01.04.007.E
Ademes temporales con marcos de acero	3.01.04.008.E
Ademes temporales con anclajes	3.01.04.009.E
Revestimiento definitivo con concreto lanzado	3.01.04.010.E
Revestimiento definitivo con concreto colado en sitio	3.01.04.011.E
Revestimiento definitivo con elementos prefabricados	3.01.04.012.E
Construcción de estaciones	3.01.04.015.E

014.E REQUISITOS DE EJECUCION

Las características de los instrumentos o aparatos de medición, el número de ellos por instalar, su localización y profundidad serán fijados por el proyecto y/u ordenados por el Representante.

Las secciones que se deberán instrumentar se localizarán en sitios a lo largo de los tramos y estaciones del túnel de manera que se cumpla el propósito de la instrumentación, al efectuar mediciones antes, durante y después de realizar la excavación del túnel.

014.E.01 INSTRUMENTACION EN EL INTERIOR DEL TUNEL DURANTE LA EXCAVACION

Salvo lo que indique el proyecto, se observarán los siguientes lineamientos:

a) Movimientos convergentes en la excavación del túnel. Para conocer los movimientos del subsuelo que se producen en forma convergente, se instalarán tres extensómetros; uno vertical sobre el eje de la vía del túnel y los otros dos uno a cada lado del mismo eje, inclinados entre 30° y 45° (fig 014-1), cuando se trate de un solo túnel. En el caso de túnel en estación se instalarán dos extensómetros verticales cada uno de ellos sobre el eje de cada túnel (fig 014-2). La perforación para la colocación de las anclas del extensómetro, tanto en los verticales como en los inclinados, deberá ser de 7.62 cm de diámetro la cual se llevará a una profundidad tal, que la parte profunda de la perforación quede a 50 cm de la pared del túnel. La colocación de los cuatro puntos de medición se realizará de la siguiente forma: el más profundo se colocará en el tope de la excavación, el segundo a un metro, el tercero a 3 m a partir del segundo y el cuarto se colocará a la mitad de la distancia que resulte entre el tercer punto y la superficie del terreno (fig 014-1). Los extensómetros empleados deberán tener una sensibilidad de 0.01 mm y con un intervalo de medición no menor de 25 mm o reajustable de 15 mm; su grado de confiabilidad, determinado por la desviación estándar que se obtenga de mediciones consecutivas, no será mayor de ± 0.03 milímetros.

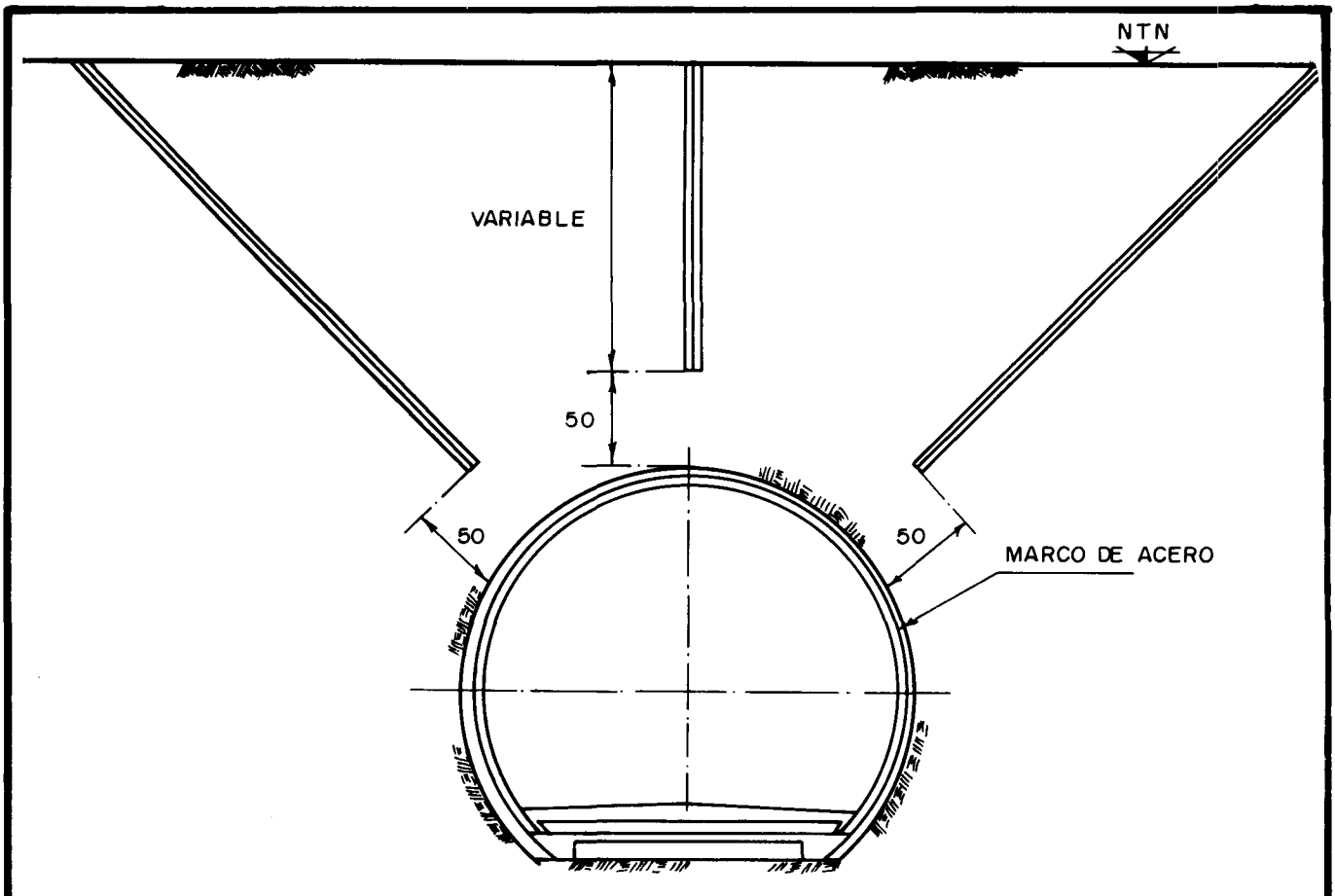


Fig 014-1 Posición de extensómetros

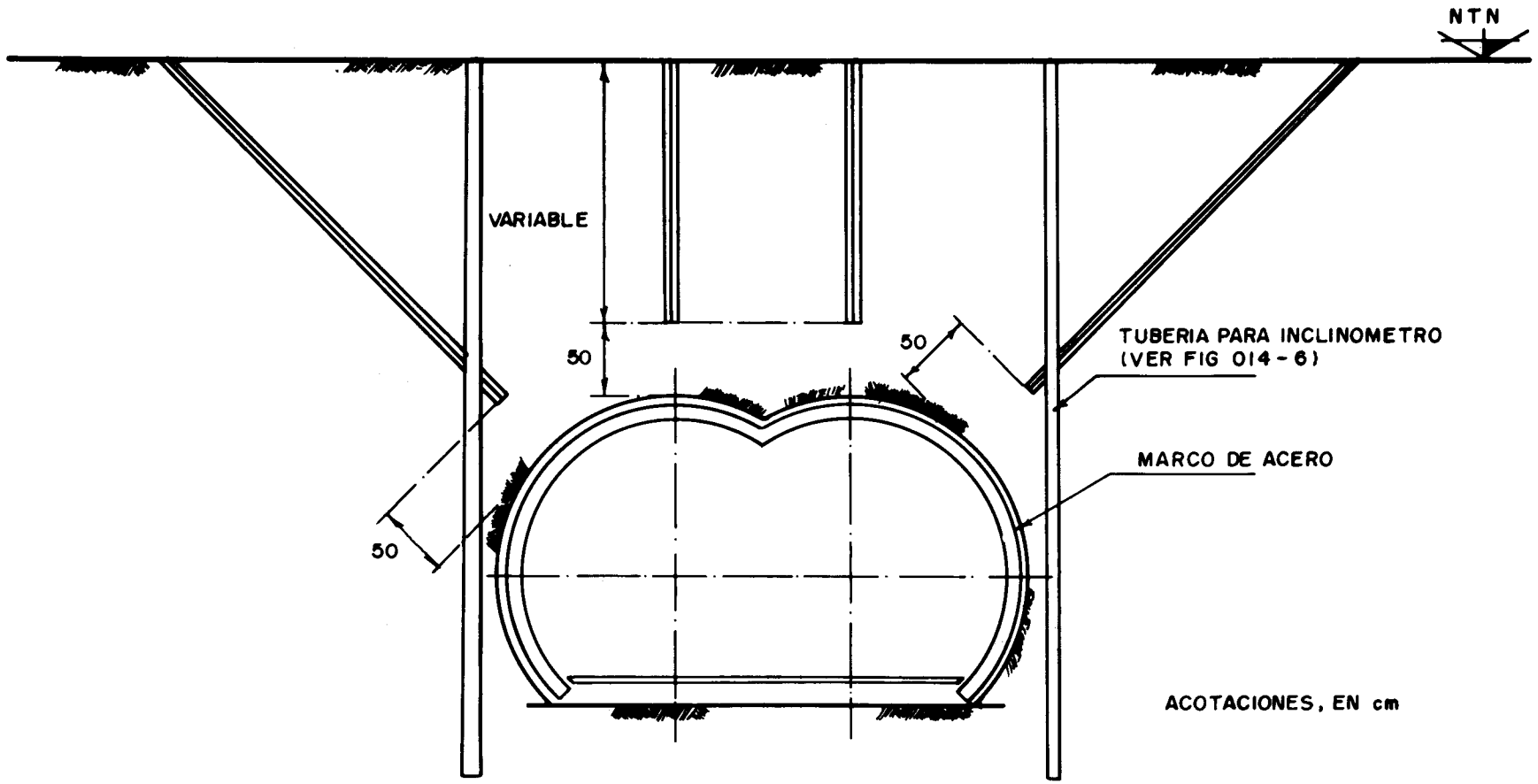


Fig 014 - 2 Posición de extensómetros para instrumentación de túnel de doble sección o de estación

b) Medición de convergencias. Se deberán utilizar instrumentos con graduación de 0.01 mm en todo el intervalo de medición, que no será menor de 150 mm, y con un grado de aproximación efectivo (desviación estándar), de ± 0.02 a ± 0.03 mm, para distancias menores de 10 m. Si el proyecto y el Representante no indican lo contrario, para la medición de las convergencias se deberá cumplir con lo siguiente:

1. Distribución de los trayectos de medición. Se deberá hacer de acuerdo al comportamiento esperado de la excavación, al procedimiento constructivo y al sistema de soporte inmediato que se utilice; el esquema de medición de convergencia en una sección del túnel podrá ser el que se muestra en las figs 014-3 y 014-4.

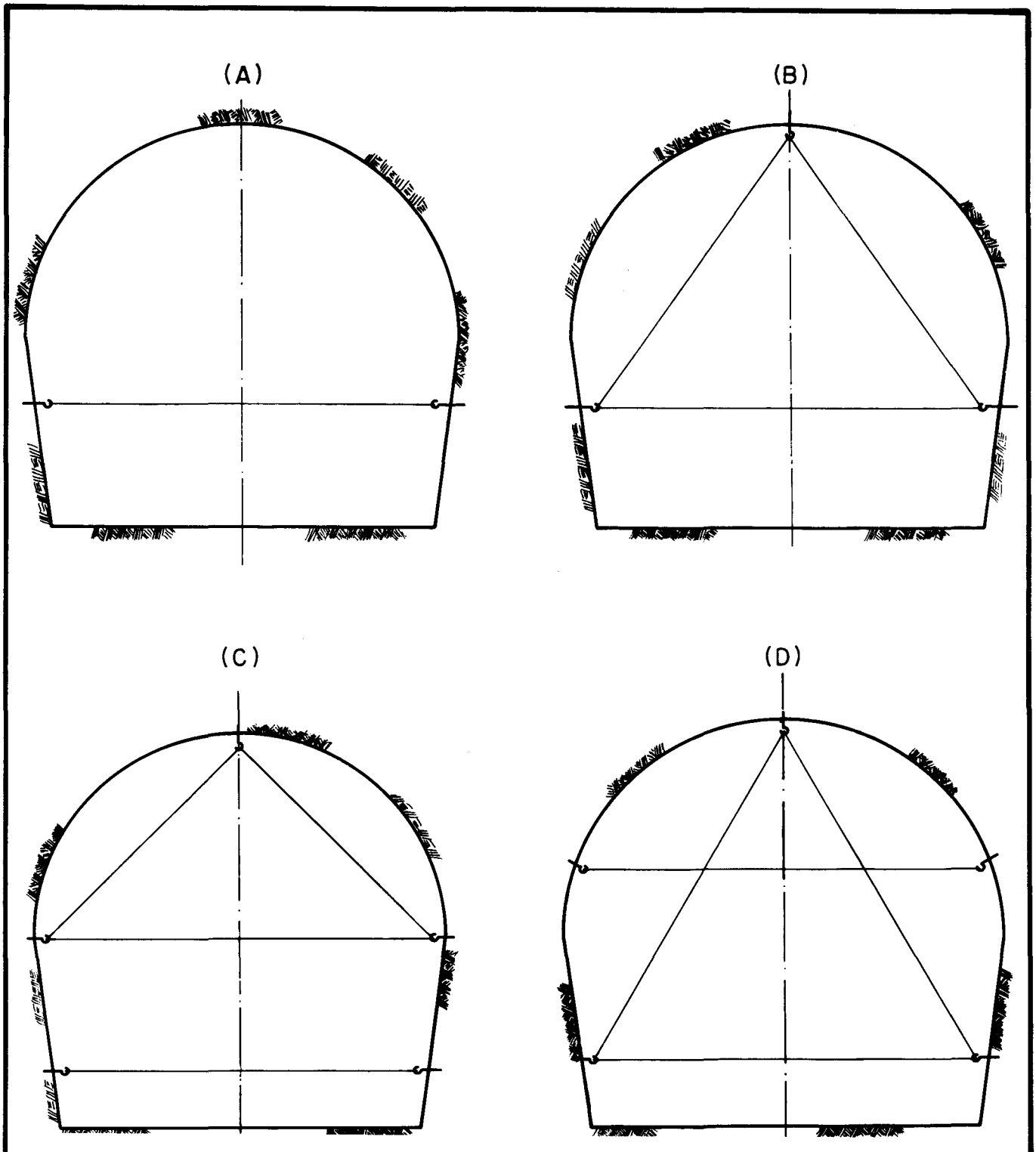
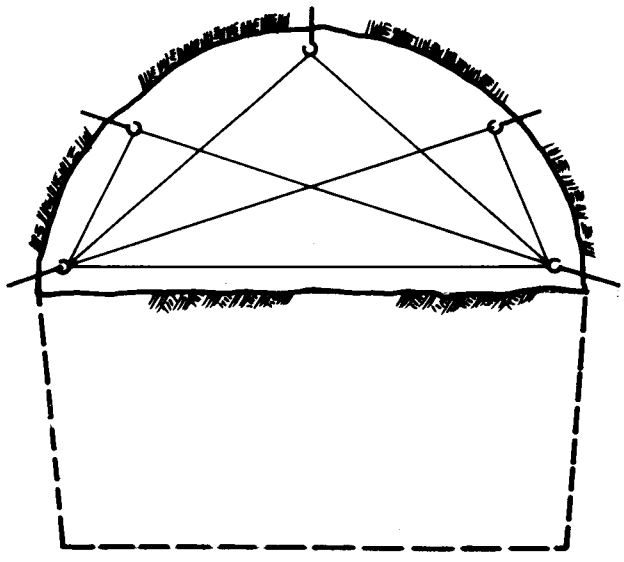
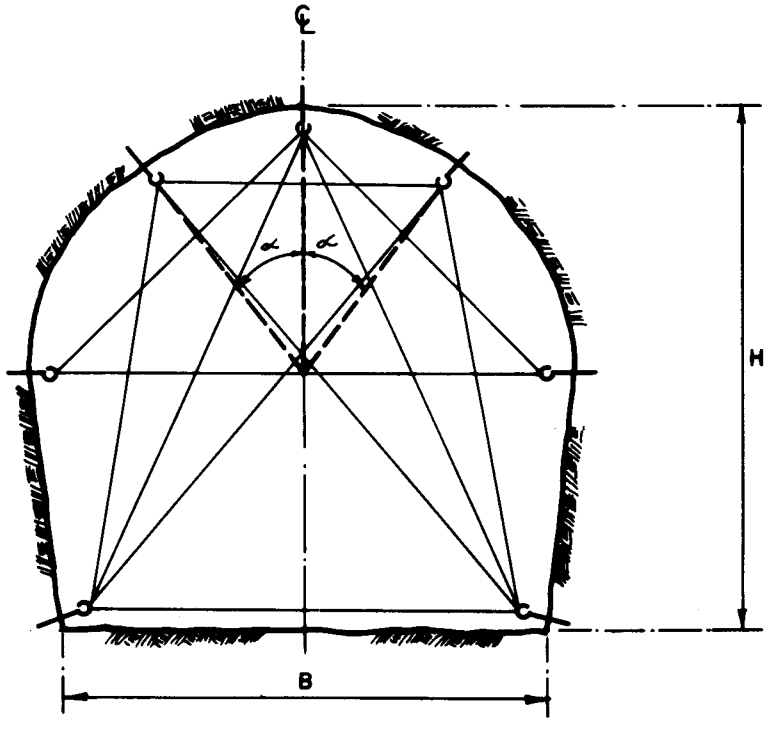


Fig 014 – 3 Direcciones de medición en secciones de convergencia



EXCAVACIONES A MEDIA SECCION CON BANQUEO.
PUNTOS EN LA MEDIA SECCION SUPERIOR (E)

$\alpha = 45° \pm 5°$



EXCAVACIONES A SECCION COMPLETA (F)

Fig 014-4 Direcciones de medición en secciones de convergencia

2. Las secciones de medición de las convergencias se localizarán lo más cerca posible del frente de la excavación y el espaciamiento entre secciones no deberá ser menor de 20 m ni mayor de 200 metros.

3. Puntos de referencia para la medición de convergencias. Serán del tipo ancla (pernos, argollas u otros) los cuales deberán estar anclados perfectamente al suelo, o en su caso, al concreto lanzado o marco metálico. Las técnicas de sujeción de estos elementos variarán de acuerdo con la consistencia y naturaleza del terreno; sin embargo, la longitud de penetración dentro del terreno no será, en ningún caso, mayor de 50 cm. Los marcos metálicos que se instrumenten para medición de convergencias deberán ser cuidadosamente seleccionados, eligiéndolos entre los que se encuentren debidamente apoyados contra el terreno y en los que se garantice que no sufrirán desplazamientos intencionales o accidentales por maniobras de la construcción.

c) Desplazamiento del subsuelo. La medición de los desplazamientos del suelo que circunda a la excavación, se llevará a lo largo de perforaciones, las cuales serán ejecutadas desde el interior del túnel, empleando para la medición extensómetros que tengan una sensibilidad de 0.01 mm en todo su intervalo de medición, que deberá ser de por lo menos 25 mm y reacondicionable. Si el proyecto y el Representante no indican lo contrario se deberán seguir los siguientes criterios:

1. La distribución de los extensómetros en la sección del túnel dependerá de los problemas particulares que se desee investigar: aflojamiento de la clave, expansividad de los suelos, espesor de la zona descomprimida, deformabilidad del suelo, etc. De acuerdo con lo anterior el arreglo de los extensómetros se podrá hacer conforme a lo mostrado en la fig 014-5.

2. Las secciones de convergencia se deberán localizar siempre que sea posible, en coincidencia con los extensómetros.

3. La profundidad de los barrenos y sus diámetros, así como su orientación y especialmente la cercanía al frente, se establecerá de acuerdo a las condiciones particulares de la excavación y/o a lo indicado por el proyecto y el Representante.

d) Movimientos horizontales. Para medir los movimientos horizontales en la zona inmediata a la excavación del túnel se utilizarán inclinómetros que se deslizarán en tuberías de ademe especiales que se colocarán a 50 cm de la pared lateral del túnel y a la profundidad que señale el proyecto.

1. Para introducir la tubería del inclinómetro se deberá realizar una perforación de 15.24 cm (6 pulg) de diámetro, los tramos de tubería deberán tener una longitud de 75 cm, unidos con coples de 30 cm de largo traslapados sobre la tubería del inclinómetro en una longitud de 7.5 cm a cada lado del cople. Este traslapo se deberá realizar a base de remaches y flejes cubriendo toda la longitud del cople con cinta plástica y recubriendo finalmente con cera (fig 014-6). La colocación de la tubería deberá realizarse de tal manera que el material que se introduzca entre el suelo y la tubería sea una lechada agua-cemento, en la proporción indicada por el proyecto y/o el Representante, para facilitar los posibles movimientos horizontales de la tubería. La orientación de la tubería deberá realizarse de tal manera que el eje que forman dos ranuras opuestas quede paralelo al eje del túnel.

2. El instrumento con el cual se deberán realizar las mediciones de la tubería deberá ser un inclinómetro del tipo eléctrico con sensibilidad de una parte en 3000, esto es, de un minuto de arco.

014.E.02 INSTRUMENTACION PARA LAS MEDICIONES EN SOPORTES TEMPORALES Y EN REVESTIMIENTOS PROVISIONALES Y DEFINITIVOS

Salvo lo indicado en el proyecto se observarán los siguientes lineamientos:

a) Presiones en los marcos de acero estructural. Para determinar las presiones verticales y horizontales actuantes en los marcos de acero colocados en el interior del túnel (sistema de soporte provisional), será necesario instalar celdas de carga capaces de registrar las cargas máximas de diseño en los marcos. Salvo indicación en contrario del proyecto y/o el Representante, la ubicación de los instrumentos podrá ser la que se muestra en la fig 014-7.

b) Instrumentación para el revestimiento primario y definitivo. Las secciones de instrumentación del revestimiento provisional de concreto lanzado y el definitivo, de concreto reforzado, se seleccionarán a lo largo de las líneas del Metro de manera que sean representativos de las diferentes estratigrafías de los suelos por los que atravesarán las excavaciones de los túneles. Si el proyecto y el Representante no indican lo contrario, la instrumentación se ajustará a los siguientes lineamientos.

1. Deformímetros eléctricos. Se colocarán para determinar la deformación unitaria, tanto del concreto lanzado como del concreto armado de los revestimientos provisional y definitivo, provocada por la acción de las presiones del subsuelo que actúan sobre éstos. Los deformímetros serán del tipo eléctrico especiales para embeber en concreto y colocados en las ubicaciones que se señalan en la fig 014-8 a. Estos elementos deberán ser capaces de registrar la deformación unitaria del concreto, para determinar indirectamente el esfuerzo actuante en la sección en que se encuentran colocados. Los detalles para su colocación se muestran en la fig 014-8 b.

— Como complemento indispensable a esta instrumentación, será necesario, para el caso del revestimiento definitivo de concreto armado, preparar seis especímenes del concreto empleado en el colado de la sección donde se ubicarán los dispositivos medidores e instrumentarlos con deformímetros eléctricos del mismo tipo que los descritos anteriormente, con el fin de determinar en

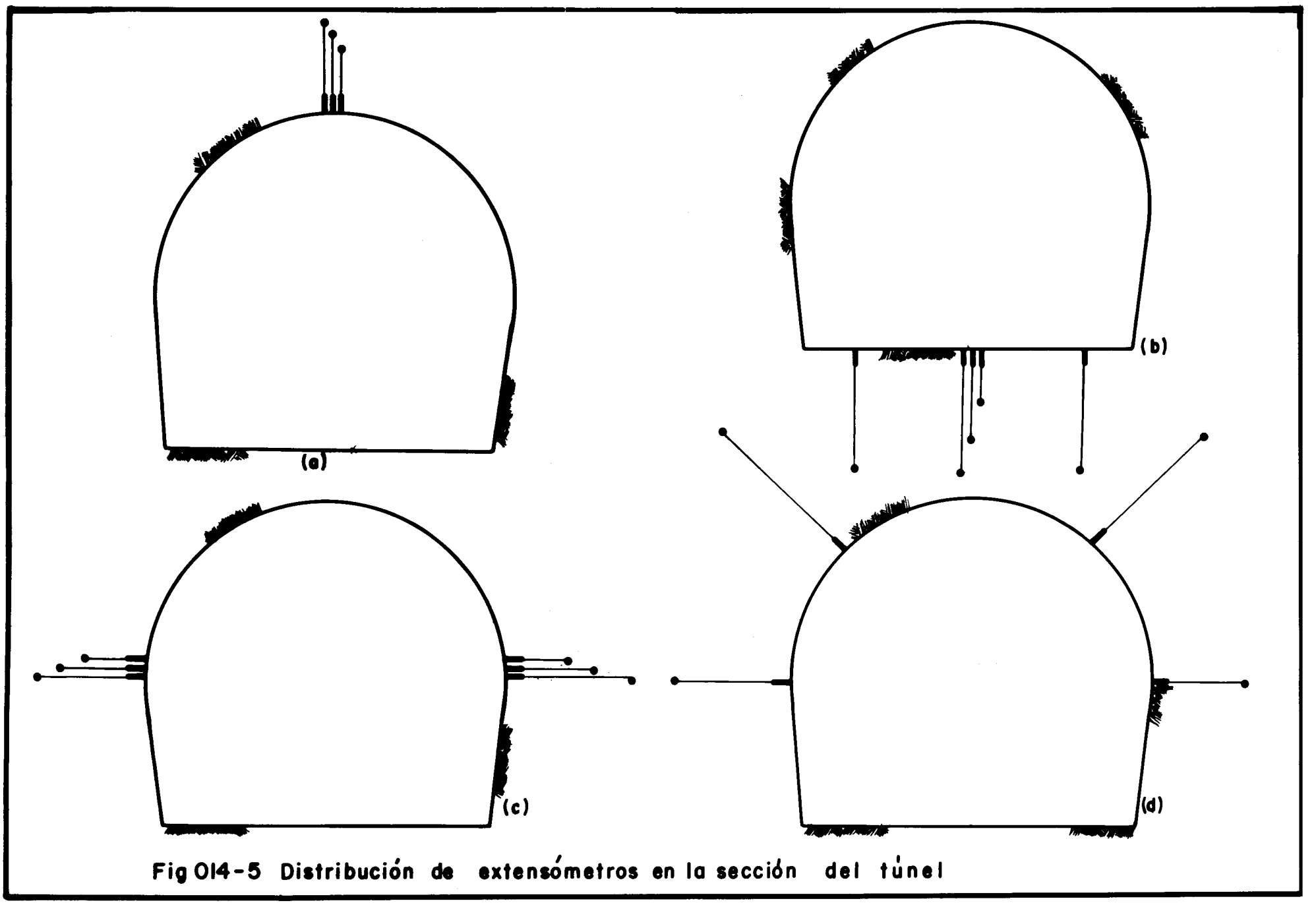


Fig 014-5 Distribución de extensómetros en la sección del túnel

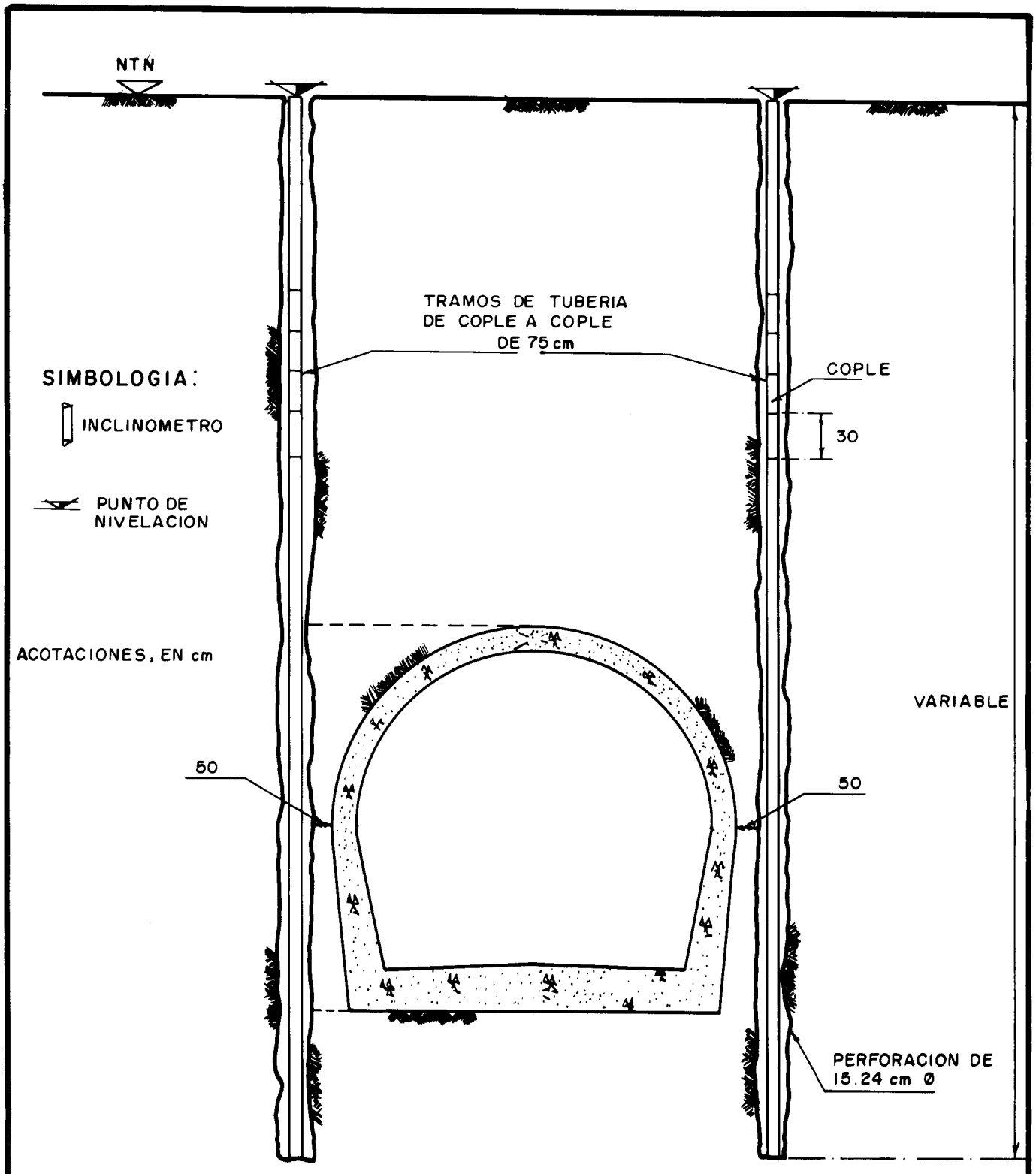
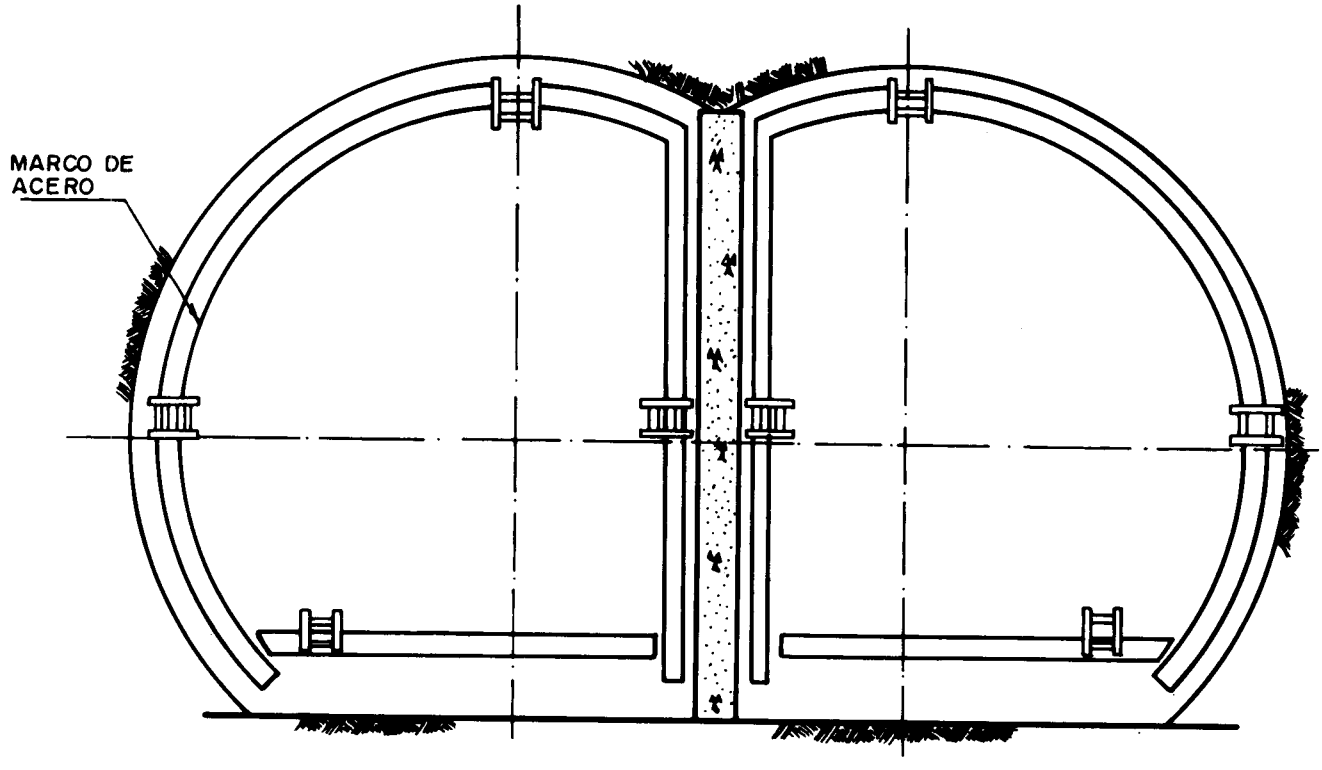
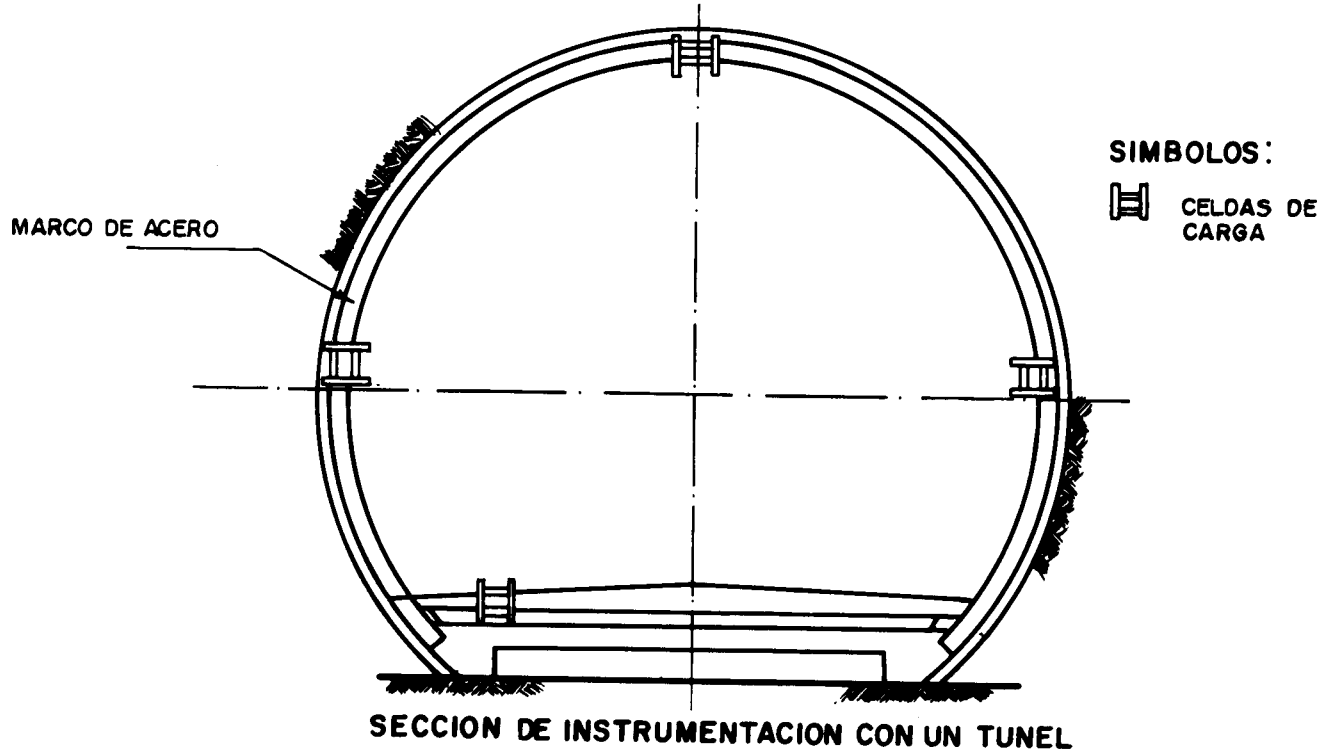


Fig 014-6 Colocación de inclinómetros para medición de movimientos horizontales (Ver fig 014-2)



SECCION DE INSTRUMENTACION CON DOS TUNELES



SECCION DE INSTRUMENTACION CON UN TUNEL

Fig 014-7 Instalación de celdas de carga

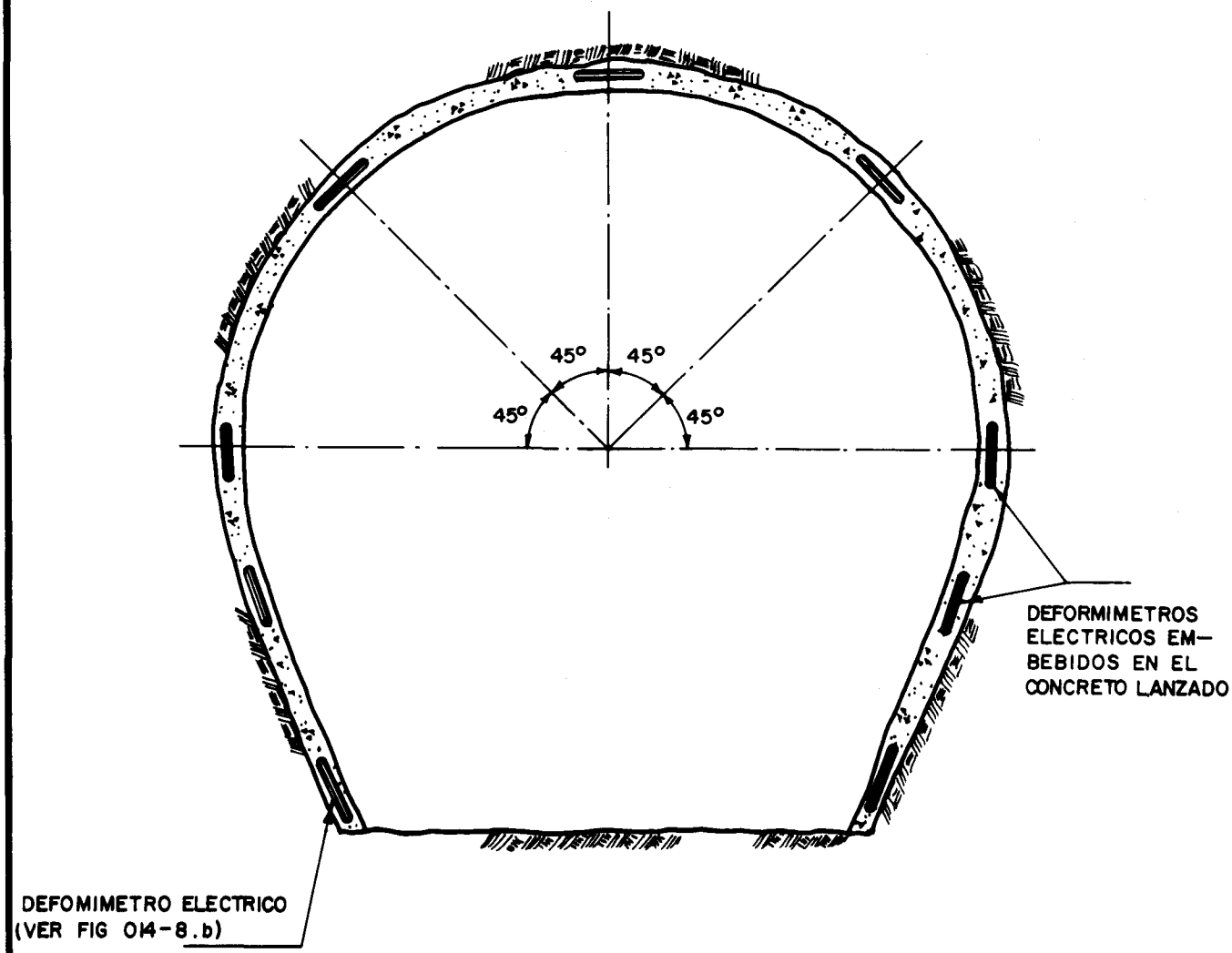


Fig 014-8.a Estación de medición con deformímetros eléctricos

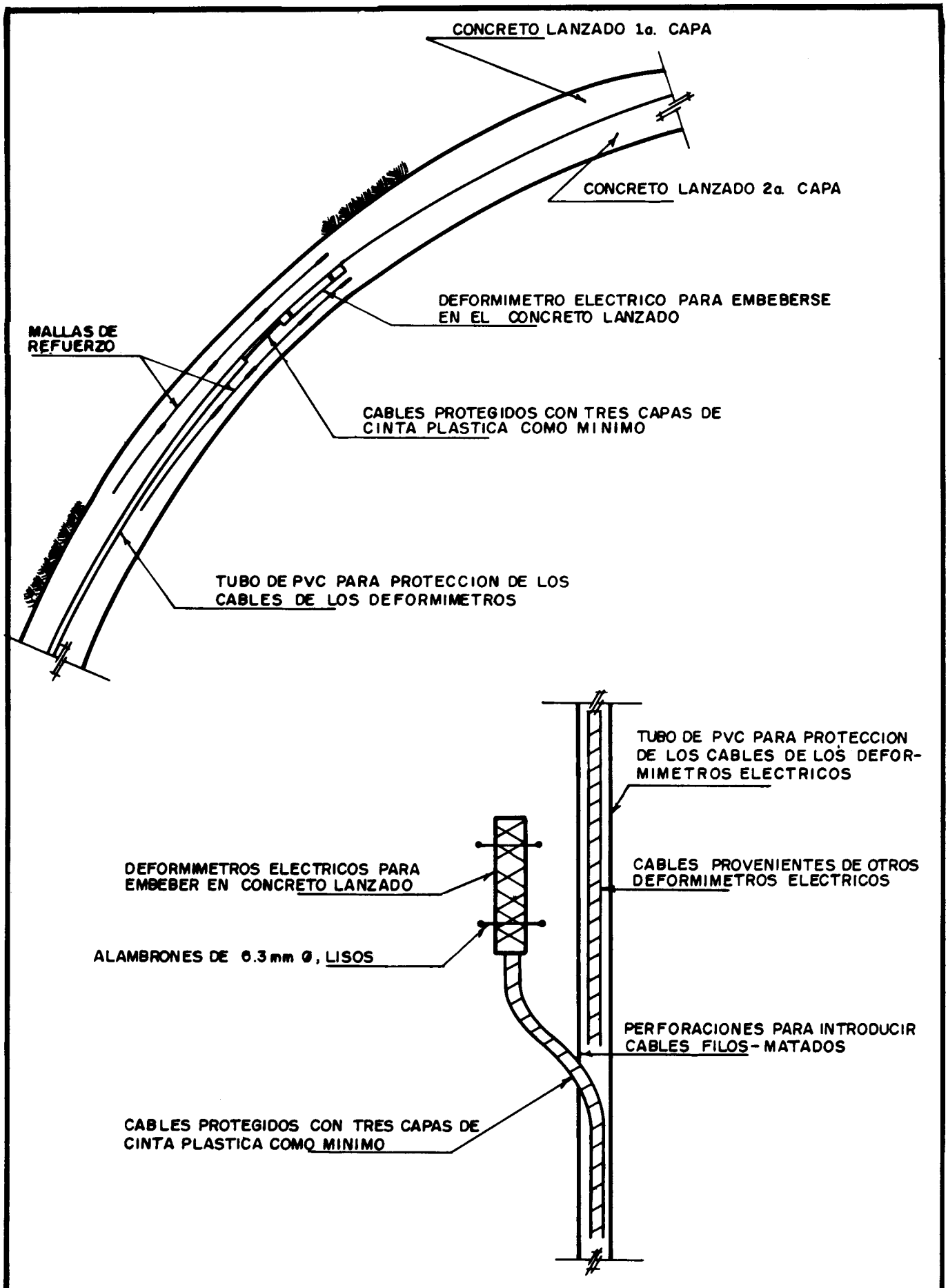


Fig 014-8.b Detalles para la colocación de deformímetros eléctricos

ellos las características esfuerzos-deformación-tiempo del concreto empleado, mediante el ensaye de los cilindros, los cuales se formarán siguiendo las normas y procedimientos normales y serán curados en las mismas condiciones en que se realice el curado del concreto del revestimiento definitivo; también se instalará un deformímetro protegido dentro de una caja metálica para evitar que sufra deformaciones provocadas por el concreto, pero que esté en las mismas condiciones de temperatura y humedad que los otros deformímetros, esto es con el propósito de utilizarlo como compensador de temperatura (dummy), en el puente de lecturas al efectuar las mediciones de los deformímetros eléctricos embebidos en el concreto. Se deberá colocar un dummy por cada sección de instrumentación; los detalles de instalación se muestran en la fig 014-9.

— Los deformímetros eléctricos especiales para embeberse en concreto deberán poder operar, en un intervalo de temperaturas de 263 a 353 K(− 10 a + 80°C) y estar compensados por temperatura entre 273 y 323 K (0 a + 50°C) así como tener un límite de deformación a la temperatura ambiente de 0.3 por ciento.

2. Celdas de presión embebidas en el concreto. Para medir la presión que aparezca entre el revestimiento provisional y el definitivo, se colocarán tres celdas en el contacto entre estos dos revestimientos en las ubicaciones que indique el proyecto y/o el Representante (fig 014-8.a); además, se colocarán dos celdas en el concreto lanzado con objeto de medir la presión vertical en el apoyo del marco que forma este revestimiento.

— Con objeto de medir los esfuerzos que se generan en el revestimiento de concreto reforzado, se colocarán ocho celdas de presión en las ubicaciones y direcciones que indique el proyecto y/o el Representante. Las celdas de presión del tipo especial para embeber en concreto, deberán tener las siguientes características:

Intervalo de medición a la compresión:
0.69 − 10.25 MPa (0.7 − 104.5 kg/cm²)

Mínima lectura de esfuerzo:
0.69 MPa (0.70 kg/cm²)

Peso: 26.6 N (2.72 kg)

Módulo de elasticidad (mínimo):
41.2 GPa (0.42x10⁶ kg/cm²)

Resistencia de cada alambre: 40 ohms

Excitación (máxima): 3 volts

Precisión en toda la escala: 5 por ciento

Linearidad: 2 por ciento

3. Todos los instrumentos de medición embebidos en el concreto lanzado, deberán penetrar hasta el terreno natural o de otra forma deberá asegurarse que el concreto lanzado esté firmemente adherido al mismo.

c) Medición de convergencia. En los sistemas de soporte temporal del túnel (anclaje y concreto lanzado con refuerzo y otros) y el revestimiento definitivo, se instalarán secciones de medición de convergencias las cuales se ubicarán solamente en aquellos tramos en que las mediciones previas hayan indicado deformaciones importantes y una lenta estabilización. Si el proyecto y el Representante no indican lo contrario, se utilizarán los mismos instrumentos y los mismos lineamientos establecidos en 014.E.01 de este capítulo; la elección de los sitios de ubicación de las secciones de convergencia en soportes definitivos y en el revestimiento, se harán de acuerdo a lo siguiente:

1. Una sección de medición de convergencia por cada 200 elementos estructurales para soporte definitivo de la excavación.

2. Una sección por cada 150 m de excavación soportada con concreto lanzado con refuerzo y anclaje.

3. Una sección cada 500 m de revestimiento definitivo de concreto colado con cimbra.

d) Deformaciones del intradós. Para llevar a cabo las mediciones de las deformaciones unitarias y de los cambios de curvatura del intradós en el soporte definitivo o en el revestimiento de concreto colado contra cimbra, se utilizarán instrumentos de sensibilidad igual a 0.001 m. Las mediciones sólo se deberán realizar en elementos estructurales de geometría bien definida (marcos metálicos, elementos prefabricados de concreto o revestimientos de concreto colado contra cimbra en el lugar) y la elección de los sitios se podrá efectuar en forma semejante a la indicada en 014.E.02 de este capítulo.

014.E.03 INSTRUMENTACION EN LOS ACCESOS DE LAS ESTACIONES

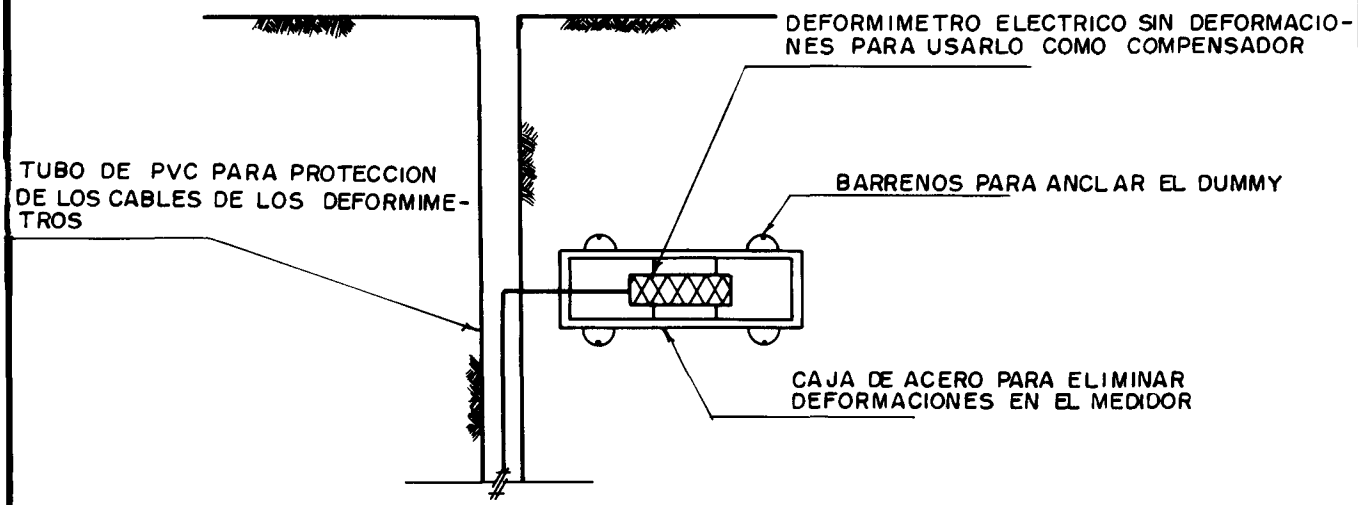
Salvo lo que indique el proyecto, se observarán los siguientes lineamientos:

a) Movimientos horizontales. Con el objeto de medir los movimientos del terreno en la zona inmediata a la excavación del acceso, se instalará un inclinómetro en cada uno de los lados con la pendiente del talud más fuerte, de tal manera que quede ubicado a 1.0 m de la pared vertical de la excavación, y una profundidad tal que su punto inferior quede del piso de la excavación a una distancia de 15 m. La instalación de la tubería se deberá realizar de acuerdo a lo señalado en 014.E.01 de este capítulo.

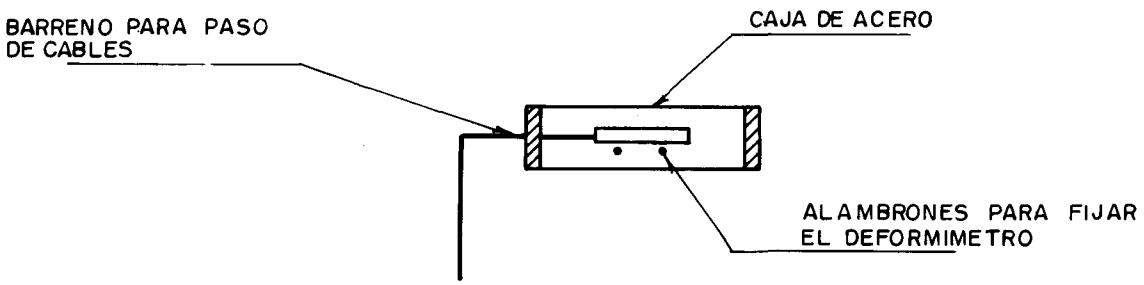
014.E.04 INSTRUMENTACION EN LA SUPERFICIE

Salvo lo que indique el proyecto, se observarán los siguientes lineamientos:

a) Movimientos horizontales. En la superficie del terreno y con una separación de 10 m entre sí, se colocarán puntos de referencia con extensómetro de cinta Invar (fig 014-10.a) con aproximación de 0.01 mm. La ubicación de estos puntos será la que señale el proyecto.



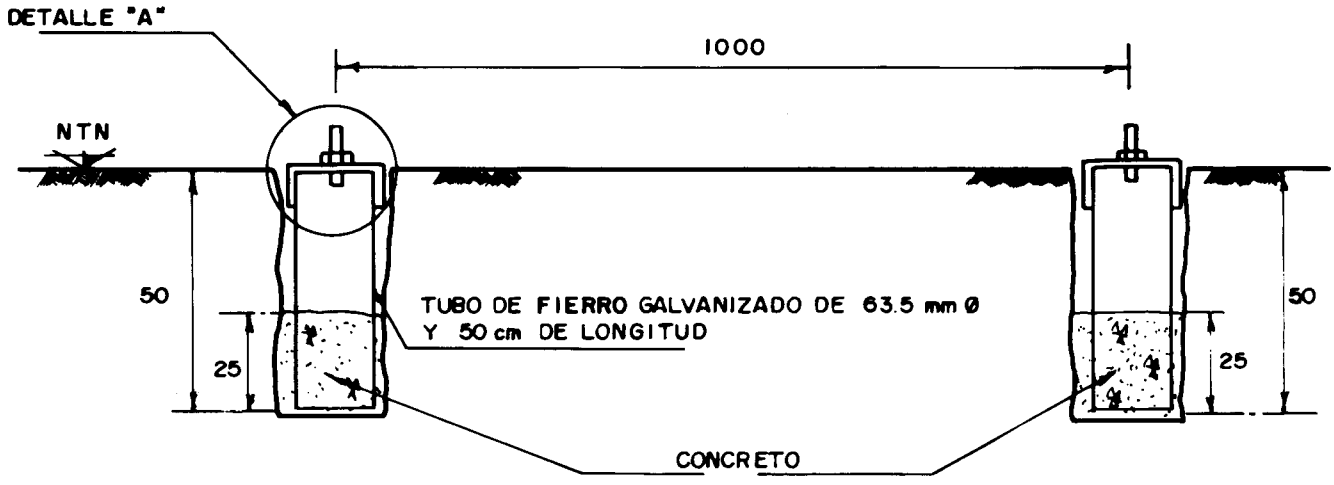
VISTA

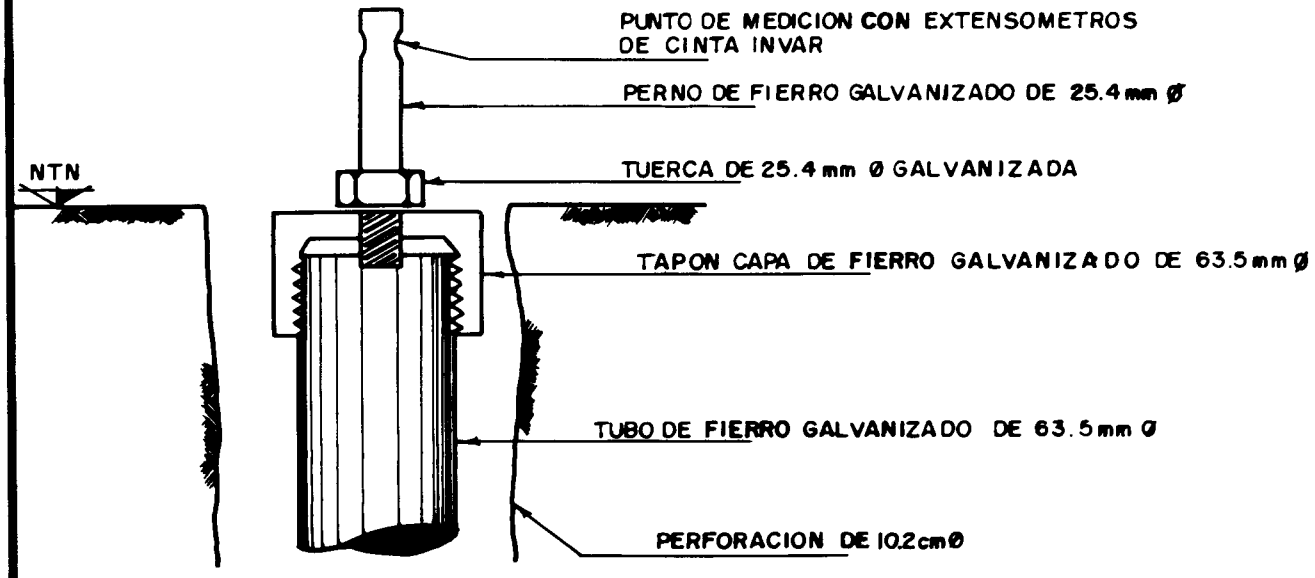


CORTE

NOTA: EN CADA SECCION DE INSTRUMENTACION SE COLOCARA UN DEFORMIMETRO ELECTRICO SIN DEFORMACIONES (DUMMY), PARA USARLO COMO COMPENSADOR EN EL PUENTE DE LECTURAS AL EFECTUAR LAS MEDICIONES DE LOS DEFORMIMETROS.

Fig 014-9 Detalle de colocación del deformímetro eléctrico sin deformación (Dummy)





ACOTACIONES, EN cm

DETALLE "A"

Fig 014-10.a Detalle de puntos para medición con extensómetro de cinta Invar

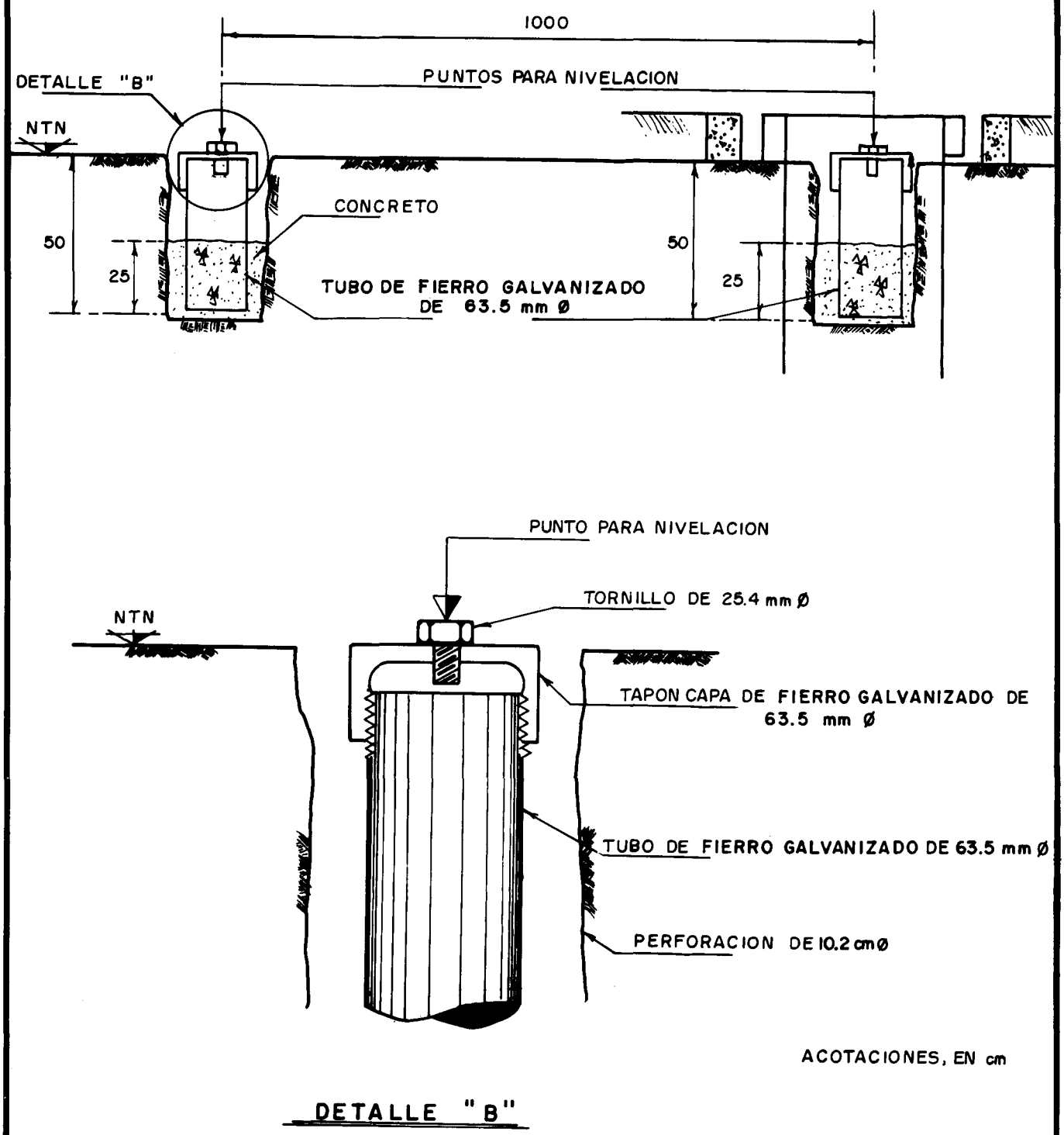


Fig 014-10.b Detalle de puntos para nivelaciones topográficas

b) Movimientos verticales. Con objeto de medir los asentamientos en las áreas superficiales adyacentes (tanto en la excavación del túnel como en la de los accesos) será necesario realizar nivelaciones topográficas en los puntos superiores de cada uno de los inclinómetros y extensómetros. Se podrán colocar bancos de nivel adicionales a cada estación de instrumentación, de acuerdo con el proyecto, y a partir del eje del túnel a ambos lados del mismo hasta una distancia entre 50 y 100 m, según lo permita el sitio de la obra; en los extremos de estas líneas de nivelación se colocará un banco de nivel a un metro de profundidad. En el caso que sean dos túneles, los puntos de nivelación se instalarán hacia los lados a partir de cada uno de los ejes de vía de los túneles. Si el proyecto y el Representante no indican lo contrario, y si es necesario, se podrán instalar piezómetros y bancos de nivel profundo, los cuales deberán cumplir con lo establecido en el capítulo 3.01.03.011 (fig 014-10.b).

014.E.05 PERIODICIDAD DE LAS MEDICIONES

Salvo lo indicado por el proyecto y lo ordenado por el Representante, las nivelaciones topográficas sobre los extensómetros, inclinómetros y bancos de nivel, las lecturas de los extensómetros, inclinómetros, deformímetros eléctricos, celdas de carga y de los puntos de referencia en el interior del túnel, deberán ser realizadas con la siguiente periodicidad.

a) Frecuencia de lecturas para la instrumentación en el interior del túnel durante la excavación

1. Movimientos convergentes en la excavación del túnel. La primera lectura en los extensómetros, se hará cuando el frente de excavación se encuentre a no menos de 20 + 0.5 m. Dependiendo del ritmo de avance, las lecturas se harán una cada 24 horas o una por ciclo de avance, hasta que el frente se encuentre a más de 30 m adelante de la sección. Cuando esto ocurra y si las velocidades de deformación son mayores de 0.05 mm/día, se continuará haciendo lecturas diarias hasta que se denote una franca estabilización.

2. Medición de convergencias. Las mediciones se realizarán por lo menos una vez al día durante las primeras dos semanas posteriores a la instalación de una sección. Una vez que las convergencias indiquen una tendencia franca a la estabilización (velocidades menores de 0.04 mm/día), la periodicidad se podrá ampliar a dos veces por semana hasta que la velocidad de deformación sea menor de 0.1 mm/semana. Cuando esto ocurra, las mediciones de una sección podrán suspenderse.

3. Desplazamientos del subsuelo. Se harán con una periodicidad de por lo menos una vez al día, durante las dos primeras semanas posteriores a su instalación. Los criterios para ampliar esta periodicidad y para suspender las mediciones, serán los mismos que se establecieron en el párrafo anterior.

4. Movimientos horizontales. Las lecturas de los instrumentos se tomarán por lo menos una vez al día mientras el frente de la excavación del túnel esté entre los tres diámetros posteriores a la estación de instrumentación; una vez cada semana en el siguiente avance de tres diámetros; una vez cada 15 días en el siguiente avance de tres diámetros y una vez cada mes hasta concluir con el revestimiento final del túnel.

b) Frecuencia de lecturas para la instrumentación en los soportes temporales y en los revestimientos provisional y definitivo

1. Marcos de acero estructural. La toma de lecturas en las celdas de carga se efectuará de acuerdo a lo establecido en 014.E.05 (a-4).

2. Revestimiento provisional y definitivo. Las mediciones en los deformímetros eléctricos así como en las celdas de presión, deberán realizarse con la siguiente periodicidad:

   — Diariamente durante los 15 días siguientes a su colocación o hasta que el revestimiento de que se trate quede alejado tres diámetros del túnel desde la zona de instrumentación.

   — Semanalmente durante los siguientes quince días a los anteriores o hasta que el revestimiento de interés avance otros tres diámetros del túnel.

   — Quincenalmente o tres diámetros más del avance del revestimiento.

   — Mensualmente o tres diámetros más del avance del revestimiento.

3. Convergencias. Las mediciones de convergencia en soportes definitivos o en revestimientos, se harán con una periodicidad igual a la señalada en 014.E.05(a-2) o bien se podrá fijar como criterio inicial una lectura por semana para soporte o revestimiento definitivo, hasta que las velocidades de deformación sean inferiores a 0.05 mm/semana.

c) Frecuencia de lecturas para la instrumentación en los accesos de las estaciones

1. Movimientos horizontales. Se deberá realizar con la periodicidad siguiente:

   — Todos los instrumentos deberán haberse colocado y leído antes de iniciar la excavación de los accesos.

   — Las lecturas de los instrumentos deberán tomarse por lo menos una vez al día en los dos días anteriores al inicio de la excavación, durante todo el periodo en que sea colocada la losa de piso y a lo largo de quince días siguientes a este colado.

   — Dos veces por semana durante el tiempo que dure la excavación abierta sin colar las losas superiores.

   — Una vez por semana, durante quince días después de haber colocado las losas superiores.

   — Una vez cada quince días hasta que quede concluido el acceso.

d) Frecuencia de lecturas para la instrumentación en la superficie. Las nivelaciones en el punto superior de cada uno de los instrumentos instalados así como los bancos de nivel adicionales o piezómetros, se realizarán de la siguiente manera:

1. Una vez al día mientras el frente de la excavación del túnel está entre los tres diámetros anteriores y posteriores a la sección de instrumentación.

2. Una vez cada semana en el siguiente avance de tres diámetros.

3. Una vez cada mes hasta el momento en que durante cuatro semanas no se aprecien variaciones de consideración en las registradas.

014.E.05 INSTALACION

La colocación de los instrumentos y equipos recomendados en estas Especificaciones correrá a cargo de personal especializado en estas actividades. Para la instalación de los instrumentos el Contratista brindará las facilidades y materiales de construcción, así como la mano de obra complementaria que requiera el instrumentista, y que en general son de carácter menor. El Contratista deberá colaborar con el instrumentista en el cuidado de los instrumentos para evitar que sean dañados desde el momento en que son colocados en la obra, hasta la entrega de ésta al Representante.

014.E.06 PRECAUCIONES CON LOS INSTRUMENTOS DURANTE LA CONSTRUCCION

Toda la instrumentación que se señala en esta Especificación, deberá ser cuidadosamente vigilada durante de las labores que se realicen tanto en el interior como en el exterior del túnel. Cualquier instrumento que sea dañado durante las maniobras de excavación o de lanzado o colocado de los revestimientos deberá reemplazarse de inmediato.

014.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001 "Introducción".

014.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.01.001 "Introducción".

CAPITULO 3.01.04.015

CONSTRUCCION DE ESTACIONES

015.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de operaciones y trabajos necesarios que se realizan según lo indicado por el proyecto, para la construcción de las estaciones de las líneas subterráneas en túnel.

015.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Topografía para localización	3.01.04.003.E
Construcción de lumbreras con el método convencional	3.01.04.004.E
Excavación del túnel por métodos convencionales	3.01.04.005.E
Excavación del túnel con escudo	3.01.04.006.E
Ademes temporales con concreto lanzado	3.01.04.007.E
Ademes temporales con marcos de acero	3.01.04.008.E
Ademes temporales con anclaje	3.01.04.009.E
Revestimiento definitivo con concreto lanzado	3.01.04.010.E
Revestimiento definitivo con concreto colado en sitio	3.01.04.011.E
Revestimiento definitivo con elementos prefabricados	3.01.04.012.E
Mejoramiento del subsuelo natural	3.01.04.013.E
Instrumentación geotécnica para control de comportamiento	3.01.04.014.E
Acabados en estaciones	3.01.02.011.E
Señalamiento en estaciones	3.01.02.012.E
Muros ataguía colados en sitio	3.01.03.004.E
Abatimiento del nivel freático	3.01.03.006.E
Excavaciones del núcleo en el cajón	3.01.03.007.E
Construcción de la estructura del cajón	3.01.03.008.E
Rellenos	3.01.03.009.E
Plantillas	3.01.01.008.E
Estructuras de concreto reforzado	3.01.01.012.E
Estructuras de acero	3.01.01.014.E
Muros en edificaciones	3.01.01.016.E
Concreto hidráulico	4.01.01.002.G
Varillas de acero, corrugadas y lisas para refuerzo de concreto	4.01.01.005.A
Alambres y cables para concreto presforzado	4.01.01.005.B
Acero estructural	4.01.01.005.C
Madera para cimbras	4.01.01.008.A
Materiales metálicos para cimbras	4.01.01.008.B
Mezclas para inyección	4.01.01.025.A

015.E REQUISITOS DE EJECUCION

Los procesos constructivos, etapas, niveles, elevaciones, tipos de estructuras, dimensiones, refuerzo, periodos de ejecución y demás características serán fijados por el proyecto y/o de acuerdo a lo ordenado por el Representante.

Los procedimientos de construcción serán los indicados en cada etapa por el proyecto y deberán llevarse a cabo en lo que corresponda a los conceptos de trabajo mencionados en 015.B de este capítulo.

Salvo lo indicado por el proyecto y en vista de que en las estaciones del Metro se tienen túneles de secciones diferentes y zonas de intersecciones entre éstos, la excavación y construcción se podrá seguir con la secuencia que se indica en la fig 015-1.

a) Etapa A. Esta etapa corresponde a la excavación y construcción de la lumbrera, que se hará de acuerdo a la especificación 3.01.04.004.

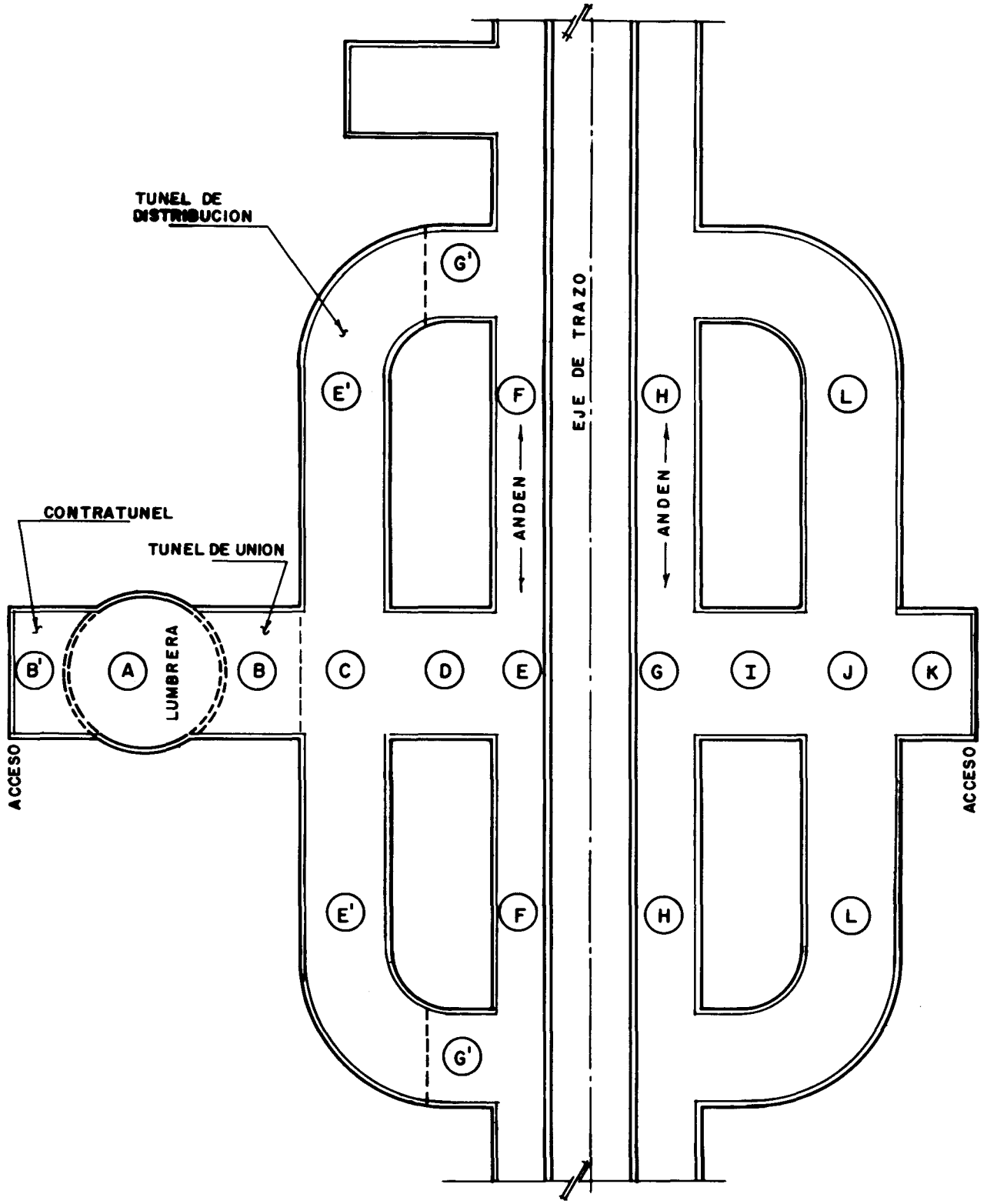


Fig 015-1 Secuencia de excavación y construcción en los túneles que constituirán las estaciones del Metro

b) Etapa B. Construida la lumbrera se deberá colar un emportalamiento en los sitios de salida de los túneles y posteriormente realizar la excavación y construcción del túnel de unión y/o del contratúnel, indicados en las etapas B y B', respectivamente.

c) Etapa C. Esta se localiza en la zona de intersección entre el túnel de unión y los túneles de distribución, en la cual durante la ejecución del túnel de unión se deberán construir las trabes de borde y el emportalamiento correspondiente, con el fin de dar salida a los túneles de distribución.

d) Etapa D. Construida la zona de intersección anterior, se continuará con la excavación y construcción del túnel de unión, correspondiente a la etapa D.

e) Etapa E. Esta etapa se localiza en la intersección del túnel de unión y la mitad del túnel de andén. Durante la ejecución de esta etapa, además de la excavación y construcción del túnel de unión, se deberá realizar la construcción de la trabe de borde y la colocación del emportalamiento correspondiente a la mitad del túnel de andén.

1. Simultáneamente a la ejecución de la etapa E, se podrán excavar y construir las etapas E', concernientes a los túneles de distribución hasta 5.0 m antes del paño exterior del andén.

2. Como otra alternativa, los túneles de distribución correspondientes a la etapa E' se podrán excavar en toda su longitud; pero será condición necesaria para que pase el túnel de andén que el túnel de distribución esté previamente revestido definitivamente.

f) Etapa F. Concluida la etapa E, con su respectiva trabe de borde y emportalamiento, se iniciará la excavación y construcción del túnel de andén en toda la longitud de la estación.

1. Durante la excavación y construcción del túnel de andén se deberá colocar el emportalamiento y construir la trabe de borde en los sitios de llegada de los túneles de distribución.

g) Etapa G. Esta etapa se ubica en la zona de intersección del túnel de unión con la mitad del túnel de andén y se realizará de la misma forma que se indicó para la etapa E.

1. Simultáneamente a la ejecución de la etapa G, podrá atacarse la etapa G' que corresponde al tramo restante del túnel de distribución.

h) Etapa H. Terminada la etapa G con su respectiva trabe de borde y emportalamiento, se proseguirá con la excavación y construcción del túnel de andén contrario en forma análoga a lo indicado para la etapa F.

i) Etapa I. En esta etapa se continúa la excavación y construcción del túnel de unión en el lado opuesto.

j) Etapa J. Realizado lo anterior, se atacará la zona de intersección entre el túnel de distribución del lado opuesto, lo cual deberá efectuarse en la misma forma que se indicó para la etapa C.

k) Etapa K. Cuando se haya construido la zona de intersección, se continuará con el tramo final del túnel de unión hasta encontrarse con el acceso opuesto.

l) Etapa L. Una vez terminado de construir el último tramo del túnel de unión, se procederá a excavar y construir los túneles de distribución opuestos, marcados como la etapa L.

m) A continuación se indica la relación de las etapas mostradas en la fig 015-1, con la zona o el túnel que le corresponde.

ETAPAS	CONCEPTOS
A	Lumbrera
B, D, I, K	Túnel de unión
B'	Contratúnel
C, J	Zona de intersección (túnel de unión con el túnel de distribución)
E, G	Zona de intersección (túnel de unión con túnel de andén)
E', G', L	Túnel de distribución
F, H	Túnel de andén

n) En caso de que el túnel de andén sea de una sola sección (sin columna), se anulan las etapas G y H.

015.E.01 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL TUNEL DE ANDEN DE LAS ESTACIONES

Podrá ser de dos formas: con una sección o formado mediante dos túneles auxiliares. Los túneles formados por una sección deberán apegarse a lo indicado en las especificaciones particulares; para el otro tipo de túnel de andén se ajustará a los siguientes lineamientos, excepto cuando el proyecto indique otro proceso:

a) La sección se atacará mediante dos túneles auxiliares ("A" y "B") de sección menor (fig 015-2).

b) Teniendo descubierta en el túnel de unión la sección del túnel "A" se iniciará el ciclo de trabajo: excavación de la sección, extracción de la rezaga, colocación del concreto lanzado y revestimiento definitivo, según las especificaciones correspondientes.

c) Concreto lanzado. Una vez terminada la colocación del revestimiento primario en toda la sección del túnel "A" se estará en posibilidad de iniciar el colado en una parte del revestimiento dejando las preparaciones necesarias para efectuar la liga estructural con el revestimiento definitivo del túnel "B".

d) Revestimiento definitivo. No se podrá iniciar la excavación del túnel "B", si no se ha colocado el revestimiento definitivo en el túnel "A" en toda

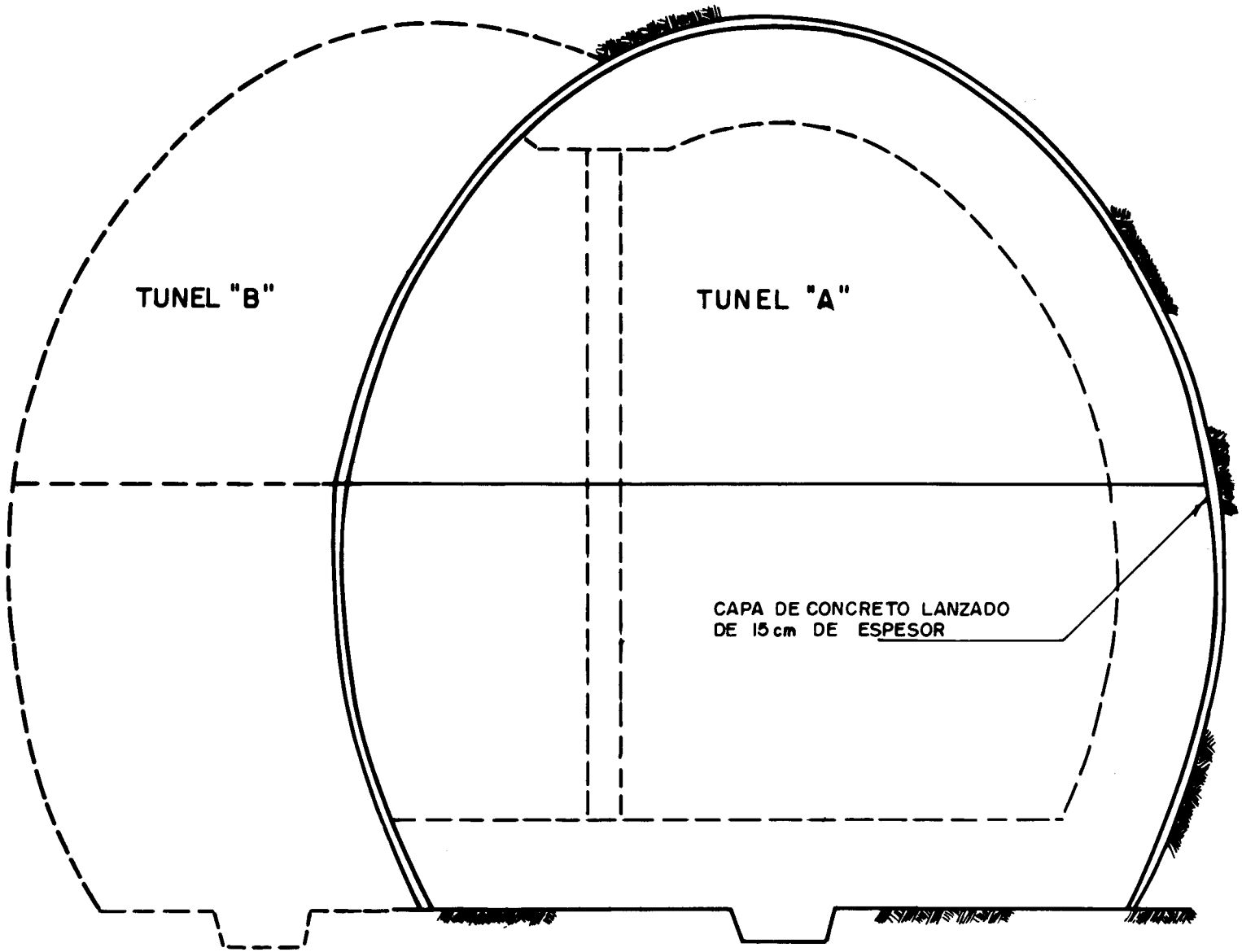


Fig 015-2 Sección de túnel en estaciones

la longitud del andén. La excavación del túnel "B" se realizará en el mismo sentido que el túnel "A".

e) Ciclo de trabajo túnel "B". El ciclo de trabajo requerido para la construcción del túnel auxiliar "B", será similar al del túnel "A" con excepción de la colocación de las anclas que se hará de acuerdo con lo que señale el proyecto y lo indicado por el Representante.

f) Procedimiento constructivo durante el colado del revestimiento definitivo en los túneles de andén "B" de las estaciones del Metro. Con relación al apuntalamiento que deberá instalarse en los túneles de andén "A" de las estaciones con columna al centro de la línea del Metro, antes de iniciar el colado del revestimiento definitivo del túnel de andén "B", se hará lo que se indica a continuación:

1. Deberán estar totalmente construidas las guarniciones y la losa de piso antes de que se coloque la cimbra en posición para colocar un nuevo tramo de revestimiento definitivo de túnel de andén "B".

2. Instalada la cimbra en el túnel de andén "B", deberá reforzarse la sección del túnel de andén "A", colocando pares de puntales de acero en la zona adyacente a la cimbra. La posición de estos puntales deberá ser tal que deberán quedar separados entre sí 3.00 m y 1.50 m de los límites de la cimbra y apoyados por un lado en la parte inferior de la columna y por otro en la zona donde se encuentran instalados los tensores, como se indica en la fig 015-3. A los puntales deberá aplicárseles una precarga de 294 kN (30 t).

3. Instalados los puntales en el túnel de andén "A" podrán retirarse los tensores que queden comprendidos en la zona adyacente a la cimbra que se coloque en el túnel de andén "B".

4. Los pares de puntales que se colocaron en el túnel de andén "A" podrán retirarse cuando el revestimiento definitivo de la sección de túnel adyacente a ésta haya alcanzado la resistencia que indique el proyecto. Este procedimiento deberá repetirse cuando la cimbra avance o cambie de posición.

Los detalles constructivos correspondientes a estructuras de concreto, estructuras metálicas, y demás instalaciones y acabados, podrán efectuarse de acuerdo con las especificaciones relativas a la sección 3.01.01 "Especificaciones para Edificación".

En la zona de accesos a las estaciones en túnel podrán seguirse los procedimientos descritos en la Sección 3.01.03 "Líneas Subterráneas en Cajón", respecto a la construcción de muros, ejecución de excavaciones, construcción de estructuras del cajón, colocación de rellenos y construcción de accesos subterráneos en cajón, según lo indicado en el proyecto.

015.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001 "Introducción".

015.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.01.001 "Introducción".

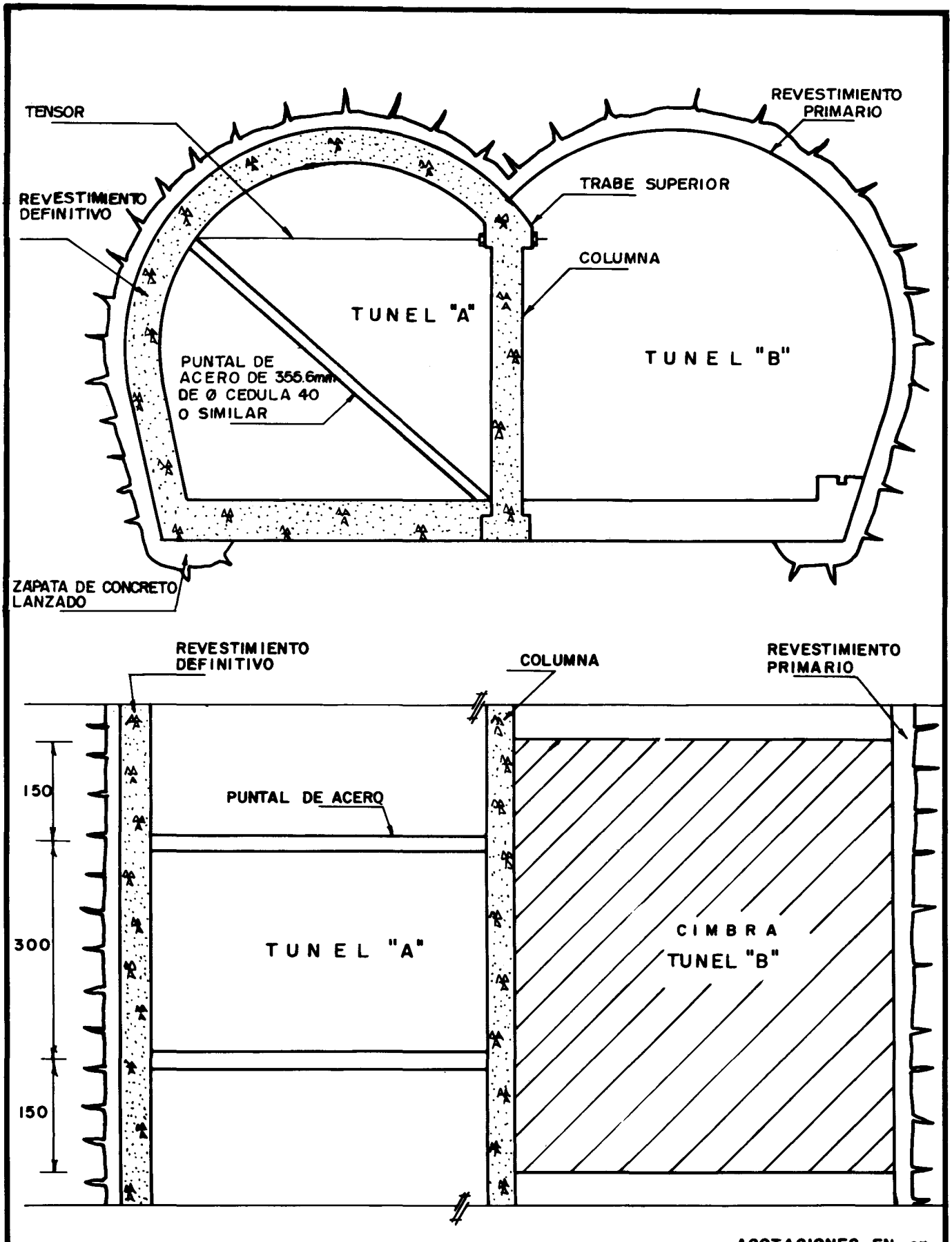


Fig 015-3 Instalación de tensores

CAPITULO 3.01.04.016

ACABADOS EN ESTACIONES

016.B REFERENCIAS

Véase 3.01.02.011 "Acabados en Estaciones" de líneas superficiales.

CAPITULO 3.01.04.017

SEÑALAMIENTO EN ESTACIONES

017.B REFERENCIAS

Véase 3.01.02.012 "Señalamiento en Estaciones" de líneas superficiales.

CAPITULO 3.01.04.018

LIMPIEZA

018.B REFERENCIAS

Véase 3.01.01.033 "Limpieza".

CAPITULO 3.01.05.001

INTRODUCCION

001.A ALCANCE

En esta sección se incluyen las Especificaciones de Construcción relativas a las líneas en estructuras elevadas que se construirán cumpliendo con lo establecido en el proyecto.

Las estaciones y los tramos tienen la característica de apoyarse en la parte superior de una estructura formada por zapatas de cimentación, columnas y trabes; a continuación se describen con fines ilustrativos, las partes más importantes que forman estas estructuras, las cuales podrán variar según los diseños que establezcan los proyectistas de la obra.

a) Cimentaciones

1. En la zona del lago, las cimentaciones se apoyarán en pilotes de fricción; en los planos de proyecto se indicará tipo, número, dimensiones y ubicación de los pilotes. Estos elementos se hincarán con equipo especializado hasta la profundidad de proyecto; cada pilote constará de dos o más tramos que se unirán formando una pieza continua para efectos de transmisión de carga al terreno.

2. En la zona de transición, las cimentaciones se apoyarán en pilotes de punta o en pilas; las características de estos apoyos se indicarán en los planos del proyecto.

3. Zapatas de cimentación. Son estructuras de concreto reforzado, formadas por losa y dado; en las zapatas que indique el proyecto se dejarán preparaciones en las cuatro esquinas para hincar futuros pilotes de control.

b) Columnas. Son elementos de apoyo que se construyen con concreto reforzado y acabado aparente.

c) Cimbra en trabes

1. Se podrá utilizar obra falsa a base de andamios, formados por estructura tubular, para cimbrar elementos en curvas, en claros cortos y en estaciones, y a base de estructuras metálicas para claros largos de longitud modulada, con facilidad de movimiento para cimbrado, descimbrado y transporte sobre ruedas metálicas.

2. Para el claro modulado, generalmente el molde metálico se compone de secciones soportadas por marcos localizados en los tercios del claro y en los lados de las columnas. El sistema permitirá que cuando se descimbre el cajón y se retiren las secciones de la obra falsa, los marcos centrales permanezcan cargando a la trabe hasta que se cumpla la especificación relativa a resistencias y etapas de presfuerzo.

d) Estructuras elevadas

1. Las trabes podrán ser construidas de concreto colado en el sitio, trabes precoladas de concreto reforzado y presforzado o trabes metálicas.

2. Las trabes de concreto generalmente son elementos con sección cajón, con nervaduras verticales; en algunos casos en el peralte se alojan cables para presforzado, en los cuales se efectúa el presfuerzo en dos etapas, aplicándolo en cada una de ellas simultáneamente por los extremos.

3. Las trabes descansan en las columnas sobre apoyos de diseño especificado en el proyecto.

4. La continuación o colocación de las trabes se ataca por frentes múltiples en forma independiente, ya que en la mayoría de los tramos las trabes se diseñan como libremente apoyadas en las columnas adyacentes.

5. Posteriormente, sobre las trabes se colocarán losas de concreto reforzado coladas en el sitio.

e) Faldones, muretes y parapetos. Para las instalaciones electromecánicas, en algunos casos el proyecto indica que se coloquen muretes para contener el balasto y formar junto con los parapetos precolados en los costados de las trabes, el hueco para alojar las charolas y los mandos eléctricos. La continuidad del piso entre trabes, se proyecta resolver mediante placas metálicas sujetas en un lado y libres en el otro.

f) Estaciones elevadas

1. La presencia de los andenes en las estaciones determina una estructura con una sección transversal más amplia que la de los tramos; esto incrementa la magnitud de las cargas que deben soportar las columnas y la cimentación, cuyas dimensiones en consecuencia, también varían para formar elementos más robustos y con mayor capacidad de carga.

2. En la mayoría de los casos los claros entre columnas se reducen con respecto a los de los tramos. De igual manera, en las estaciones las columnas son más robustas que en los tramos, para la misma ley de variación de su sección.

3. La construcción o colocación de las trabes de estación se realiza generalmente con el mismo procedimiento que en los tramos.

4. La necesidad de alojar los andenes integralmente a la sección de las trabes, origina que se tenga una sección diferente a las demás, razón por la cual puede ser necesario cimbrar en su totalidad, a base de estructura tubular, cada estación elevada.

5. El cuerpo central de la estación se complementa con pasarelas elevadas de acceso y vestíbulos de recepción, colocados a ambos lados de la línea, en edificios diseñados ex profeso; los cambios de andén en la estación se construyen mediante un pequeño puente para cruzar de un andén al otro, por encima del paso de los trenes.

g) Acabados en estaciones. Los acabados podrán variar de acuerdo con lo indicado en el proyecto.

h) Señalamiento en estaciones. En las estaciones se tienen las siguientes señales: preventivas, restrictivas e informativas, las cuales se colocarán en los canales de señalización, en láminas plásticas, láminas metálicas, en anuncios en franjas en el piso, en barandillas, etcétera.

Para precisar el significado de algunos términos empleados en esta sección, se han formulado las definiciones de términos contenidas en el Libro 1 "Generalidades y terminología .

001.B REFERENCIAS

Véase 3.01.01.001.B "Referencias" de este Libro.

001.C MATERIALES

Véase 3.01.01.001.C "Materiales" de este Libro.

001.D EQUIPO

Véase 3.01.01.001.D "Equipo" de este Libro.

001.E REQUISITOS DE EJECUCION

Véase 3.01.01.001.E "Requisitos de ejecución" de este Libro.

001.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001.F "Sistema de medición" de este Libro.

001.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.01.001.G "Conceptos de obra y bases de pago" de este Libro.

CAPITULO 3.01.05.002

ADAPTACION DE LAS AREAS DE TRABAJO

002.B REFERENCIAS

Véase 3.01.01.002 de estas Especificaciones.

CAPITULO 3.01.05.003

TOPOGRAFIA PARA LOCALIZACION

003.B REFERENCIAS

Véase capítulo 3.10 del Libro Tercero de las NGC-DDF.

CAPITULO 3.01.05.004

PILOTES Y PILAS

004.B REFERENCIAS

Véanse capítulos 3.01.01.006 y 3.01.01.007 de estas Especificaciones.

CAPITULO 3.01.05.005

EXCAVACIONES

005.B REFERENCIAS

Véase 3.01.01.005 de estas Especificaciones.

CAPITULO 3.01.05.006

ESTRUCTURAS DE CIMENTACION

006.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de trabajos y operaciones necesarios para la construcción de la estructura y cimentación; la función de la cimentación será la de transmitir, al terreno en que se encuentra desplantada, las cargas correspondientes que sobre ella actúan, incluyendo su peso propio, de acuerdo a lo indicado en el proyecto.

006.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Adaptación de las áreas de trabajo	3.01.01.002.E
Trazos y nivelaciones	DDF 3.10.E
Introducción	3.01.01.005
Excavaciones para estructuras	3.01.01.005.E
Pilotes	3.01.01.006.E
Pilas	3.01.01.007.E
Plantillas	3.01.01.008.E
Rellenos en estructuras	3.01.01.011.E
Estructuras de concreto reforzado	3.01.01.012.E
Aditivos para concreto	4.01.01.002.D
Líquidos para curado de concreto	4.01.01.002.E
Concreto hidráulico	4.01.01.002.G
Varillas de acero, corrugadas y lisas para refuerzo de concreto	4.01.01.005.A
Materiales para cimbra	4.01.01.008. A y B

006.E REQUISITOS DE EJECUCION

Las estructuras de cimentación de concreto reforzado se construirán de acuerdo con las dimensiones, niveles, partes, procedimiento de ejecución, refuerzo y demás características fijadas en el proyecto, y deberán cumplir con los requisitos de cimbra, acero de refuerzo, concreto y tolerancias establecidas en el capítulo 3.01.01.012 de estas Especificaciones; se ajustarán además a los siguientes lineamientos:

a) Cuando así lo indique el proyecto, el acero de refuerzo de los pilotes deberá fijarse al armado de las zapatas de cimentación para lo cual será necesario demoler la parte superior de los pilotes hasta el nivel de desplante de la zapata, a fin de lograr una adecuada continuidad estructural entre ambos elementos.

b) La plantilla para recibir la cimentación será de concreto pobre con el espesor indicado en el proyecto, con una resistencia a la compresión de $f_c' = 9.8$ MPa (100 kg/cm^2), con tamaño máximo del agregado de 38 mm (1 ½ pulg) y con aditivo acelerante de fraguado. Deberán respetarse los periodos entre el colado de la plantilla y el colado de la zapata.

c) Concreto. Deberá ser premezclado, elaborado en planta, del grado de calidad "A" y deberá satisfacer los requisitos de resistencia indicados en los planos constructivos, además de los siguientes:

1. La elaboración, muestreo y pruebas del concreto deberán cumplir con los requisitos de calidad establecidos en 4.01.01.002.G.
2. El aditivo que se emplee deberá ser el indicado en el proyecto y aprobado por el Representante.
3. El revenimiento del concreto al ser colocado deberá ser de 10 cm con una tolerancia de ± 2.5 cm, excepto cuando en el proyecto se indique otro valor.
4. El tamaño máximo del agregado será de 19 mm (3/4 pulg), excepto cuando se indique otro tamaño.
5. Se utilizarán vibradores de inmersión para consolidar el concreto.
6. El curado del concreto deberá ser con productos que formen membranas.

Conforme a lo indicado en el proyecto, se dejarán las preparaciones necesarias para colocar futuros pilotes de control en las zapatas de cimentación.

006.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.001.F de "Introducción".

006.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.01.001.G de "Introducción".

CAPITULO 3.01.05.007

COLUMNAS DE CONCRETO REFORZADO

007.A DESCRIPCION

Las columnas de concreto reforzado son elementos estructurales que sirven como apoyo a la superestructura de la línea elevada, y cuya función es la de transmitir las cargas a la cimentación.

007.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Trazos y nivelaciones	DDF 3.10.E
Apoyos para puentes	DDF 3.27.E
Estructuras de concreto reforzado	3.01.01.012.E
Estructuras de cimentación	3.01.05.006.E
Estructuras elevadas de concreto reforzado y presforzado	3.01.05.008.E
Aditivos para concreto	4.01.01.002.D
Líquidos para curado de concreto	4.01.01.002.E
Concreto hidráulico	4.01.01.002.G
Varillas de acero, corrugadas y lisas para refuerzo de concreto	4.01.01.005.A
Maderas para cimbras	4.01.01.008.A
Materiales metálicos para cimbras	4.01.01.008.B
Apoyos laminados de neopreno y acero	4.01.01.009.A

007.E REQUISITOS DE EJECUCION

Las columnas se construirán de acuerdo con las dimensiones, procedimiento de ejecución, niveles y elevaciones, colocación y anclaje del acero de refuerzo, acabado y demás características que se indiquen en el proyecto. Además, deberán ajustarse a los lineamientos indicados en el capítulo 3.01.01.012 de estas Especificaciones.

007.E.01 CIMBRAS

a) Deberá utilizarse cimbra cuyas uniones entre sí estén construidas de tal manera que aseguren un ensamble estanco, sin posibilidad de fugas de lechada durante el colado. Su rigidez deberá asegurar la obtención de superficies perfectamente planas, sin ninguna ondulación y deberá ser ensamblada de manera tal, que pueda ser quitada sin martillar o palanquear sobre el concreto.

b) La calidad de la cimbra estará sujeta a la aprobación del Representante y el número de usos será proporcional a la calidad de sus materiales y su fabricación. El Representante podrá disminuir el número de usos de la cimbra dependiendo del maltrato y deterioro que presente.

c) La superficie de la cimbra deberá recibir una aplicación de desmoldante que garantice que el concreto no quedará manchado de ninguna manera. No se permitirá el uso de aceites quemados o diesel. El producto desmoldante deberá ser aprobado por el Representante, debiéndose seguir las instrucciones del fabricante para su aplicación y rendimiento.

007.E.02 CONCRETO

a) El concreto que se emplee en la construcción de las columnas deberá ser premezclado, con grado de calidad "B" y deberá satisfacer los requisitos de resistencia indicados en los planos constructivos correspondientes.

b) La elaboración, muestreo y pruebas del concreto deberán cumplir con lo establecido en 4.01.01.002.G.

c) La resistencia del concreto, el tamaño máximo del agregado y el revenimiento, deberán ser los indicados en los planos de proyecto.

d) Se deberá emplear en la mezcla de concreto, un aditivo reductor de agua para obtener una fluidez suficiente que permita la colocación del concreto mediante bombeo.

e) La colocación del concreto mediante bombeo deberá hacerse de manera uniforme dentro de la cimbra, sin caída mayor de 60 cm, en capas horizontales sucesivas sin que la subyacente inicie su fraguado inicial, sino que deberá encontrarse en estado plástico. El bombeo deberá hacerse sin ninguna interrupción con concreto proveniente de una misma planta y agregados de un mismo banco, para evitar cambios de color.

f) El concreto se compactará por medio de vibradores de tipo neumático o eléctrico, hasta que se ex-

pulse el aire atrapado y cierre adecuadamente contra la superficie de la cimbra, conservando siempre el vibrador en posición vertical, penetrando la cabeza vibradora aproximadamente 5 cm en la capa subyacente y evitando todo contacto con la cimbra.

g) Deberán entregarse superficies perfectamente planas, de color uniforme, sin ondulaciones, sin cavidades superficiales producidas por el escape de burbujas de aire, ni juntas de colado. Las aristas y chaflanes no tendrán rebabas y estarán perfectamente rectas y perfiladas.

007.E.03 TOLERANCIAS

Salvo lo indicado en el proyecto, las tolerancias en la construcción de las columnas podrán ser las siguientes:

a) Las dimensiones de cualquier sección transversal no diferirán de las de proyecto en más de 0.05 t + 10 mm, o en menos de 0.03 t + 3 mm; donde t es la dimensión para la que se considera la tolerancia, en milímetros.

b) Los ejes de la sección transversal de una columna en el desplante, no distarán de los del trazo en más de 0.01 t + 10 mm, donde t es la dimensión de la sección de la columna, perpendicular al eje de que se trate, en milímetros

c) El desplome de una columna o el efecto combinado de excentricidad y desplome no excederá de 0.02 t + 10 mm, donde t es la dimensión de la columna, perpendicular al eje desplomado, en milímetros.

d) Las tolerancias en los niveles y en cualquier otra sección serán las indicadas por el proyecto.

007.E.04 ACABADO

Salvo lo indicado en el proyecto, el terminado de las superficies de acabado de las columnas deberá ser de acuerdo con lo siguiente:

a) El terminado de aristas, chaflanes y buñas, así como la superficie de los elementos de concreto de acabado "espejo", deberá estar perfectamente perfilado, recto, plano y limpio.

b) En caso de protuberancias, éstas deberán rebabearse. Las oquedades deberán limpiarse con cepillo duro y resanarse con mortero, con el tipo de arena y cemento empleado en el colado de los elementos para lograr homogeneidad en el color.

c) En caso de suciedad por tierra o polvo deberá lavarse con agua limpia o con una solución limpiadora. Para manchas de óxido se cepillará con una solución de una parte de citrato sódico y seis partes de agua. En el caso de manchas de lápiz, bolígrafos o grasas se empleará una solución al 8 por ciento de ácido oxálico y para manchas de tinta una solución al 10 por ciento de ácido fosfórico. Las manchas producidas por el desmoldante empleado en la cimbra deberán ser removidas totalmente con un producto adecuado indicado por el fabricante del producto desmoldante.

d) Las piezas de plástico de los separadores de la cimbra que se encuentren embebidas en el concreto, podrán permanecer en su lugar si se encuentran perfectamente a paño con el concreto. En el caso de piezas metálicas que sobresalgan del paño del concreto, deberán ser removidas. En ambos casos si la superficie del concreto adyacente se encuentra deteriorada, deberá ser resanada conforme a lo indicado en 007.E.02.b de este capítulo.

007.E.05 PREPARACIONES SOBRE LA BASE SUPERIOR DE LAS COLUMNAS

Una vez construidas las columnas, se procederá a colocar apoyos de neopreno u otro producto similar de acuerdo con lo fijado en el proyecto y ajustándose a los siguientes requisitos:

a) La forma, dimensiones y número de capas de neopreno y de acero que formen los apoyos a emplearse en las estructuras, se mostrarán en los planos constructivos correspondientes.

b) Deberá verificarse la calidad de los apoyos laminados de neopreno y acero, de acuerdo con los requisitos indicados en el capítulo 4.01.01.009 de estas Especificaciones.

c) Las placas de neopreno se colocarán sobre mortero de cemento-arena en proporción 1:2, con aditivo estabilizador de volumen, el cual tendrá el espesor indicado en el proyecto. Este mortero se colocará sobre una superficie picada y limpia, para que el mortero penetre y tenga la adherencia con el concreto de la columna.

007.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001 F de "Introducción".

007.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.01.001.G de "Introducción".

CAPITULO 3.01.05.008

ESTRUCTURAS ELEVADAS DE CONCRETO REFORZADO Y PRESFORZADO

008.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de operaciones y trabajos para la construcción de la suprestructura, trabes y losas de concreto reforzado y presforzado, de acuerdo con las dimensiones, elevaciones y demás características que se fijen en el proyecto.

008.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Trazo y nivelaciones	DDF 3.10.E
Estructuras de concreto reforzado	3.01.01.012.E
Estructuras de concreto presforzado	3.01.01.013.E
Señalamientos	3.01.07.012.E
Seguridad	3.01.07.013.E
Agregados para concreto	4.01.01.002.B
Aditivos para concreto	4.01.01.002.D
Líquidos para curado de concreto	4.01.01.002.E
Concreto hidráulico	4.01.01.002.G
Alambres y cables para concreto presforzado	4.01.01.005.B
Acero estructural	4.01.01.005.C
Maderas para cimbras	4.01.01.008.A
Materiales metálicos para cimbras	4.01.01.008.B

008.E REQUISITOS DE EJECUCION

008.E.01 CIMBRAS

a) Las obras falsas o moldes de las cimbras se construirán cumpliendo con lo señalado en el proyecto y además se ajustarán a los lineamientos indicados en 3.01.01.012 de estas Especificaciones. La cimbra podrá ser tubular o estructural.

b) Antes de proceder a colocar la cimbra, se deberá proporcionar un mejoramiento a la superficie de apoyo de la cimentación de la cimbra cumpliendo con lo establecido en el proyecto y con los requisitos siguientes:

1. Se deberán retirar los árboles de la zona en donde se efectuará la cimentación que servirá de apoyo a la cimbra.

2. Para el caso de los cruces con avenidas transversales al eje del Metro, la cimbra que deberá utilizarse será del tipo tubular apoyada directamente sobre el pavimento, con objeto de no efectuar ninguna excavación ni romper los pavimentos; sin embargo, se deberán detectar previamente las instalaciones subterráneas existentes y sus profundidades, a fin de evitar que las que se localicen muy superficiales puedan resultar dañadas.

3. El procedimiento constructivo para la cimentación de la cimbra será en cada caso señalado por el proyecto.

c) Excepto que el proyecto indique lo contrario, la cimbra para la losa inferior y la parte exterior de las trabes deberá ser metálica; tanto para la losa superior, como para los diafragmas interiores y las caras no expuestas de las trabes, se podrá usar cimbra de madera.

d) Nivelación de la cimbra. Con el fin de conocer los movimientos que se presenten antes de instalar la cimbra y después de coladas las trabes, será necesario colocar bancos de nivel superficial que servirán de apoyo a las nivelaciones realizadas para tal efecto. En general deberá cumplirse con lo siguiente:

1. La ubicación de los bancos de nivel será fijada por el proyecto.

2. Antes de iniciar el colado de las trabes se revisarán los niveles de la parte superior de la cimbra antes y después de colocado el armado, y se procederá en caso necesario a restituir los niveles de proyecto.

3. La frecuencia de las lecturas de los bancos superficiales será la señalada en el proyecto.

e) Antes del vaciado de la mezcla de concreto, se deberá verificar lo siguiente:

1. Apoyo suficiente de los soportes verticales, de acuerdo con las condiciones del suelo.

2. Localización, número adecuado y verticalidad de puntales. Apoyo de éstos sobre rastras y

cuñas de ajuste, las cuales no deberán estar sueltas.

3. Atiesamiento lateral y diagonal de puntales y marcos. Empalmes y traslapos de pies derechos, largueros, madrinas y puntales. Firmeza de los costados por medio de yugos, separadores y barrotes.

4. Apuntalamiento de pisos inferiores en su caso. Los puntales de pisos superiores coincidirán con los de los inferiores en la misma vertical, hasta llegar al suelo.

5. Estructuración adecuada de la obra falsa para resistir presiones laterales del viento, o vibraciones por cargas móviles.

6. Alineamientos, niveles y dimensiones, de acuerdo con las tolerancias marcadas en el proyecto.

7. Limpieza y estanqueidad de las formas.

8. Acero de refuerzo y presfuerzo colocado en la posición indicada en los planos de proyecto.

9. Humedecimiento de la cimbra de madera inmediatamente antes del vaciado de la mezcla de concreto.

008.E.02 ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

Cumplirán con los lineamientos establecidos en el capítulo 3.01.01.012 de estas Especificaciones.

008.E.03 ESTRUCTURAS DE CONCRETO PRESFORZADO

Cumplirán con los lineamientos establecidos en el capítulo 3.01.01.013 de estas Especificaciones.

008.E.04 PRUEBAS DE CARGA EN TRABES ELEVADAS

a) Para realizar una prueba de carga en estructuras elevadas, de acuerdo con la condición de carga ante la cual se desee verificar la seguridad, se seleccionará la forma de aplicación de la carga de prueba y la zona de la estructura sobre la cual se aplicará.

b) Previamente a la prueba se someterá a la aprobación del Representante el procedimiento de carga y el tipo de datos que se recabarán en dicha prueba, tales como deflexiones, vibraciones y agrietamientos.

c) Las pruebas de carga se realizarán de acuerdo con lo indicado en el proyecto y tomando en cuenta las disposiciones del capítulo LVI, Artículo 360, del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.

d) En caso de resultados dudosos en las pruebas de especímenes de concreto y deficiencias en los procedimientos de construcción, y considerando otras características importantes en el funcionamiento de las trabes de la estructura elevada, se podrá elegir a juicio del Representante el elemento estructural que se someterá a la prueba de carga.

008.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001.F de "Introducción"

008.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.01.001.G de "Introducción"

CAPITULO 3.01.05.009

TRABES DE ACERO

009.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de operaciones que tiene por objeto definir las condiciones que debe satisfacer el montaje, armado y los suministros del acero estructural, atiesadores, ángulos, acero de presfuerzo, electrodos para soldadura, mortero de inyección y concreto complementario, que servirán para construir las trabes de acero de las estructuras de la línea elevada.

009.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Estructuras de concreto reforzado	3.01.01.012.E
Estructuras de concreto presforzado	3.01.01.013.E
Estructuras metálicas	DDF 4.14.E
Electrodos y varillas para soldadura	DDF 5.18
Columnas de concreto reforzado	3.01.05.007.E
Estructuras elevadas de concreto reforzado y presforzado	3.01.05.008.E
Concreto hidráulico	4.01.01.002.G
Varillas de acero, corrugadas y lisas para refuerzo de concreto	4.01.01.005.A
Alambres y cables para concreto presforzado	4.01.01.005.B
Acero estructural	4.01.01.005.C
Varillas y electrodos para soldadura	4.01.01.005.N
Maderas para cimbra	4.01.01.008.A
Pinturas anticorrosivas	4.01.01.022.A
Pintura de acabado	4.01.01.022.B
Recubrimiento de superficies con pintura	3.01.01.028.E
Señalamientos	3.01.07.012.E
Seguridad	3.01.07.013.E

009.C MATERIALES

El acero empleado en las trabes de acero postensadas deberán cumplir con los requisitos siguientes:

a) El constructor deberá entregar al Representante los resultados de los análisis químicos de los lingotes efectuados en la acería después de cada colada para fundamentar el cumplimiento de las especificaciones.

b) El acero de los atiesadores, ángulos de diafragmas, placas, accesorios metálicos y tensores deberá cumplir con los requisitos de calidad establecidos en la cláusula 4.01.01.005.C, para acero cuya desigación se refiera a la norma NOM B-254 (ASTM A-36).

c) El acero de refuerzo deberá satisfacer los requisitos enunciados en 4.01.01.005.A

d) El acero estructural será de calidad NOM B-282 (ASTM A-242) y deberá cumplir con los requisitos establecidos en 4.01.01.005.C.

e) El acero de presfuerzo deberá cumplir con los requisitos químicos para contenidos de fósforo y azufre establecidos en 4.01.01.005.B. Además deberá cumplir con los requisitos de tensión siguientes:

1. Los tipos de acero de presfuerzo serán los siguientes (ASTM A-421):

   1.1 Tipo BA. Es el alambre de acero al cual se le deforma en frío la punta para anclarlo y estirarlo.

   1.2 Tipo WA. Es el alambre de acero que se ancla por medio de mordazas para estirarlo, al cual no se le deforma la punta.

2. Las tablas 009-1 y 009-2 muestran los requerimientos de tensión que deben cumplir los tipos de acero BA y WA.

Tabla 009-1. Resistencia mínima a la tensión

Diámetro nominal, en mm	Esfuerzo a la tensión, en MPa (kg/cm²)	
	Tipo BA	Tipo WA
4.88		1692 (17 250)
4.98	1623 (16 550)	1692 (17 250)
6.35	1623 (16 550)	1623 (16 550)
7.01	1589 (16 200)	1589 (16 200)

Tabla 009-2. Resistencia mínima a la tensión

Diámetro nominal, en mm	Esfuerzo inicial, en MPa (kg/cm²)	Esfuerzo mínimo para alargamiento del 1%, en MPa (kg/cm²)	
		Tipo BA	Tipo WA
4.88	196 (2 000)		1437 (14 650)
4.98	196 (2 000)	1380 (14 070)	1437 (14 650)
6.35	196 (2 000)	1380 (14 070)	1380 (14 070)
7.01	196 (2 000)	1350 (13 770)	1350 (13 770)

f) El acero de refuerzo será del grado 42 y tendrá un límite elástico mínimo de 406 MPa (4200 kg/cm²).

Los materiales adicionales para la construcción o colocación de las trabes de acero, deberán cumplir con lo que especifique el proyecto en cada caso y lo indicado por el Representante, de acuerdo con los requisitos establecidos en el capítulo 4.01.01.005 de estas Especificaciones.

009.E REQUISITOS DE EJECUCION

La forma y dimensiones de los elementos que forman las trabes de acero, así como los detalles de colocación, los dispositivos de anclaje y demás operaciones que se requieran para su construcción e instalación, se sujetarán a lo establecido en el proyecto. Adicionalmente deberán cumplir con los lineamientos establecidos en el capítulo 4.14 referente a estructuras metálicas de las NGC-DDF.

009.E.01 TRABES DE ACERO POSTENSADO

Cuando así lo indique el proyecto, las trabes de acero postensado se ajustarán a los siguientes requisitos:

1. Los miembros estructurales metálicos serán unidos por medio de soldadura y deberán ser rectos, sin torceduras ni dobleces locales y sus uniones deberán quedar adecuadamente terminadas.

2. Los miembros sujetos a compresión no tendrán una variación lateral mayor de 1/1000 de la longitud axial entre los puntos que han de quedar lateralmente soportados.

3. La máxima discrepancia de longitud permitida en miembros cepillados será de 1.0 milímetro.

4. En piezas no cepilladas en sus extremos, la tolerancia en longitud será de 1.5 mm cuando la longitud no exceda de 10.0 m; se incrementará hasta 3.0 mm, cuando la longitud sobrepase de esta cifra.

b) Identificación. Al salir de la fábrica, todas y cada una de las piezas irán debidamente marcadas de acuerdo a los planos de montaje correspondientes.

c) Recubrimiento con pintura

1. Después de inspeccionar y aprobar las piezas, se eliminarán todas las escamas, óxidos y escorias. Con excepción de todos los miembros que irán ahogados en concreto, se aplicará una mano de pintura anticorrosiva, de manera uniforme sobre las superficies; la pintura deberá penetrar en todos los espacios abiertos.

2. Cuando se requiera soldar en campo, se eliminará la pintura en una zona de 50 mm alrededor de la parte por soldar, que deberá repintarse posteriormente.

3. En piezas que después del montaje sean inaccesibles, se darán dos manos de pintura anticorrosiva o con algún otro material o procedimiento que proporcione protección equivalente. La pintura anticorrosiva deberá cumplir con los requisitos de calidad de la cláusula 4.01.01.022.B de estas Especificaciones.

d) Requisitos de montaje

1. Deberá emplearse equipo apropiado que ofrezca la más completa seguridad durante el transporte y erección, y se adoptarán las precauciones pertinentes para no producir esfuerzos excesivos.

2. Conexiones temporales. Durante la etapa de montaje, conforme vaya progresando el armado de la estructura, deberán sostenerse individualmente o ligarse entre sí con uniones de montaje los diferentes miembros que constituyen la estructura, de tal manera que se asegure la estabilidad del conjunto y los alineamientos necesarios para esperar a que se hagan las conexiones definitivas.

3. Alineamiento y nivelación

— En el transporte y montaje de las estructuras deberán tomarse las precauciones necesarias para que no se maltraten las piezas que la componen; en caso de torceduras deberán volverse a enderezar las piezas antes de montarse y cumplir las mismas tolerancias que en trabajos en taller, las que estarán definidas por el proyecto.

— Antes de efectuar las soldaduras permanentes deberá verificarse la horizontalidad y la alineación.

— Los elementos con errores en alineación o verticalidad no mayores de 1/500 se considerarán aceptables. En ningún caso se aceptarán faltas de alineación que impidan el funcionamiento correcto de las juntas.

4. Tolerancias en el montaje

— Las soldaduras de filete entre dos piezas deberán hacerse estando en contacto, permitiéndose una separación máxima entre ellas de 2 mm. Los filetes requeridos en los planos se incrementarán en una cantidad igual a la separación entre los planos.

— En piezas a tope se permitirá un error máximo en la alineación de 1/10 del espesor de la más delgada de las piezas por unir, pero nunca mayor de 3 milímetros.

5. Soldaduras en campo. La estructura deberá limpiarse con un cepillo de alambre para retirar la pintura en una zona de 50 mm alrededor de la parte por soldar, la cual deberá pintarse posteriormente con el mismo acabado y tipo de pintura.

e) Electrodos. Todas las soldaduras deberán cumplir con los requisitos establecidos en 4.01.01.005.N y se usarán electrodos de la serie E-70 o sea de 70 000 lb/pulg.^{2}; es decir 483 MPa (49.2 kg/cm^2) de resistencia a la tensión.

f) Postensado. El tensado de los cables longitudinales se efectuará por ambos extremos simultáneamente, una vez terminado el montaje de la estructura y antes de soldar las diagonales del contraventeo inferior y de colar la losa de concreto. La secuencia del tensado de los cables de las trabes será en las etapas que señale el proyecto.

g) Lechada de inyección. Será de las características señaladas en el proyecto y se inyectará en todos los ductos con una presión de 776 a 981 kPa (8 a 10 kg/cm^2). Se deberá verificar que los ductos estén adecuadamente unidos con soldadura y que la lechada los llene completamente en toda su longitud.

h) Características de los equipos

1. Los gatos deberán estar equipados con manómetros, los cuales se calibrarán antes de la primera etapa de tensión y después de cada etapa subsiguiente y tendrán una capacidad mínima de 2746 kN (280 t).

2. Se dispondrá de las gráficas esfuerzo-deformación de los alambres proporcionadas por el fabricante, de acuerdo con la norma ASTM A-421.

3. Las bombas para la inyección de la lechada tendrán una capacidad mínima de presión de de 981 kPa (10 kg/cm^2) y contarán con manómetros de la misma capacidad.

i) Características del concreto del colado complementario. La elaboración, colocación y calidad del concreto que se utilice para los colados complementarios deberá cumplir con la calidad de los materiales, la elaboración, transporte, colocación, acabado y curado del concreto fijado en el proyecto, ajustándose a los lineamientos del capítulo 3.01.01.013.

009.E.02 PROTECCION ANTICORROSIVA DE LA ESTRUCTURA METALICA

a) La protección contra la corrosión de la estructura metálica se realizará por medio de un esmalte alquidálico brillante a base de resina alquidálica y pigmentos, el cual servirá para aislarla del medio a que estará expuesta durante su vida útil, y de esta manera asegurar su adecuado funcionamiento.

b) La pintura deberá cumplir con los requisitos de calidad establecidos en la cláusula 4.01.01.022.B de estas Especificaciones.

c) Todas las superficies donde se aplicará el recubrimiento anticorrosivo, deberán estar perfectamente limpias y libres de óxidos, grasas, aceites u otras impurezas. Podrán ser limpiadas con chorros de arena a presión, con disolventes orgánicos adecuados o por medio de cepillos con cuerdas de alambre metálico, a condición de que las superficies queden totalmente libre de impurezas.

009.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001.F de "Introducción".

009.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.01.001.G de "Introducción".

CAPITULO 3.01.05.010

IMPERMEABILIZACION DE TRABES DE CONCRETO PRESFORZADO

010.A DESCRIPCION

Se describe la aplicación y colocación de materiales y productos impermeabilizantes, con objeto de preservar de humedades, transmisiones del agua o de otros líquidos a las estructuras presforzadas que forman las líneas elevadas, y así evitar la corrosión en el acero de presfuerzo.

010.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Trazos y nivelaciones	DDF 3.10.E
Rellenos, entortados, enladrillados y chaflanes	DDF 4.76.E
Impermeabilización en azoteas	DDF 4.80.E
Impermeabilización en estructuras	3.01.03.013
Estructuras de concreto reforzado y presforzado	3.01.05.008.E
Trabes de acero	3.01.05.009.E
Señalamientos	3.01.07.012.E
Seguridad	3.01.07.013.E
Morteros para albañilería	4.01.01.003.H
Membranas preformadas	4.01.01.019.G

010.E REQUISITOS DE EJECUCION

010.E.01 TRABAJOS DE IMPERMEABILIZACION DE LAS ESTRUCTURAS DE LAS LINEAS ELEVADAS

Se observará, en términos generales, lo siguiente:

a) En cada caso el proyecto indicará el tipo y la calidad de los materiales que se empleen.

b) El proyecto señalará los elementos o sus partes, lugares y la forma en que deberá ejecutarse la impermeabilización.

c) Previamente a la ejecución de los trabajos de impermeabilización, se protegerá adecuadamente el resto de la obra, para evitar daños a ella. El manejo de los materiales deberá efectuarse con las precauciones necesarias, debiéndose seguir las instrucciones del fabricante para su aplicación y rendimiento.

d) Cualquier producto o material que se desee emplear en la impermeabilización, deberá ser aprobado por el Representante.

010.E.02 REQUISITOS GENERALES EN LA IMPERMEABILIZACION DE LAS TRABES DE LA ESTRUCTURA ELEVADA

Salvo lo indicado por el proyecto, la impermeabilización de las trabes deberá ajustarse a los lineamientos siguientes:

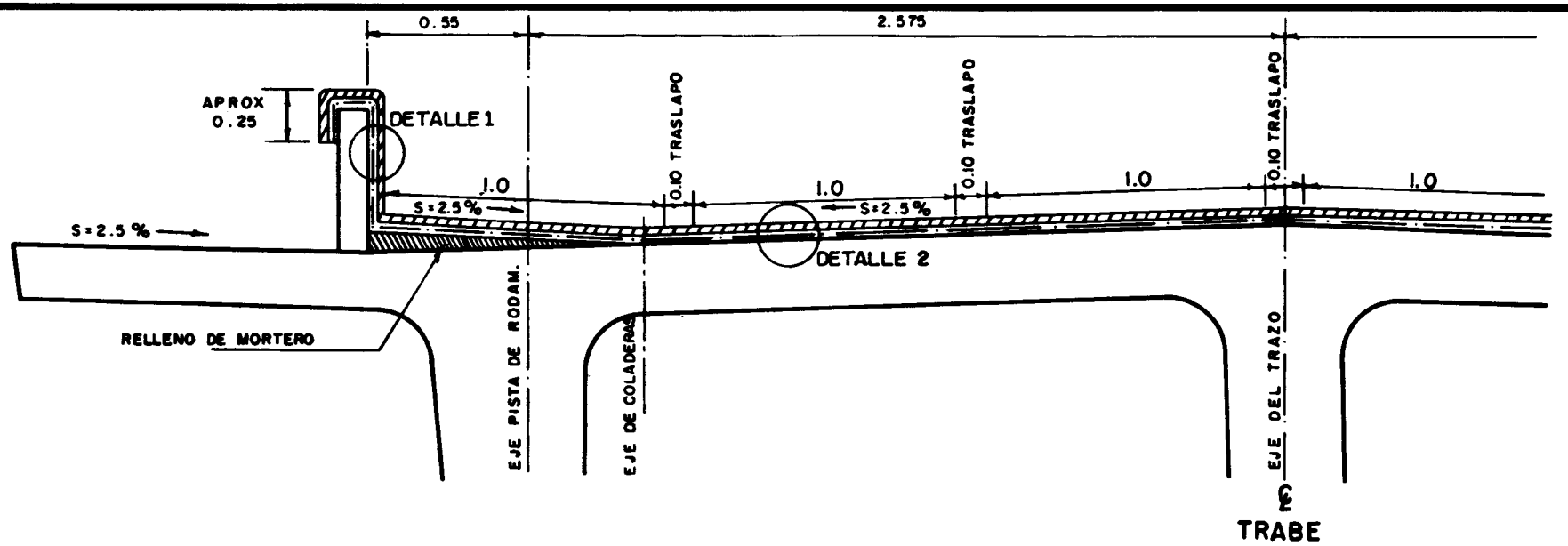
a) La superficie sobre la que se colocará el impermeabilizante, no deberá presentar protuberancias locales, aristas ni oquedades notables a la vista; tampoco deberán observarse varillas, tubos, clavos o salientes que pudieran causar daño a la capa impermeabilizante; deberá estar libre de todo material extraño y además se retirará el polvo que pudiera haberse acumulado en ella mediante sopleteado con aire comprimido.

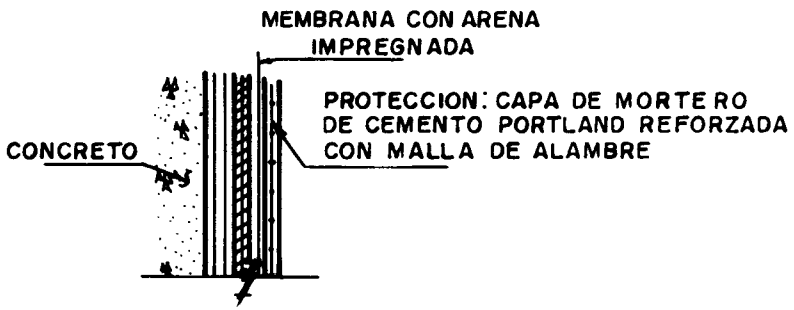
b) La membrana impermeable se colocará sobre las trabes y muretes en franjas con el sentido longitudinal de la estructura, iniciando en las orillas y avanzando hacia el centro en sentido transversal, realizando sus traslapos de manera que las partes sobrepuestas no ofrezcan ningún obstáculo al escurrimiento del agua sobre ellas, sino por el contrario lo faciliten. Estos traslapos deberán tener no menos de 10 cm de ancho y deberán ser soldados a fuego para lograr la íntima liga entre las dos capas traslapadas (fig 010-1).

c) Donde sea necesario hacer traslapos en el sentido transversal de las trabes, éstos se efectuarán también soldando a fuego las capas a unir, en un ancho no menor de 10 cm y de tal manera que los traslapos faciliten el flujo del agua del centro del claro de la trabe hacia sus extremos.

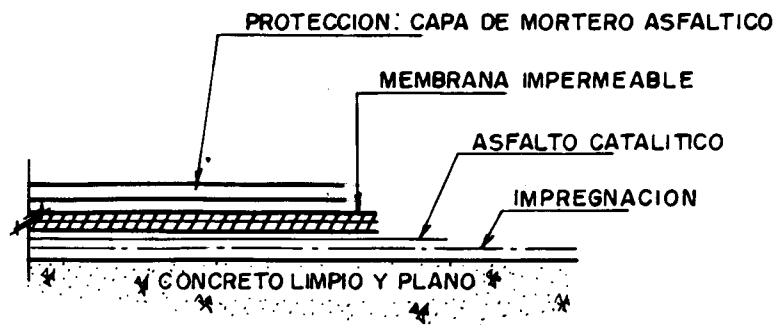
d) En los tramos entre estaciones la membrana impermeable se rematará sobre los muretes laterales de contención del balasto cubriendo su parte superior y terminando en la cara del murete opuesta a la que quedará en contacto con el balasto. En las estaciones la membrana se rematará en una ranura de 2 x 3 cm formada en los muros laterales, a una altura no menor de 80 cm medida desde la losa superior de la trabe. En los tramos donde existe murete central la impermeabilización deberá cubrir todas las caras del mismo.

e) En el área que ocupan las juntas entre trabes, será necesario colocar las capas impermeables como se muestra en la fig 010-2. El fuelle previsto





DETALLE 1



DETALLE 2

ACOTACIONES, EN m
SIN ESCALA

Fig 010-1 Formación de la impermeabilización de las trabes

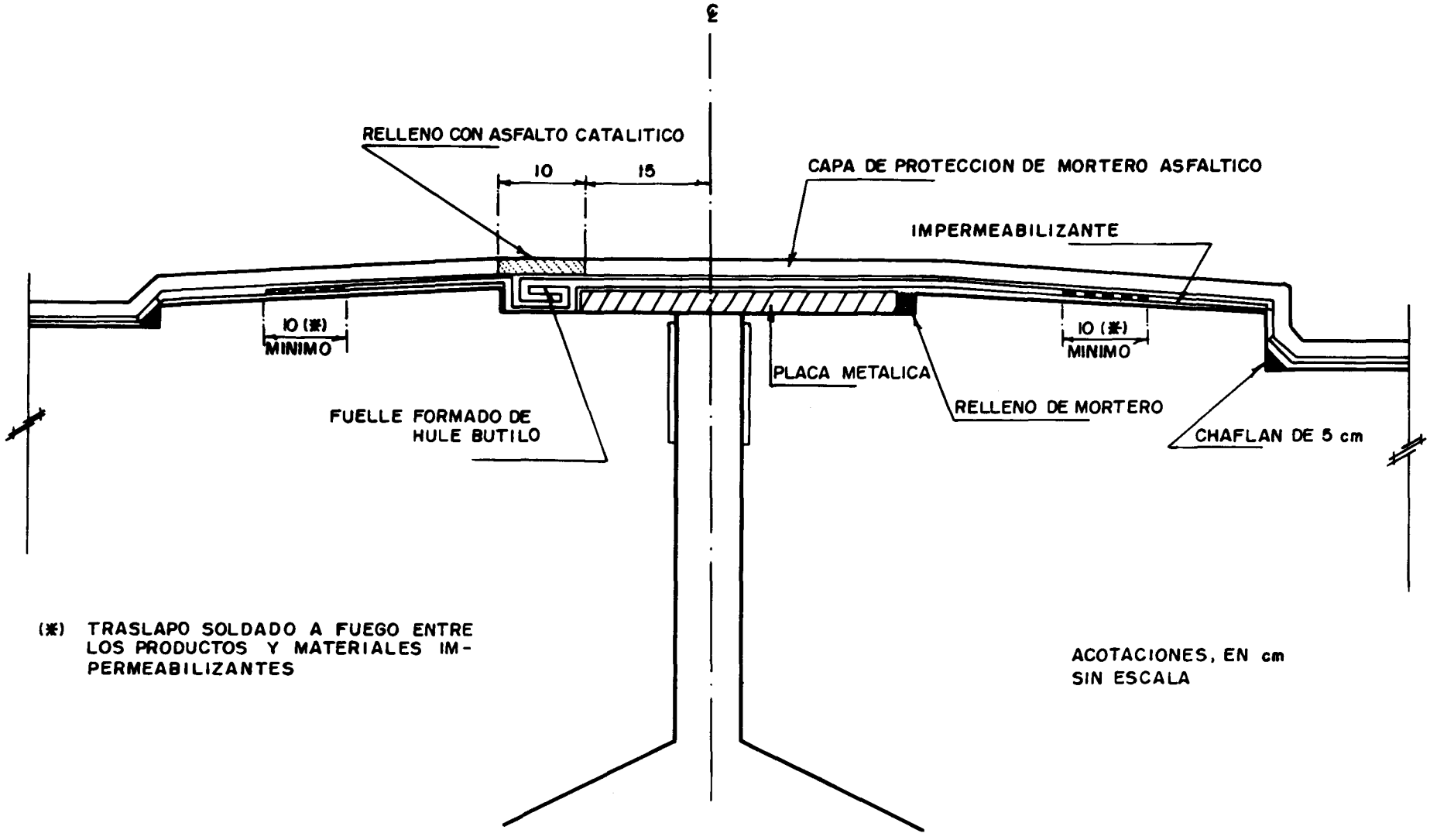


Fig 010-2 Detalle de impermeabilización de las juntas entre trabes

para absorber el movimiento entre las trabes adyacentes a la junta podrá ser formado con hule butilo de espesor no menor de 0.75 mm; los extremos del fuelle serán adheridos a las membranas ya colocadas sobre las trabes en los escalones de concreto adyacente a la junta; el fuelle mismo se alojará en el espacio previsto para que absorba el movimiento de la placa de acero de la junta. Esta disposición de las capas deberá continuarse sobre los muretes laterales en la ubicación de la junta.

f) En los orificios perforados o formados en la losa superior para ubicar las coladeras de entrada al drenaje, la membrana impermeabilizante se colocará de manera que penetre en el perímetro interior de la coladera y se asegure que no se presentará ninguna filtración de agua hacia el concreto de la losa alrededor de la coladera; estas zonas deberán tratarse con una doble capa de impermeabilizante (fig 010-3).

g) Cualquier daño que se produzca en la membrana impermeable durante las labores de colocación, tendrá que ser reparado de inmediato usando una pieza del mismo material, soldada a fuego sobre el defecto o daño producido, cubriendo una extensión por lo menos de 10 cm fuera de los límites del área que sea necesario reparar.

h) Inmediatamente después de colocar la membrana impermeable, ésta deberá protegerse contra el intemperismo y contra daños causados por las labores de construcción subsecuentes.

i) Pruebas en las trabes impermeabilizadas

1. Para certificar la impermeabilización terminada en las trabes, el Contratista deberá realizar pruebas de verificación de impermeabilidad en una de cada cinco trabes impermeabilizadas, mediante la formación de una caja estanca que cubra toda el área de la trabe seleccionada por el Representante para certificarla, incluyendo el área de la junta entre trabes. En esta caja se acumulará agua hasta que se alcance un tirante de 40 cm, medido sobre el punto más alto del área de la losa superior de la trabe.

2. Para que la trabe probada y las dos impermeabilizadas inmediatamente antes y después de ella, sean aceptadas, se deberá comprobar que no existen fugas de agua en parte alguna de las superficies impermeabilizadas, mediante la observación directa de la caja impermeabilizada y del interior de la trabe sometida a verificación.

3. En caso de que la trabe sometida a verificación presente fugas de agua, el Contratista someterá a la aprobación del Representante su propuesta para remediar la situación observada; si el Representante lo aprueba, procederá a realizarla; en caso contrario, el Contratista deberá reponer la impermeabilización en toda el área de la trabe que no mostró resultados satisfactorios y una vez que el Contratista indique, dentro de un lapso de 15 días, que la trabe ha sido impermeabilizada apropiadamente, procederá a realizar nuevamente la prueba de certificación, la cual, de arrojar resultados satisfactorios indicará la aceptación de la trabe verificada y para poder aceptar las dos trabes impermeabilizadas inmediatamente antes y las dos impermeabilizadas inmediatamente después de la que en primera instancia no arrojó resultados satisfactorios, el Contratista deberá

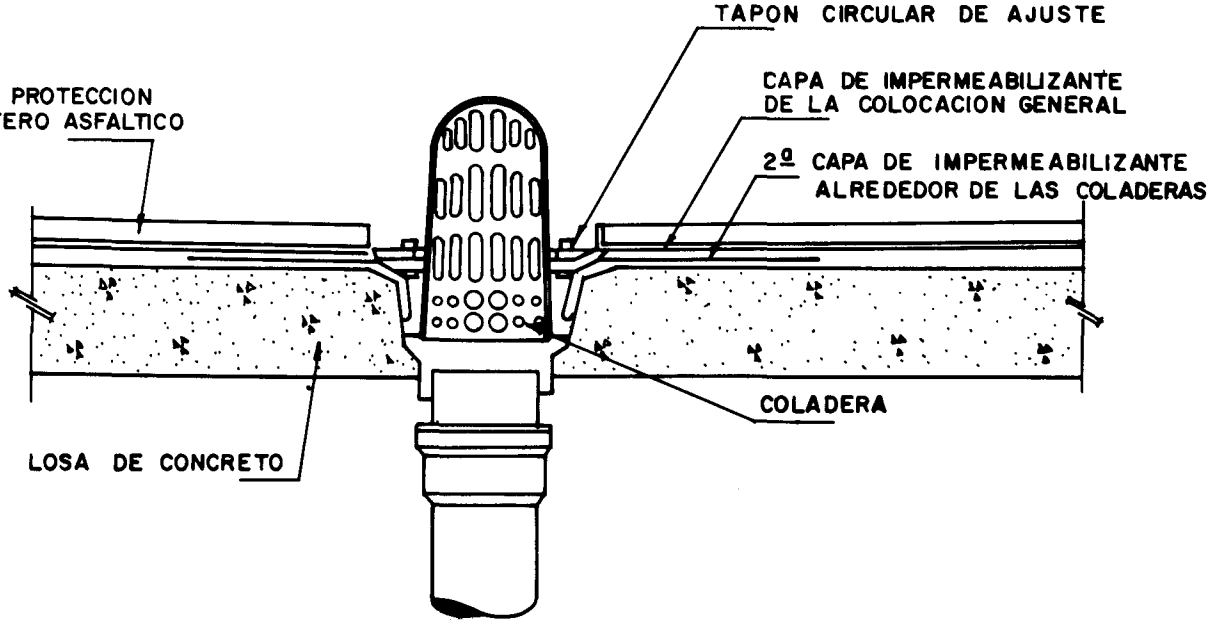


Fig 010-3 Impermeabilización en la zona de coladeras

realizar otra prueba de verificación de estanqueidad en una de las cuatro trabes citadas, que será elegida por el Representante.

4. El costo involucrado en las pruebas de verificación señaladas, será a cargo del Contratista.

010.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001.F de "Introducción".

010.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.01.001.G de "Introducción".

CAPITULO 3.01.05.011

FALDONES, MURETES, PARAPETOS, LOSA TAPA Y MENSULAS

011.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de trabajos y obras complementarias que se construyen para formar parte de las estructuras de las líneas elevadas, de acuerdo con lo fijado por el proyecto.

011.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Estructuras de concreto reforzado	3.01.01.012.E
Muros en edificaciones	3.01.01.016.E
Columnas de concreto reforzado	3.01.05.007.E
Estructuras elevadas de concreto reforzado y presforzado	3.01.05.008.E
Trabes de acero	3.01.05.009.E
Concreto hidráulico	4.01.01.002.G
Morteros para albañilería	4.01.01.002.H
Acero estructural	4.01.01.005.C
Maderas para cimbras	4.01.01.008.A
Recubrimiento de mármol	4.01.01.012.H
Pinturas anticorrosivas	4.01.01.022.A

011.E REQUISITOS DE EJECUCION

Los faldones, muretes y parapetos se construirán con las dimensiones, forma, secuencia, colocación del acero de refuerzo, procedimiento de construcción y demás características, de acuerdo con lo fijado en el proyecto.

Los elementos de concreto precolados o colados en el lugar deberán anclarse y sujetarse con las preparaciones y refuerzo que se dejarán en las columnas, trabes y losas, cumpliendo con lo señalado en los planos de proyecto.

Cuando los elementos sean precolados, el Contratista se obligará a:

a) Facilitar el acceso a la planta, para que el personal que el Representante señale verifique el cumplimiento del proyecto, los procedimientos de construcción y efectúe el muestreo y las pruebas que considere necesarias.

b) Tomar las precauciones necesarias para el transporte, almacenamiento, maniobras y montajes de los elementos precolados, para evitar que éstos se dañen. La reposición y/o reparación de los elementos que resulten dañados, serán por cuenta del Contratista, según lo convenido en el contrato.

Los muretes y ménsulas se colarán en el lugar, después de haber colado la losa de trabe y deberán considerarse los siguientes requisitos:

a) Todas las varillas de refuerzo deberán colocarse con las longitudes y forma que fije el proyecto.

b) Las cimbras deberán corresponder a la forma y dimensiones que marca el proyecto. Por lo que se refiere al uso, los moldes podrán emplearse tantas veces como sea posible, siempre y cuando el Contratista les proporcione el tratamiento adecuado, para obtener el mismo acabado que señale el proyecto.

c) Las juntas constructivas se harán en los lugares y forma fijados en el proyecto y lo indicado por el Representante.

d) El concreto empleado deberá satisfacer las características que marque el proyecto; lo relacionado con la elaboración, transporte, colocación, compactación, curado y muestreo, se ajustará a los requisitos establecidos en el capítulo 3.01.01.012.

e) Todas las superficies deberán estar exentas de bordes, rugosidades, salientes u oquedades de cualquier clase y presentar el acabado superficial que indique el proyecto.

f) En caso de requerir ménsulas para proteger los cabezales de torones deberá colarse de acuerdo con las características del acero y del concreto que señale el proyecto.

011.E.01 PARAPETO PRECOLADO

Salvo que el proyecto indique lo contrario, en los tramos elevados se instalará en ambos lados de la vía un parapeto precolado con las siguientes características:

a) Las piezas precoladas tendrán las dimensiones que marque el proyecto y llevarán por la cara exterior un acabado de agregado expuesto a base de grano de mármol.

b) La cara exterior llevará un entrecalle horizontal que deberá quedar acabada con una superficie

de cemento blanco únicamente. Los detalles de armado de los parapetos deberán corresponder a los indicados en los planos de proyecto.

c) La cara interior llevará empotradas en las costillas verticales cuatro placas de acero que deberán recibir una protección anticorrosiva antes de su colocación.

d) Las piezas precoladas se colocarán con una separación de 25 mm entre sí y se asentarán sobre un banco de mortero cemento-arena 1:2, de espesor variable con un mínimo de 20 mm y un máximo de 70 mm, que tendrá por objeto observar la contraflecha del tramo elevado a fin de que el lecho alto del parapeto una vez colocadas todas las piezas sea una línea recta sobre el plano vertical (fig 011-1).

e) Deberán fabricarse y colocarse dos muestras para aprobación por parte del Representante antes de iniciar la fabricación en serie. Las piezas se recibirán, con acabados uniformemente lavados y cepillados sin variación de tonalidad y cantos y aristas perfectamente perfilados sin desportilladuras.

011.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001.F de "Introducción".

011.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.01.001.G de "Introducción".

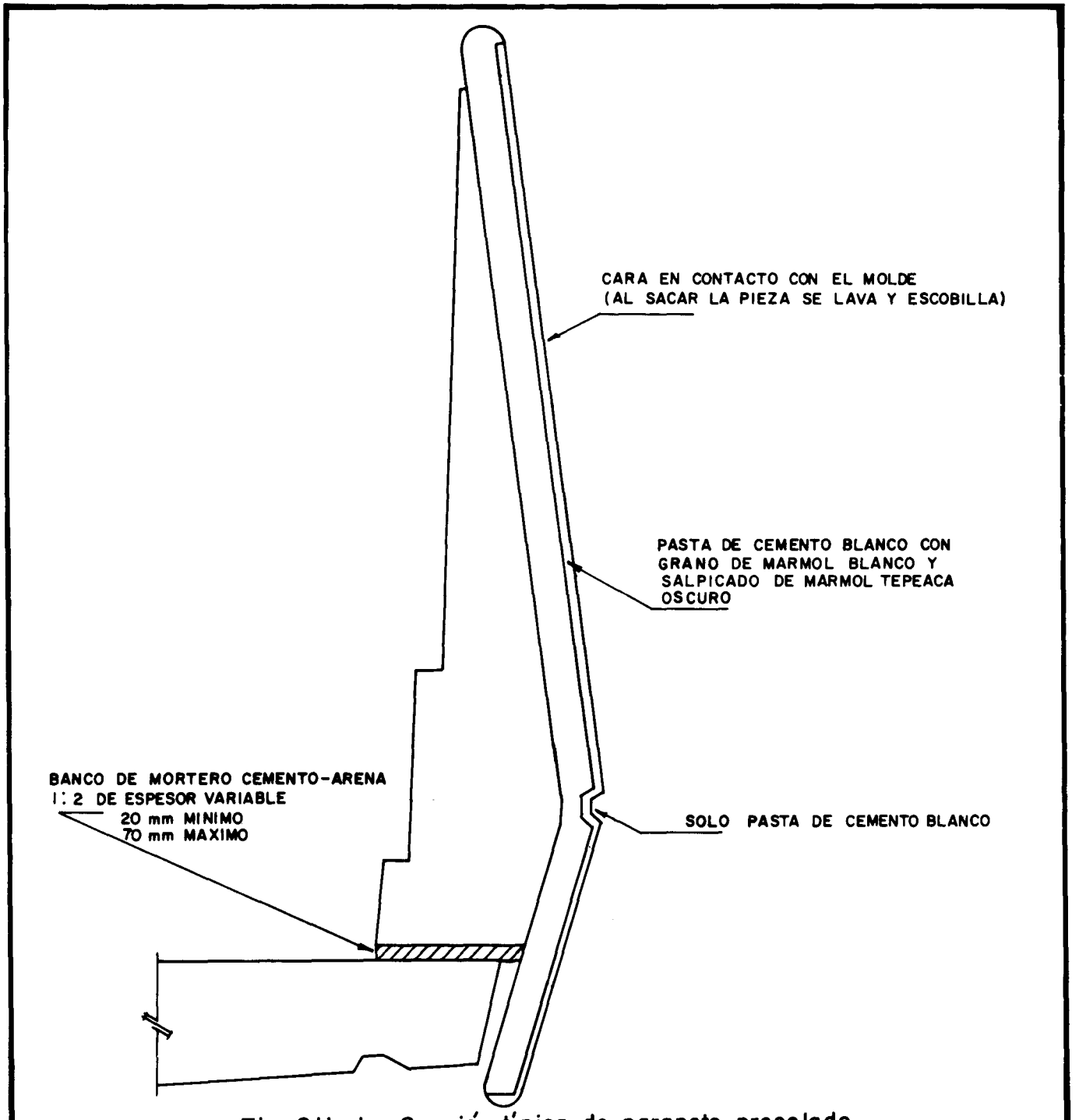


Fig 011-1 Sección típica de parapeto precolado

CAPITULO 3.01.05.012

INSTRUMENTACION PARA CONTROL DE COMPORTAMIENTO

012.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de trabajos y operaciones necesarias para instalar instrumentos y aparatos de medición, que permitan determinar la magnitud y variación de las deformaciones y desplazamientos que se puedan provocar en las construcciones y en las áreas adyacentes a las cimentaciones y en la estructura elevada, de acuerdo con lo que indique el proyecto y lo señalado por el Representante.

012.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Topografía para localización	DDF 3.10.E
Pilotes	3.01.01.006.E
Pilas	3.01.01.007.E
Estructuras de cimentación	3.01.05.006.E
Columnas de concreto reforzado	3.01.05.007.E
Estructuras de concreto reforzado y presforzado	3.01.05.008.E
Trabes de acero	3.01.05.009.E
Instrumentación y medición de control	3.01.03.011.E
Señalamientos	3.01.07.012.E
Seguridad	3.01.07.013.E
Concreto hidráulico	4.01.01.002.G

012.E REQUISITOS DE EJECUCION

Los instrumentos y aparatos deberán instalarse en los lugares indicados por el proyecto y señalados por el Representante. Los sitios instrumentados en las estructuras deberán contar con las precauciones necesarias para tomar las lecturas y mediciones durante y después de la construcción de las estructuras de la línea elevada.

012.E.01 INSTRUMENTOS A COLOCAR EN LAS CIMENTACIONES

Salvo lo indicado por el proyecto y lo ordenado por el Representante, la instrumentación y el tipo de aparatos con los cuales se deberán realizar las mediciones, se ajustarán a las siguientes disposiciones:

a) Presión en la punta de los pilotes de fricción. Para conocer la contribución de la punta de los pilotes en su trabajo como tales, será necesario instalar una celda de carga o de presión en la punta de los mismos, de tal manera que se registre la fuerza total actuante en el extremo de los pilotes. Cada celda deberá quedar embebida en la sección del pilote inmediatamente con el pilote instrumentado.

b) Fuerza actuante en el cuerpo de los pilotes. Para medir la distribución de la fuerza actuante en los pilotes de la zapata instrumentada, se colocarán en cada uno de los pilotes los siguientes instrumentos:

1. Deformímetros eléctricos autosoldables, colocados en las varillas de refuerzo. Estos instrumentos deberán ser capaces de registrar la deformación unitaria provocada en las varillas de refuerzo, por la acción de la fuerza actuante en el pilote en esa sección. Estos elementos deberán ser colocados en las varillas de refuerzo antes de colar el pilote; las varillas que se preparan para la colocación de estos elementos deberán ser del mismo diámetro y tipo de acero que normalmente es utilizado en los pilotes comunes.

2. Deformímetros eléctricos embebidos en el concreto. Para determinar la deformación unitaria sufrida en el concreto por la acción de la fuerza actuante en el pilote en sus diferentes porciones, se colocarán deformímetros eléctricos del tipo especial para embeber en concreto, en las ubicaciones que señale el proyecto; estos elementos deberán ser capaces de registrar la deformación unitaria provocada en el concreto para determinar indirectamente el esfuerzo actuante en la sección en que se encuentren colocados.

   Como complemento indispensable para esta instrumentación, será necesario elaborar cilindros de prueba del concreto empleado en la fabricación de estos pilotes para instrumentarlos con deformímetros eléctricos del mismo tipo que los colocados en el pilote, para determinar las características esfuerzo-deformación del concreto empleado mediante el posterior ensaye de los cilindros instrumentados, los cuales se formarán siguiendo los requisitos de la cláusula 4.01.01.002.G para especímenes de ensaye de concreto y serán curados en las mismas condiciones en que se realice el curado de los pilotes normales.

3. Medición de la presión lateral sobre los pilotes. En los pilotes instrumentados se colocarán cuatro celdas capaces de medir la presión que el subsuelo ejerza sobre la pared de los pilotes. Estas celdas deberán colocarse al paño de la pared del pilote y deberán ser capaces de registrar la presión del subsuelo con una aproximación del 5 por ciento en el intervalo que se espera tengan estas presiones y que es hasta de 49 kPa (0.5 kg/cm²).

4. Medición de la fuerza actuante en la cabeza de los pilotes. Para certificar la magnitud y variaciones de la fuerza actuante sobre la cabeza de los pilotes, en cada zapata instrumentada se colocarán celdas de carga capaces de registrar la fuerza inducida por la zapata sobre la cabeza de los pilotes, la cual se espera sea del orden de 687 kN (70 t). Estas celdas deberán tener un dispositivo que permita la lectura en cualquier momento, sin ser necesariamente un registro continuo.

5. Medición de la inclinación de los pilotes. Con objeto de establecer si se produce alguna variación en la verticalidad en los pilotes con el tiempo, por efecto de la aplicación de las cargas que la estructura induce a la cimentación, en cada zapata instrumentada se colocarán tuberías para deslizar inclinómetros dentro de los pilotes en la forma que señale el proyecto. Las tuberías de los inclinómetros deberán quedar embebidas en los pilotes en el momento de su colado y deberá dárseles la continuidad necesaria entre los dos tramos de pilote y posteriormente al atravesar la losa de las zapatas. Los detalles de colocación de esta tubería serán los indicados por el proyecto.

c) Control topográfico del comportamiento de las zapatas. Para conocer los hundimientos de la zapata misma y del terreno circundante en la superficie, se instalarán puntos de referencia para nivelaciones en las ubicaciones y a las profundidades que señale el proyecto. En estos puntos se correrán nivelaciones cerradas con respecto a un banco de nivel profundo que se ubicará en la zona señalada en el proyecto y hasta alcanzar a penetrar 1.5 m en el primer estrato resistente de la zona en donde se construye la zapata instrumentada.

d) Instrumentación de la losa de la zapata. Para certificar el comportamiento de la losa de la zapata, que forma el cuerpo principal de la cimentación, se llevarán a cabo las siguientes mediciones:

1. Medición de la presión transmitida por la losa de la zapata al subsuelo. En cada zapata instrumentada se colocarán celdas de presión capaces de registrar la presión que pudiera transmitirse por contacto directo entre la losa de la zapata y el suelo al nivel de desplante. Estas celdas de presión deberán tener suficiente precisión en el intervalo de 0.98 a 98.1 kPa (0.01 a 1.0 kg/cm²).

2. Medición de los esfuerzos de tensión en las varillas de refuerzo. Para determinar los esfuerzos de flexión en las condiciones de trabajo que se imponen en la losa de la zapata, se instalarán deformímetros eléctricos en las varillas de refuerzo de la losa en la forma y ubicación que señale el proyecto; estos deformímetros eléctricos serán del tipo autosoldable y se colocarán adheridos a las varillas de la losa, para medir las deformaciones unitarias que los esfuerzos de tensión por flexión inducen en dichas varillas.

3. Medición de los esfuerzos de compresión en la losa de la zapata. Mediante deformímetros eléctricos soldados en frío a las varillas del refuerzo superior se medirán los esfuerzos de compresión inducidos en la parte superior de la losa de la zapata; como complemento, se colocarán celdas para medición directa de esfuerzos en el concreto. Estos instrumentos se instalarán en la ubicación y forma que señale el proyecto.

e) Medición de los esfuerzos transmitidos por la columna a la losa de la zapata. Para determinar los esfuerzos que la columna induce en la zapata, se colocarán los siguientes instrumentos:

1. Medidores de esfuerzos en el concreto, embebidos según lo indicado en el proyecto y medidores de la deformación unitaria del tipo de deformímetros eléctricos embebidos; para complementar las mediciones de la deformación unitaria, será necesario elaborar seis cilindros de prueba de acuerdo con los requisitos establecidos en la cláusula 4.01.01.002.G, en los que serán embebidos deformímetros del mismo tipo que los instalados en la columna, para determinar con ellos las características esfuerzo-deformación y su variación con el tiempo, en el concreto elaborado para la columna; estos cilindros deberán ser elaborados con el concreto que se utilice en la construcción de la columna y serán sometidos al mismo procedimiento de curado que se aplique a la columna.

2. En las varillas de la columna se instalarán deformímetros eléctricos autosoldables, en las ubicaciones y a las elevaciones que indique el proyecto, con el fin de certificar la magnitud de los esfuerzos inducidos en el refuerzo de las columnas.

012.E.02 INSTRUMENTOS A COLOCAR EN LAS ESTRUCTURAS

Salvo lo indicado por el proyecto y para certificar las magnitudes de los elementos mecánicos significativos en la superestructura de la línea elevada, se realizarán las siguientes mediciones:

a) Instrumentación de las trabes de la estructura elevada. Para certificar la magnitud y distribución de los esfuerzos esperados en las trabes de la estructura elevada se realizarán las siguientes mediciones:

1. Medición de los esfuerzos de compresión inducidos en el concreto, mediante deformímetros eléctricos del tipo embebido, que se colocarán en las ubicaciones y a las elevaciones que marque el proyecto. Como complemento de esta instrumentación deberán elaborarse cilindros de prueba en los que se coloquen embebidos deformímetros eléctricos del mismo tipo de los colocados en la trabe; estos cilindros deberán elaborarse con el concreto con que se cuele la

trabe y deberán someterse a igual proceso de curado que la trabe.

2. Medición de la tensión en los cables del postensado. Para precisar la magnitud y distribución de los esfuerzos de tensión inducidos en los cables del postensado por todos los efectos a que se ven sujetos, se colocarán deformímetros eléctricos del tipo autosoldable en dichos cables en las ubicaciones que indique el proyecto; estos deformímetros deberán registrar las deformaciones unitarias esperadas en los cables del postensado, que se espera sean del orden de 0.0071 cuando estén sujetos a esfuerzos hasta 1471 MPa (15 000 kg/cm²).

3. Medición de los esfuerzos de compresión en la losa superior de las trabes. Para certificar los esfuerzos actuantes en la losa superior, se colocarán los deformímetros eléctricos y medidores directos de esfuerzos, ambos del tipo embebido, en las ubicaciones que señale el proyecto. La magnitud de los esfuerzos que se esperan en esta losa en la etapa final de trabajo bajo cargas útiles, es de 9.8 MPa (100 kg/cm²) y por lo tanto, los deformímetros y medidores de esfuerzos deberán ser capaces de registrar con suficiente precisión, esfuerzos hasta de este orden de magnitud.

4. Medición de la distribución de esfuerzos en las inmediaciones de los apoyos de las trabes. Para conocer con mejor aproximación la distribución de los esfuerzos en las inmediaciones del apoyo de las trabes sobre las columnas, se colocarán medidores de formación unitaria y medidores directos de esfuerzos en el concreto, ambos del tipo embebido, en las ubicaciones indicadas en el proyecto; estos medidores deberán ser capaces de registrar los esfuerzos de contacto y su distribución, cuya magnitud se espera sea hasta del orden de 9.8 MPa (100 kg/cm²).

5. Medición de las deformaciones de las trabes. Con objeto de certificar la magnitud y variación de las deformaciones que sufren las trabes postensadas durante su vida útil, se colocarán las marcas de referencia para medición de deformaciones en la forma que señale el proyecto. Estas marcas deberán ser colocadas posteriormente al descimbrado de la trabe y en ese momento se llevará a cabo la primera lectura de referencia (0.01 cm de aproximación) en estos elementos.

6. Medidores de corrimientos horizontales de las trabes con relación a las columnas. Para determinar los movimientos que sufre la trabe por efectos de temperatura en los apoyos de tipo móvil, se colocarán los medidores de desplazamientos en la forma que señale el proyecto; estos medidores deberán contar con un registrador de tipo continuo o intermitente, que no requiera intervenciones en el aditamento de registro en periodos menores de un mes; en tales aditamentos deberá quedar registrada la variación diaria de los movimientos de la trabe en relación con la cabeza de la columna en que se apoyan.

7. Medidores de la temperatura del concreto de las trabes. A fin de correlacionar los movimientos detectados con los instrumentos del punto anterior, con la temperatura prevalente en el concreto de las trabes y la temperatura ambiente, será necesario colocar los termómetros embebidos en el concreto en las ubicaciones y elevaciones que indique el proyecto; estos medidores de temperatura del concreto deberán contar con un registro eléctrico que sea capaz de proporcionar un registro continuo de las variaciones de temperatura, o bien, que pueda registrar e imprimir a intervalos predefinidos, la magnitud de la temperatura que están midiendo.

   Como complemento deberán instalarse registradores de temperatura ambiente, los cuales deberán ser de tipo gráfico y continuo, con mecanismo de relojería o eléctrico. Estos registradores se ubicarán en el lugar que indique el proyecto.

012.E.03 INSTRUMENTACION PARA REGISTRO DE EFECTOS SISMICOS

Con objeto de conocer el comportamiento de la estructura de la línea elevada del Metro bajo la acción de los efectos sísmicos que son relativamente frecuentes en la Ciudad de México, se implantarán dos secciones de instrumentación sísmica en dos de los sitios que corresponden a cimentaciones y trabes instrumentadas. En cada sección de instrumentación sísmica se colocarán los siguientes instrumentos:

a) Un acelerógrafo para registrar el movimiento del suelo superficialmente en un sitio no afectado por las cimentaciones del Metro.

b) Un acelerógrafo anclado en la losa de una de las zapatas instrumentadas.

c) Un acelerógrafo anclado en la cabeza de la columna de la misma zapata.

d) Un acelerógrafo anclado en la losa inferior de las trabes postensadas y ubicado en el centro de uno de los claros adyacentes a la zapata y columna instrumentadas.

e) Todos los acelerógrafos que se instalen para los propósitos antes señalados deberán ser del mismo tipo y tendrán las siguientes características:

   1. Deberán ser alimentados por corriente directa, con baterías secas.

   2. Dispondrán de un arrancador que se accione automáticamente para aceleraciones de 0.01g (9.81 cm/s²).

   3. Tendrán registradores gráficos que no requieran tinta; deberán ser de registro eléctrico en papel sensible a esta marcación o sobre papel fotográfico sensible a la luz de los indicadores de aceleraciones.

   4. Deberán tener capacidad de registrar las aceleraciones en tres direcciones ortogonales: dos horizontales y una vertical. Los registradores horizontales se orientarán en la dirección de la línea y en la ortogonal, respectivamente.

f) Los acelerógrafos deberán ser instalados en casetas independientes e inviolables con cerraduras a prueba de vandalismo. Las llaves para abrir los instrumentos estarán en poder del proyectista hasta que la obra sea entregada al Representante y en ese momento será cancelada la responsabilidad del cuidado de los instrumentos por parte del proyectista.

012.E.04 INSTALACION, OBSERVACIONES E INTERPRETACION DE LAS MEDICIONES

a) Instalación. Los instrumentos que se instalen deberán ser de marca reconocida y aprobados por el Representante y serán instalados por personal especializado en estas actividades. Con los instrumentos deberán presentarse descripciones de sus características de intervalo, sensibilidad, aproximación y un certificado de calibración para asegurar su utilización inmediata; en adición, se presentarán las recomendaciones de los fabricantes sobre la instalación, mantenimiento, observación y lapso esperado de vida útil.

   1. Para la instalación de los instrumentos el constructor brindará las facilidades y materiales, de uso de mano de obra que requiera el instrumentista y que en general son de carácter menor. Es fundamental que el constructor colabore con el instrumentista en el cuidado de los instrumentos para evitar que sean dañados desde el momento en que son colocados en la obra y hasta la entrega de ésta al Representante.

b) Observaciones. En los instrumentos que se utilicen deberán tomarse lecturas diariamente, desde el momento en que se coloquen en el lugar hasta que se termine su instalación; se verificará diariamente el buen funcionamiento de los registradores gráficos, continuos o intermitentes; esta periodicidad podrá ampliarse si no se observan variaciones apreciables en los registros diarios mientras no cambien las condiciones de carga en los elementos instrumentados. Después de cada cambio de condición de carga, se reiniciará la observación diaria, que sólo se ampliará si no se observan variantes apreciables en los registros.

   1. Por lo que respecta especialmente a los acelerógrafos, éstos deberán revisarse una vez al mes para certificar su disponibilidad de arranque y registro al presentarse la aceleración límite establecida.

   2. Para los instrumentos que deban leerse con registradores de lectura momentánea deberán elaborarse gráficas que señalen los valores de los parámetros registrados en función del tiempo; estos registros se mantendrán actualizados y a disposición del Representante y proyectista, para su observación.

c) Interpretación de las mediciones. El instrumentista deberá interpretar los registros de las mediciones a fin de informar sólo la magnitud de los parámetros que se especifican medir. La interpretación completa requiere la colaboración del proyectista y trabajo conjunto con el instrumentista para establecer la comparación final entre las magnitudes predichas en el análisis y diseño, y aquéllas registradas por las mediciones.

012.E.05 INSTRUMENTACION DE LAS TRABES, PARA MEDIR ACORTAMIENTOS Y FLECHAS (TENTATIVA)

Para conocer el comportamiento de las trabes postensadas que forman la estructura de la línea elevada, en cuanto a las deformaciones de la primera y segunda etapa del postensado, se considera necesario llevar a cabo mediciones del acortamiento longitudinal de las trabes y de las flechas que se presentan en cada una de dichas trabes.

a) Medición de acortamientos. Para medir los acortamientos longitudinales de las trabes se podrá planear la medición precisa de los cambios de longitud de las trabes en cuatro líneas a lo largo de la misma; dos de ellas estarán situadas en la parte inmediata inferior de la losa superior y las dos restantes en la parte inmediata superior de la losa inferior. Además, cada par de líneas de medición se encontrará situada en un plano vertical que contiene a los puntos medios entre una nervadura lateral y la nervadura central. Las mediciones se realizarán con un dispositivo especial, constituido por una cinta "Invar" que mediante un mecanismo se tensará a 147 N (15 kg) y las variaciones de longitud entre puntos de referencia se podrán medir con una aproximación de un milésimo de pulgada.

   1. Cada una de las líneas de medición estará dividida en tres tramos, correspondientes a las celdas entre los diafragmas; cada uno de estos tres segmentos de la línea de medición tendrá puntos de referencia fijamente empotrados en los diafragmas.

      Las variaciones de longitud registradas en cada uno de los tres tramos de una línea se acumularán para obtener la variación total de longitud en la trabe, en la ubicación de cada línea de medición.

b) Medición de flechas. Para medir las flechas que producen los esfuerzos inducidos por el postensado en las trabes, se fijarán puntos de referencia en los diafragmas extremos, en ubicaciones tales que la línea que los una sea longitudinal a la trabe y que se encuentre ubicada como eje central de las celdas formadas entre las nervaduras y las losas. En cinco ubicaciones perpendiculares a esta línea, se medirán las distancias a la losa superior y a la inferior, para determinar el corrimiento que tienen con respecto del eje central; la distancia de la losa superior a la línea de referencia proporcionará la flecha sufrida por la trabe y la distancia medida del eje de referencia a la losa inferior permitirá obtener una certificación de la medición que se desea. El eje de referencia estará constituido por un cable tensado de manera que forme una línea perfectamente recta, sin catenaria, entre los puntos de referencia. Las mediciones se realizarán con una cinta de una aproximación de 0.25 milímetros.

012.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001.F de "Introducción".

012.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.01.001.G de "Introducción".

CAPITULO 3.01.05.013

ESTACIONES EN LINEAS ELEVADAS

013.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de operaciones y trabajos necesarios que se realizan para la construcción de las estaciones de la línea elevada cumpliendo con lo indicado en el proyecto.

013.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Trazo y nivelaciones	DDF 3.10.E
Pilotes	3.01.01.006.E
Pilas	3.01.01.007.E
Excavaciones para estructuras	3.01.01.005.E
Rellenos en estructuras	3.01.01.011.E
Estructuras de cimentación	3.01.05.006.E
Columnas de concreto reforzado	3.01.05.007.E
Estructuras elevadas de concreto reforzado y presforzado	3.01.05.008.E
Trabes de acero	3.01.05.009.E
Impermeabilización de las trabes de. concreto presforzado	3.01.05.010.E
Instrumentación para control de comportamiento	3.01.05.012.E
Estructuras de concreto reforzado	3.01.01.012.E
Estructuras de concreto presforzado	3.01.01.013.E
Estructuras metálicas	DDF 4.14.E
Muros	DDF 4.17.E
Instalaciones hidráulicas y sanitarias	3.02.13
Construcción de estaciones	3.01.02.009.E
Señalamientos	3.01.07.012.E
Seguridad	3.01.07.013.E

CAPITULO 3.01.05.014

ACABADOS DE ESTACIONES

014.B REFERENCIAS

Véase 3.01.02.011 de estas Especificaciones.

CAPITULO 3.01.05.015

SEÑALAMIENTO EN ESTACIONES

015.B REFERENCIAS

Véase 3.01.02.012 de estas Especificaciones.

CAPITULO 3.01.05.016

LIMPIEZA

016.B REFERENCIAS

Véase 3.01.01.033 de estas Especificaciones.

CAPITULO 3.01.06.001

INTRODUCCION

001.A ALCANCE

En esta sección se incluyen las especificaciones generales para la construcción e instalación de obras inducidas, requeridas durante la construcción de las líneas del Metro, de acuerdo con lo señalado por el proyecto de éste y/o lo indicado por los proyectos particulares de las dependencias u organismos afectados en sus instalaciones.

Se define como obra inducida al 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.

Las instalaciones que pueden representar interferencia en la construcción de las obras del Metro, podrán ser a título enunciativo pero no limitativo: instalaciones aéreas de postes de alumbrado, semáforos, energía eléctrica, teléfonos, transportes eléctricos (trolebuses); vías de tranvía o ferrocarril; especies vegetales; instalaciones eléctricas subterráneas de alumbrado, semáforos, energía eléctrica, cablevisión; tuberías subterráneas para conducción de gas propano, petróleo, agua potable, drenaje; y la adquisición de predios de propiedad particular, federal o ejidal, etcétera.

Entre las obras inducidas a que se refiere esta sección se considerarán las siguientes:

a) Instalación de tuberías para agua potable y alcantarillado.

b) Construcción de pozos de visita y de caída.

c) Construcción e instalación de alumbrado público y semáforos.

Para precisar el significado de algunos términos empleados en esta Sección, se han formulado las Definiciones de Términos a que se refiere el capítulo 1.01.01.008 del Libro 1 "Generalidades y terminología".

001.B REFERENCIAS

Véase 3.01.01.001.B "Referencias" de este Libro.

001.C MATERIALES

Véase 3.01.01.001.C "Materiales" de este Libro.

001.D EQUIPO

Véase 3.01.01.001.D "Equipo" de este Libro.

001.E REQUISITOS DE EJECUCION

Véase 3.01.01.001.E "Requisitos de ejecución" de este Libro.

001.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001.F "Sistema de medición" de este Libro.

001.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.01.001.G "Conceptos de obra y base de pago" de este Libro.

CAPITULO 3.01.06.002

ADAPTACION DE LAS AREAS DE TRABAJO

002.B REFERENCIAS

Véase 3.01.01.002 de estas Especificaciones.

CAPITULO 3.01.06.003

LOCALIZACION Y TRAZO

003.A DESCRIPCION

Se describen los trabajos topográficos necesarios para ubicar la posición de la obra de que se trate, en el terreno donde se realizará. Comprende la localización de los ejes, cotas y referencias necesarias para el desplante de la obra, de acuerdo con lo señalado en el proyecto.

003.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Localización y trazo	DDF 3.10.E
Canalización subterránea	DDF 3.28.E
Cimiento para arbotante	DDF 3.31.E
Excavaciones de cepas	3.01.06.004.E
Instalación de tubería para agua potable	3.01.06.005.E
Instalación de tubería para alcantarillado	3.01.06.006.E
Instalación de semáforos	3.01.06.014.E
Tomas domiciliarias, bocas de riego y cajas para agua potable	3.01.06.009.E

003.E REQUISITOS DE EJECUCION

La localización, trazo y nivelaciones deberán ser conservados por el Contratista durante todo el tiempo que dure la ejecución de cualquiera de los trabajos, o hasta que por escrito, el Representante indique lo contrario.

Los trazos y nivelaciones de líneas de conducción, son los trabajos topográficos necesarios para ubicar líneas de alcantarillado, de agua potable, de alumbrado público, etc. Comprenden los trazos y nivelaciones preliminares y definitivos de los ejes principales, secundarios y auxiliares, así como niveles y pendientes que de acuerdo al proyecto y a las indicaciones del Representante, sean necesarios para ubicar dicha línea de conducción, el derecho de vía a lo largo de toda la línea y la localización de elementos complementarios, tales como registros, pozos, cajas, postes, tomas, descargas, semáforos, etcétera.

Para los trazos definitivos de las líneas de conducción, se colocarán estacas a cada 20 m y/o a las distancias que señale el Representante, precisamente sobre el eje que deberá tener la línea una vez construida; también se colocarán estacas de referencia a cada 200 m y/o a las separaciones que señale el Representante, fuera del derecho de vía y en el lado opuesto de la zanja a aquél en que se depositó el producto de la excavación, las cuales llevarán marcado el cadenamiento de la línea.

003.E.01 TOLERANCIAS

Salvo lo indicado en el proyecto, las tolerancias se ajustarán a los siguientes lineamientos:

a) Los trazos de las líneas de conducción deberán ejecutarse mediante la utilización de aparatos e instrumentos de topografía que garanticen una precisión dentro de las tolerancias siguientes:

1. Para trazos preliminares:

   Angular $1.5' \sqrt{n}$

   Lineal 1/1000

   donde:

   n Número de ángulos del polígono.

   Tensión normal de cinta = 39.2 N (4 kg) por cada 20 m de longitud de la cinta de acero.

2. Para trazo definitivo, corrigiendo las medidas por temperatura, si varía más de 283 K (10°C) la temperatura de la cinta al medir y visuales tomadas a señales bien plomeadas.

   Angular $1' \sqrt{n}$

   Lineal 1/3000

   Corrección por temperatura $CT = LC \varnothing (t_m - t_c)$

   donde:

   LC Longitud de la cinta al compararla.

   $\varnothing$ Coeficiente de dilatación de la cinta (0.000011 para cinta de acero ordinaria).

   t_m Temperatura de la cinta al medir.

   t_c Temperatura a la que se comparó la cinta.

b) Las nivelaciones de las líneas de conducción deberán ejecutarse, según sea el caso, mediante aparatos e instrumentos de topografía que garan-

ticen una precisión dentro de las tolerancias siguientes:

1. Nivelación entre dos puntos de cotas desconocidas; en este caso se efectúa doble nivelación, de ida y de regreso:

   Tolerancia: $\pm$ 0.01 m$\sqrt{P}$,

   donde P es el número de kilómetros recorridos, incluyendo ida y vuelta.

2. Nivelación entre dos puntos de cotas conocidas:

   Tolerancia = $\pm$ 0.02 m$\sqrt{P}$,

   donde P es el número de kilómetros recorridos de punto a punto.

3. Nivelación entre dos puntos, por doble punto de liga, con visuales medias de 100 m:

   Tolerancia = $\pm$ 0.015 m$\sqrt{P}$

   donde P es igual a dos veces la distancia recorrida.

4. Nivelación entre dos puntos por doble altura de aparato:

   Tolerancia = $\pm$ 0.02 m$\sqrt{P}$,

   donde P es igual a dos veces la distancia recorrida.

003.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001.F de "Introducción".

003.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.01.001.G de "Introducción".

CAPITULO 3.01.06.004

EXCAVACION DE CEPAS

004.A DESCRIPCION

Se describen las operaciones necesarias para la remoción y extracción de materiales de excavaciones ejecutadas a cielo abierto, formando zanjas o cepas para alojar ductos e instalaciones de tuberías de alcantarillado y agua potable básicamente (sin que por ello no se ejecuten para otros usos), de acuerdo con los datos de proyecto.

004.B REFERENCIAS

Salvo lo indicado en el proyecto, las excavaciones de cepas se ajustarán a las referencias del cuadro siguiente:

CONCEPTO	REFERENCIA
Excavaciones de cepas	DDF 3.42.E
Ademes	DDF 3.43.E
Bombeo	DDF 3.44.E
Ademes de excavaciones	DGCOH-DDF 20.1
Construcción de redes de agua potable	DGCOH-DDF 19.2
Construcción de redes de alcantarillado y emisores	DGCOH-DDF 21.2

CAPITULO 3.01.06.005

INSTALACION DE TUBERIAS PARA AGUA POTABLE

005.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de operaciones necesarias para colocar, conectar y probar satisfactoriamente las tuberías y demás dispositivos que se requieran en la construcción de redes de distribución y líneas de conducción de agua potable con los materiales y en los lugares que señale el proyecto.

005.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Instalación de tuberías para agua potable	DDF 3.46
Localización y trazo	3.01.06.003.E
Excavaciones de cepas	3.01.06.004.E
Rellenos en cepas	3.01.06.007.E
Tomas domiciliarias, bocas de riego y cajas para agua potable	3.01.06.009.E
Estructuras de concreto reforzado	3.01.01.012.E
Cementos	4.01.01.002.A
Concreto hidráulico	4.01.01.012.G
Acero estructural	4.01.01.005.C
Válvulas de fierro fundido	4.01.01.006.B
Tubos de asbesto-cemento	4.01.01.010.B
Tuberías y conexiones	4.01.01.017
Válvulas para uso general	4.01.01.018.A
Señalamiento	3.01.07.012.E
Seguridad	3.01.07.013.E
Construcción de redes de agua potable	DGCOH-DDF 19.E

005.E REQUISITOS DE EJECUCION

Las tuberías se alinearán a un lado de las cepas procurando que cada tubo quede frente a su sitio definitivo antes de proceder a su instalación. Cuando las tuberías que se vayan a colocar queden alineadas fuera de las cepas, deberán examinarse, así como sus juntas y las piezas especiales, limpiándoles las rebabas que tengan en su interior y aquéllas que impidan un acoplamiento perfecto.

El Contratista deberá tomar toda clase de precauciones para que los materiales no sufran daños durante su manejo e instalación, para lo cual deberá emplear el equipo y la herramienta adecuados, evitando golpes y que se dejen caer los materiales.

Cuando no sea posible que la tubería sea colocada a lo largo de las cepas o instalada conforme vaya siendo recibida por el Contratista, éste deberá almacenarla en los sitios que le autorice el Representante, en pilas de 2 m de altura máxima, evitando que las campanas se apoyen unas contra otras, para lo cual se "cuatrapearán", colocando las campanas contra extremos lisos del tubo, separando cada capa de tubería de la siguiente mediante tablones intermedios.

Las tuberías de asbesto-cemento, plástico o fibra deberán almacenarse bajo techo, preferiblemente. Cuando queden a la intemperie deberán protegerse con mantas o láminas de cartón asfaltado, para evitar que sufran daños por los rayos del sol.

Antes de ser instaladas las tuberías deberán ser limpiadas de tierra, exceso de pintura, aceite o cualquier otro material extraño que se encuentre en su interior o en las caras exteriores de los extremos del tubo que se insertará en la junta correspondiente.

005.E.01 COLOCACION PREPARATORIA

En la colocación preparatoria para el junteo de las tuberías se observarán los lineamientos siguientes:

a) Una vez bajadas al fondo de las zanjas deberán ser alineadas y colocadas de acuerdo con los datos del proyecto, procediéndose a continuación a instalar las juntas correspondientes.

b) Se tenderá la tubería de manera que apoye en toda su longitud sobre la plantilla construida de acuerdo con lo indicado en el proyecto.

c) Las piezas de los dispositivos mecánicos o de cualquier otra índole usados para mover las tuberías, que se pongan en contacto con ellas, deberán ser de madera, hule, cuero, yute o lona, para evitar que las dañen.

d) La tubería se manejará e instalará de tal modo que no resienta esfuerzos causados por flexión.

e) Al proceder a su instalación se evitará que penetre en su interior agua o cualquier otra substancia y que se ensucien las partes interiores de las juntas.

f) El Representante comprobará mediante el tendido de hilos o por cualquier otro procedimiento que juzgue conveniente, que tanto en planta como en perfil la tubería quede instalada con el alineamiento señalado en el proyecto.

g) Deberá evitarse al tender un tramo de tubería en líneas de conducción o entre dos cruceros en redes, que se formen curvas verticales convexas hacia arriba. Si esto no pudiera evitarse, se instalará en tal tramo una válvula de aire debidamente protegida con una campana para operación de válvulas u otro dispositivo que garantice su correcto funcionamiento.

h) Cuando se presenten interrupciones en los trabajos o al final de cada jornada de labores, deberán taparse los extremos abiertos de las tuberías cuya instalación no esté terminada, de manera que no puedan penetrar en su interior materias extrañas, tierra, basura, etc. En ningún caso se aceptará la instalación de tuberías cuando exista agua en el interior de las cepas. Todos los tramos de tubo y piezas especiales deberán inspeccionarse mientras estén suspendidos para bajarlos a las cepas, golpeándolos con un martillo ligero, para descubrir grietas.

005.E.02 INSTALACION DE TUBERIA DE ASBESTO-CEMENTO

El tipo de las juntas para unir entre sí las tuberías de asbesto-cemento deberá ser de las denominadas Simplex o de otro tipo aprobado previamente por el Representante. La colocación de las juntas tipo Simplex se hará por medio de "gatos" de fricción adecuados para este objeto en la forma siguiente:

a) Antes de alinear definitivamente la tubería se colocará el cople y los dos anillos de sello correspondientes en el extremo torneado del último tubo ya enchufado. El cople se instalará introduciendo primeramente el extremo que presente la saliente interior mayor, deslizándolo a todo lo largo de la longitud torneada del tubo hasta una distancia cuando menos igual a la longitud del cople.

b) A continuación se instalarán los anillos de sello, colocando el primero de ellos en la muesca que indique la posición correcta en que debe quedar. El segundo anillo se localizará tan cerca del borde del tubo como sea posible.

c) En la tubería de 76 a 102 mm de diámetro, en la cual no exista la muesca torneada, la posición correcta del primer anillo de sello se logrará mediante el empleo de un escantillón, debiendo quedar dicho anillo a una distancia del extremo del tubo igual a la longitud del cople, menos 6 milímetros.

d) Una vez colocado el cople y los anillos, se alineará el tubo para colocarse en tal forma que no exista una desviación mayor de 3 mm con el tubo anterior y una seperación entre ellos no mayor de 6 milímetros.

e) El junteo propiamente dicho, se hará montando el aparato de junteo sobre los tubos por unir, ajustándolo al diámetro de la tubería y desalojando por medio de él el cople a lo largo de la junta de los dos tubos, llevándolo hasta su posición correcta. No se permitirá el uso de grasa o lubricantes para facilitar el enchufe de las juntas, salvo los específicamente autorizados por el Representante.

f) Para tomar los movimientos de expansión y contracción del tubo, la junta se proveerá de un espacio entre los dos tubos que se logrará levantando una vez el extremo del último tubo enchufado y volviéndolo a bajar. Este movimiento separa los extremos de los tubos. En la tabla 005-1 se consignan las alturas a que deben levàntarse los tubos de diferentes diámetros para dejar una separación adecuada entre los extremos de los mismos.

Tabla 005-1. Tubo de asbesto-cemento con juntas Simplex

Diámetro nominal del tubo, en mm	Altura a que deben ser levantados los tubos, en mm
Hasta 102	450
De 152 a 406	250
De 457 a 914	150

g) Por último, para cerciorarse de que es correcta la posición final de los anillos de sello de junta, se utilizará un escantillón adecuado para el caso.

h) La colocación de las juntas entre tubos con extremo liso y piezas especiales con campana, se hará en la misma forma señalada para tuberías de fierro fundido de macho y campana, en 005.E.10 de este capítulo.

i) Cuando se tenga que cortar un tubo para ajuste, el corte deberá hacerse correctamente y con acabado limpio, sin ocasionar daños al tubo y dejando al plano de corte normal al eje del tubo, perfectamente liso.

La instalación de las juntas de tubería de asbesto-cemento con espiga y campana se deberá hacer en la forma siguiente:

a) Previamente se limpiarán cuidadosamente los elementos del acoplamiento para dejarlos libres de grasa, basura y otras materias extrañas.

b) Se deberá colocar el anillo de hule para sello dentro de la ranura marcada en la espiga del tubo.

c) Se deberá aproximar la espiga del último tubo a la boca de la campana del tubo anterior hasta establecer contacto uniforme entre la goma y el borde de la campana.

d) Se empuja el último tubo, hasta que al llegar la goma al retén impida el movimiento.

e) La conexión empleando juntas Gibault se hará en la forma señalada en 005.E.09 de este capítulo.

f) Previamente a la conexión se deberán limpiar todos los elementos que constituyan la junta.

Para unir entre sí el extremo liso de una tubería de asbesto-cemento o de fierro fundido con extremidades de piezas especiales, se deberán emplear juntas Gibault, salvo otro tipo que ordene específicamente el Representante. Las conexiones con juntas Gibault deberán hacerse cumpliendo los siguientes requisitos:

a) Previamente a la colocación se deberá comprobar que los diámetros exteriores de los dos extremos de tubo y/o pieza especial a unir sean aproximadamente iguales o que queden dentro de la tolerancia que permita un ajuste correcto de la junta Gibault. Cuando se presente un tubo o extremo de pieza especial cuya tolerancia impida un correcto ajuste, se buscará otro cuyo diámetro exterior no presente dificultades para su correcto ajuste en relación con el que ya esté instalado.

b) Se deberá comprobar el buen estado de los anillos de sello, de las bridas, del barrilete y de los tornillos y tuercas de la junta.

c) Se deberá colocar una de las bridas, uno de los anillos de sello y el barrilete de la junta Gibault en el extremo del tubo o extremidad de la pieza ya instalada; la otra brida y el segundo anillo de sello se colocarán en el extremo del tubo por juntear.

d) Una vez colocados los anillos, brida y barriletes en la forma antes descrita, se comprobará que los extremos de los tubos por juntear estén alineados con una tolerancia máxima de 3 mm en cualquier sentido.

e) Ya alineados los tubos y con una distancia libre de 2 cm entre los extremos de los dos, manteniendo fijos los extremos se centrará el barrilete y las bridas con sus correspondientes anillos de sello, acercando las bridas de modo que los anillos puedan hacer una presión ligera sobre el barrilete; en esta posición se colocarán los tornillos y se apretarán las tuercas de los mismos, procurándose que la presión sea uniforme en todos los tornillos a fin de evitar la rotura de las bridas y de los propios tornillos.

f) El junteo se iniciará conectando un extremo del primer tubo con la junta Gibault correspondiente al extremo liso de la pieza especial del crucero en que se inician los trabajos. El segundo tubo se conecta al primero empleando una junta Gibault, continuándose así el junteo hasta llegar al siguiente crucero. El último tubo, antes de ser conectado el segundo crucero, se recortará al tamaño adecuado para que su longitud permita realizar la conexión.

g) Después de cortar un tubo se le quitará la rebaba que le queda en el corte efectuado, mediante algún procedimiento aprobado por el Representante, y la extremidad recortada será repintada, tanto interior como exteriormente.

h) Para tomar los movimientos de expansión y contracción del tubo, la junta se provee de un espacio entre los dos tubos; para ello se levanta el extremo libre del último tubo colocado y se vuelve a bajar; este movimiento separa, en la junta, los extremos de los tubos. En la tabla 005-2 se consigna la altura a que deben ser levantados los extremos de los tubos de diferentes diámetros, para dejar una separación adecuada entre sus extremos que permita tomar los movimientos de expansión y contracción de los mismos.

Tabla 005-2. Tubo de fierro fundido de extremos lisos con juntas Gibault

Diámetro nominal del tubo, en mm	Altura a que deben ser levantados los extremos de los tubos, en mm
Hasta 102	450
De 152 a 406	250
De 457 a 914	150

i) Los tubos de asbesto-cemento se levantarán como se señala en 005.E.07 de este capítulo.

j) Finalmente, deberá verificarse que los anillos de hule de las juntas queden en su posición correcta, uniformemente aprisionados por las bridas y sin rebordes o mordeduras.

005.E.03 INSTALACION DE TUBERIAS DE FIERRO FUNDIDO CENTRIFUGADO DE MACHO Y CAMPANA

La colocación y alineamiento preparatorio se hará como se señala en 005.E.06 de este capítulo y serán junteadas empleando un retén de fibra o yute alquitranado y un sello de plomo o material a base de azufre, según sea lo ordenado, procediendo en la forma siguiente:

a) Se comprobará que el diámetro exterior del macho del tubo a instalar es adecuado para enchufarlo en la campana del tubo inmediato anterior, teniendo en cuenta que las dimensiones de los tubos tienen tolerancia y que puede presentarse el caso de que, las tolerancias de la campana y del diámetro exterior del tubo combinadas, sean mayores que el valor conveniente para lograr un ajuste correcto en la junta; si se presenta este caso, se buscará un tubo que no presente esta dificultad en relación con el que ya está instalado; igual comprobación se hará en la junta entre el tubo y el extremo liso de la pieza especial del crucero.

b) Al macho del primer tubo se le enrrollará fibra o cordón de yute alquitranado, a una longitud aproximada de 6.5 cm a partir de su extremo.

c) Una vez que el retén de fibra o yute alquitranado está en posición correcta en el macho del tubo por enchufar se comprobará que los extremos de los tubos por juntear estén alineados con una tolerancia máxima de 3 mm en cualquier sentido.

d) Ya alineados correctamente los tubos, se guiará el macho por enchufar para colocarlo insertándolo dentro de la campana del tubo inmediato anterior, el cual deberá ser mantenido en su posición correcta impidiendo movimientos del mismo.

e) Una vez enchufado el macho dentro de la correspondiente campana, el retén de fibra o yute alquitranado se calafateará hasta obtenerse un ruido metálico y hasta lograr que el macho quede sujeto firmemente con la campana, dejando un espacio anular de 5.7 cm de profundidad aproximadamente, para el vaciado del sello de plomo en la junta, en tubos con diámetro igual o menor de 508 mm (20 pulg); de 6.3 cm cuando se trate de tubos con diámetros comprendidos entre 610 mm (24 pulg) y 914 mm (36 pulg); y de 7.6 cm para tubos de diámetro mayor de 914 mm (36 pulg).

f) Para tomar los movimientos de expansión y contracción del tubo, la junta se provee de un espacio entre los tubos; para ello al terminar el calafateo del retén alquitranado de cada junta, se levantará la campana del último tubo colocado, volviéndola a bajar, con lo cual se separa en la junta los extremos de los tubos. En la tabla 005-3 se consigna la altura a que deben ser levantados los extremos de los tubos de diferentes diámetros, para dejar una separación adecuada entre sus extremos, necesaria para tomar los movimientos de expansión y contracción de los mismos.

Tabla 005-3. Tubos de fierro fundido con macho y campana

Diámetro nominal del tubo, en mm	Altura a que debe ser levantado el extremo del último tubo, en mm
Hasta 102	450
De 152 a 406	250
De 457 a 914	150

g) La posición correcta final del retén alquitranado después del enchufe, del calafateado de dicho retén y de haber provisto a la junta de capacidad para absorber movimientos de expansión y contracción, se comprobará por medio de un escantillón fabricado con fleje de acero. La parte del escantillón que se introduce entre macho y campana debe tener la longitud estipulada en 005.E.03.b.

h) Terminadas las operaciones anteriores, con una cuerda de yute alquitranada se hará un cerco alrededor del macho ya enchufado, pegado al borde de la campana, sellándolo con barro, pero dejando en la parte superior una entrada en forma de embudo, de por lo menos 2 cm de diámetro, para poder llenar la junta hasta la parte alta de la campana. Se vaciará el plomo fundido a una temperatura de 873 K (600°C) (cuando llega a esta temperatura el plomo toma un color tornasol), para que el metal corra por toda la pared de la campana hasta llenar y colmar todo el espacio anular comprendido entre ésta y el macho del tubo enchufado.

i) El plomo se calentará en un crisol y se colocará en la junta por medio de un cucharón adecuado para vaciar el metal fundido. La entrada para el metal fundido variará de acuerdo con el diámetro del tubo.

j) Previamente al colado del sello se comprobará que la superficie interior de la campana esté perfectamente seca y libre de polvo, tierra u otras substancias.

k) El plomo deberá fundirse y colarse dentro de la junta de manera que la superficie del metal colado coincida con la orilla del borde superior de la campana.

l) Después de colar la junta de plomo y cuando ésta se haya enfriado hasta tomar la temperatura del tubo, invariablemente se calafateará hasta que el plomo dé un sonido metálico y hasta su completa compactación para eliminar bolsas de aire en su masa y hacer impermeable la junta. Se utilizarán exclusivamente calafateos metálicos y martillos metálicos de 13.36 N (1.36 kg) de peso, pero evitando dañar el tubo y la campana.

m) El plomo para recalcar será plomo común que llena las especificaciones de la norma ASTM B-20 o su equivalente en vigor.

Las cantidades de yute alquitranado y de plomo que deberá tener cada junta serán las indicadas en la tabla 005-4.

Tabla 005-4. Yute y plomo para junteo

Diámetro nominal del tubo, en mm	Yute alquitranado kg/junta	Plomo kg/junta
76	0.082	2.770
102	0.095	3.400
152	0.141	4.550
203	0.200	6.000
254	0.240	7.250
305	0.277	8.610
356	0.367	9.960
406	0.426	13.600
457	0.484	15.320
508	0.566	16.780
610	0.680	19.950

El junteo de tuberías de fierro fundido con macho y campana empleando sello de tegul u otro producto azufroso, se hará en la forma siguiente:

a) En la misma forma especificada para la junta con sello de plomo se hará la comprobación de los tubos por enchufar el alineamiento de estos tubos, el enchufe de los mismos, la colocación y calafateado del retén de fibra o de yute alquitranado, el proveer a la junta de un espacio entre los dos tubos para absorber los movimientos de expansión y contracción de la junta y la comprobación de la posición final del retén alquitranado.

b) Para el sello de la junta se empleará tegul u otro producto azufroso previamente aprobado por el Representante, el cual se derretirá en un crisol adecuado para esta clase de material y se manejará de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Mientras se está derritiendo y hasta su empleo, el compuesto se batirá en forma perfecta y continua para homogeneizarlo; al hacer el vaciado el compuesto deberá estar muy fluido, libre de espuma y de burbujas, debiendo tener una superficie limpia y brillante.

c) El colado del tegul dentro de la junta se hará en la misma forma especificada para juntas con sello de plomo. Toda la junta, inclusive el embudo, se llenará con un solo vaciado a fin de evitar inclusiones de aire. Al solidificarse el tegul se cortará al ras de la parte alta de la campana. El tegul o compuesto azufroso no deberá someterse a ningún género de calafateo.

d) En caso de resultar una junta defectuosa se quitará totalmente, limpiándose cuidadosamente y realizando una nueva colada. Si el tegul o compuesto azufroso se incendia al estarse derritiendo en el crisol, se desechará totalmente el contenido de éste.

Cuando el proyecto especifique alinear las tuberías con un pequeño grado de curvatura, la deflexión máxima permisible entre dos tubos será la indicada en las tablas 005-5 y 005-6.

Tabla 005-5. Deflexión máxima, en grados, para tubos de asbesto-cemento con junta Simplex

Diámetro nominal del tubo, en mm	Presión de trabajo, en kg/cm²			
	0.0 a 1.7	1.7 a 3.5	3.5 a 7.0	7.0 a 10.5
76	21	20	15	10
102	17	17	15	10
152	12	12	12	10
203	9	9	9	9
254	7	7	7	7
305	6	6	6	6
356	7	7	7	7
406	6	6	6	6
457	5	5	5	5
508	5	5	5	5
610	4	4	4	4
762	3	3	3	3
914	3	3	3	3

Tabla 005-6. Deflexión máxima para tuberías de fierro fundido centrifugadas

Diámetro nominal del tubo, en mm	Deflexión máxima en cada junta
76	4° 20'
102	4° 00'
152	3° 21'
203	2° 49'
254	2° 23'
305	1° 58'
356	1° 41'
406	1° 27'
457	1° 15'
508	1° 08'
610	1° 00'

005.E.04 INSTALACION DE TUBERIAS DE PVC RIGIDO

La colocación y alineamiento preparatorios se hará como se señale en 005.E.04 de este capítulo y para su junteo se procederá como se indica a continuación:

a) La conexión de un tubo al siguiente se ejecuta insertando el extremo biselado en la campana Anger del otro. Las tuberías que sean cortadas para ajustes de tramos en la obra deberán ser biseladas antes de su inserción, con un ángulo de 15°.

b) Antes de efectuar la inserción se deberá limpiar tanto la ranura de la campana como el extremo biselado del tubo.

c) En la ranura de la campana, previamente limpiada, se coloca el anillo de empaque, para lo cual éste podrá mojarse en agua limpia como lubricante.

d) Sobre el extremo biselado del tubo se aplica una capa de lubricante, con espesor de un milímetro, hecho lo cual se insertará el extremo biselado dentro de la campana, hasta la marca de color que coloca el fabricante en el extremo del tubo.

Para tomar deflexiones en el alineamiento mostrado en el proyecto, la curvatura se deberá hacer exclusivamente en la parte lisa del tubo hasta los límites especificados por el fabricante del mismo, ya que los coples no permiten cambios de dirección.

En los cruces de carreteras, ferrocarril y calles sujetas a tránsito pesado, la zanja deberá tener una profundidad mínima de un metro, más el diámetro del tubo. Cuando esto no sea posible, la tubería de PVC deberá quedar colocada dentro de otra de acero para su protección, como lo muestre el proyecto.

Se fabricarán atraques de concreto en los sitios en que el proyecto marque cambios de dirección o de pendiente, para evitar movimientos de la tubería.

En los casos en que no se encuentre marca del fabricante en los extremos biselados o que el tubo sea cortado en el campo, la longitud de la inserción será de acuerdo con lo indicado en la tabla 005-7 y el corte será normal al eje del tubo, limpio y sin dañar el extremo.

Tabla 005-7. Longitud de inserción en tubos de PVC

Diámetro	mm	38	50	60	75	100	150
	pulg	1.5	2	2.5	3	4	6
Longitud, en mm		74	81	86	94	107	132

Cuando las tuberías de PVC señaladas en el proyecto sean de extremos lisos, el procedimiento de junteo de las mismas será mediante coples, que se colocarán como se señala en 005.E.14 de este capítulo o bien, la unión se hará aplicando el cementante prescrito por el fabricante, que se colocará en la forma especificada por éste, empleando una brocha.

005.E.05 INSTALACION DE TUBERIAS DE FIERRO NEGRO O GALVANIZADO

Cuando se deban instalar tuberías de fierro negro o galvanizado para redes de distribución de agua potable, serán junteadas mediante coples del mismo material. En su instalación se deberán cumplir los siguientes requisitos:

a) Siempre que sea posible se emplearán tramos enteros de tubo con las longitudes originales de fábrica.

b) Los cortes que sean necesarios en los tubos se harán precisamente en ángulo recto con respecto a su eje longitudinal, revocando su sección interior mediante un escariador hasta conseguir que su diámetro interior sea correcto y libre de rebabas. Se usarán herramientas de corte en perfecto estado que no deterioren en ninguna forma la tubería, y se usará aceite para el corte. Se deberán limpiar las rebabas tres o cuatro veces por lo menos para hacer las cuerdas.

c) Las cuerdas se harán en la forma y longitud que permita atornillarlas herméticamente sin forzarlas más de lo debido. Sus hilos no presentarán abolladuras ni escoriaciones y las cuerdas se tarrajearán de tal manera que las piezas de conexión atornilladas en ellas formen con los tubos el ángulo para el que fueron fabricadas y no con desviaciones producidas por cuerdas mal hechas. Durante la ejecución de las cuerdas se aplicará aceite sobre la superficie del tubo sujeta al trabajo.

d) Para las conexiones se usarán piezas en buen estado, sin reventaduras, sin porosidades ni algún otro defecto que impida el buen funcionamiento de la tubería. Las roscas de las conexiones se pintarán con pintura de secado rápido y sin materias nocivas. Previamente a la aplicación de la pintura las roscas deberán ser limpiadas de polvo, rebabas y cualquier materia extraña.

Cuando sea procedente instalar las tuberías con cierto grado de curvatura indicado en el proyecto se hará en la forma siguiente: Se permitirá curvar los tubos, para pequeñas desviaciones, cuando sea necesario adosarlos a superficies curvas. El curvado podrá hacerse en frío o en caliente, sin estrangular ni deformar los tubos, para lo que se recurrirá a herramientas especiales, tales como la formada por dos poleas tangenciales, una fija y la otra deslizable sobre la primera mediante una palanca, entre cuyas gargantas se curvará el tubo. No se permitirán dobleces a golpes mediante dobladores hechos de tubos que produzcan deterioros en el doblez. Las curvaturas se sujetarán a las limitaciones indicadas en la tabla 005-8.

Tabla 005-8. Radios mínimos de curvatura para tubos de fierro negro o galvanizado

Medida nominal del tubo, en mm	**Radio del centro a la cara interior, en mm**
19.0	9.2
25.4	11.4
31.7	12.7
38.1	14.6
63.5	38.1
76.2	45.8
88.9	53.4

La unión de dos tramos de tubería de fierro negro o galvanizado de diferentes diámetros se realizará por medio de tuercas de reducción o reducciones de campana, de acuerdo con el proyecto y las órdenes del Representante.

La tubería de fierro negro o galvanizado y todas las piezas que se empleen en sus conexiones deberán llenar los requisitos que señale el proyecto.

005.E.06 ANCLAJE DE TUBERIAS

Durante la instalación o terminación de ésta de las tuberías y previamente a su prueba hidrostática, se instalarán las piezas especiales correspondientes de los cruceros y cambios de dirección o pendiente indicados en el proyecto, construyéndose simultáneamente los otraques y anclajes de las dimensiones y características especificadas en el proyecto. Invariablemente en todo crucero o cambio de dirección de la tubería deberá construirse un atraque, así como en los sitios en que se ubiquen tes, tapas ciegas y codos. Los atraques deberán ser fabricados de concreto con f_c' de 14.7 MPa (150 kg/cm²) mínima. En la tabla 005-11 se indican las dimensiones mínimas de los atraques.

Terminando el junteo de toda línea o circuito con sus respectivas piezas especiales y atraques y antes de realizar la prueba hidrostática, la tubería será anclada provisionalmente mediante relleno apisonado en el centro de cada tubo, con material producto de las excavaciones de cepas, dejándose sólo al descubierto las juntas para que puedan hacerse las observaciones necesarias durante la prueba hidrostática y descubrir y reparar las fugas. Estos rellenos deberán ejecutarse de acuerdo con lo estipulado en el capítulo 3.01.06.007.

005.E.07 PRUEBAS HIDROSTATICAS

Toda línea o circuito de tubería incluyendo sus correspondientes piezas especiales, deberá ser sometida a una prueba de presión hidrostática, la cual se ejecutará después de transcurridos tres días de la construcción del último tramo o crucero y cinco días después de haberse colado el último atraque. La prueba hidrostática se realizará en la forma siguiente:

a) El tramo o circuito se llenará lentamente de agua y se purgará el aire entrampado en las tuberías mediante la inserción de una válvula de aire en la parte más alta de la tubería, dejándolo lleno durante 24 horas, para que se sature la tubería.

b) Una vez que se haya expulsado todo el aire contenido en las tuberías, será cerrada la válvula de aire y se aplicará la presión de prueba mediante una bomba adecuada, a satisfacción del Representante, para este tipo de pruebas.

c) La presión de prueba deberá subirse hasta un 150 por ciento de la presión de trabajo de la tubería, manteniéndose durante un tiempo mínimo de dos horas, o el tiempo necesario para revisar todas las juntas de la línea o red probada.

d) Todas las piezas especiales, tubos, válvulas, etc., deberán ser inspeccionados cuidadosamente durante la prueba, a fin de localizar las fugas existentes, las cuales deberán ser corregidas o reparadas a satisfacción del Representante, hasta reducirlas a los valores aceptables.

e) La prueba deberá efectuarse primero por tramos entre crucero y crucero y posteriormente por circuitos completos.

f) Inicialmente las pruebas se harán con las válvulas abiertas, instalando tapas ciegas en los extremos de las tuberías probadas, las que deberán anclarse provisionalmente en forma efectiva, a juicio del Representante. La prueba deberá repetirse con las válvulas cerradas, para comprobar que éstas quedaron correctamente instaladas.

El Representante autorizará, previo pago de los derechos correspondientes, la toma de agua para llenar las tuberías que se vayan a probar. El Contratista proporcionará todas las piezas especiales, aparatos y dispositivos necesarios para la realización de las pruebas (tapas, tapones, bomba, manómetros, etc.) El Contratista deberá calibrar los aparatos de medición cuantas veces lo ordene el Representante.

Los tubos, válvulas, piezas especiales, etc. que se detecten defectuosos con las pruebas hidrostáticas, serán retirados y reinstalados nuevamente por el Contratista, sin ninguna compensación adicional. La sustitución de estos materiales será hecha también por el Contratista, cuando él los haya suministrado, de acuerdo con lo estipulado en el contrato.

Una vez reparadas las juntas defectuosas y reemplazados los tubos y piezas rechazados, se continuarán midiendo las fugas, cuyo gasto no deberá exceder, salvo que en algún caso particular se especifique diferente, de los valores señalados en la tabla 005-9.

Tabla 005-9. Fugas tolerables en juntas de tuberías de asbesto-cemento

Diámetro del tubo, en mm (pulg)		Fugas permitidas para 100 juntas, en l/h		
		Clase A-5	Clase A-7	Clase A-10
100	(4)	7.08	8.18	10.03
150	(6)	10.64	12.26	15.03
200	(8)	14.19	16.35	20.06
250	(10)	17.71	20.48	25.06
300	(12)	21.27	24.56	30.05
350	(14)	24.79	28.65	35.09
400	(16)	28.35	32.74	40.08
450	(18)	31.91	36.83	45.12
500	(20)	35.43	40.92	50.11
600	(24)	42.54	49.09	60.14
750	(30)	53.14	61.39	75.17
900	(36)	63.78	73.66	90.20

Los valores expuestos en la tabla anterior se consideran un índice aceptable, pero en caso de dudas o discrepancias y para otro tipo de tuberías se usará el criterio de la tabla 005-10.

Tabla 005-10. Fugas tolerables en cada tramo a presión hidrostática

Presión de prueba, en kg/cm²	Fugas máximas por centímetro de diámetro del tubo, en l/24 horas/kg
10.50	94
8.75	86
7.00	77
5.25	66
3.50	54

005.E.08 INSTALACION DE VALVULAS Y PIEZAS ESPECIALES

Durante su instalación se observarán los siguientes lineamientos:

a) Al recibir las válvulas, piezas especiales y materiales complementarios, el Contratista deberá inspeccionar cuidadosamente los mismos, anotando en la guía de embarque o documento de entrega cualquier daño, defecto o faltante que observara ya que a partir de su recepción el Contratista será el único responsable por los materiales recibidos.

b) Antes de su instalación, las válvulas y piezas especiales deberán ser limpiadas de tierra, exceso de pintura, aceite, polvo o cualquier otro material extraño que se encuentre en su interior o en las juntas de las mismas.

c) Previamente al tendido de un tramo de tubería se instalarán las válvulas y piezas especiales en los cruceros de dicho tramo, dentro de las cajas para válvulas señaladas en el proyecto, colocándose provisionalmente tapas ciegas en los extremos de las piezas que no se conecten de inmediato a la tubería. Las piezas de los cruceros se colocarán dentro de la correspondiente caja, en posición horizontal, con los vástagos de las válvulas perfectamente verticales. Las válvulas y piezas especiales se apoyarán sobre la base de concreto de la correspondiente caja, como lo señala el proyecto.

d) Las campanas de fierro fundido para la operación de las válvulas se instalarán colocando las bases de las mismas perfectamente centradas sobre las válvulas, descansando sobre la estructura de la caja, en la forma como lo señale el proyecto, debiendo quedar su parte superior colocada de tal manera que el extremo superior, incluyendo el marco y la tapa queden al nivel del pavimento. Todo el conjunto deberá quedar vertical.

e) Durante la instalación de válvulas o piezas especiales dotadas de bridas, se comprobará que el empaque de plomo de cada junta sea del diámetro correspondiente, sin que sobresalga invadiendo el espacio del diámetro interior de la pieza.

f) La unión de las bridas de piezas especiales deberá efectuarse cuidadosamente, apretando los tornillos y tuercas en forma uniforme para evitar fugas. Si durante la prueba de presión hidrostática a que serán sometidas válvulas y piezas especiales simultáneamente con las tuberías a que se encontrasen conectadas, se observaran fugas, deberá desarmarse la junta defectuosa para volverla a unir de nuevo utilizando empaques de plomo de repuesto que no hayan sido previamente deformados por haber sido utilizados con anterioridad.

g) Prueba hidrostática. Las válvulas y piezas especiales serán sometidas a la prueba hidrostática, conjuntamente con las tuberías, en la forma señalada en 005.E.07 de este capítulo.

h) Invariablemente las piezas especiales de todo crucero o cambio de dirección deberán anclarse mediante atraques de concreto de las medidas y características señaladas en los planos del proyecto. Las medidas mínimas de los atraques serán las que se muestran en la tabla 005-11.

Tabla 005-11. Dimensiones mínimas de los atraques de concreto

Diámetro nominal de la pieza especial		Medidas de los atraques, en cm		
mm	pulg.	Altura	Lado A según proyecto	Lado B según proyecto
76	3	30	30	30
102	4	35	30	30
152	6	40	30	30
203	8	45	35	35
254	10	50	40	40
305	12	55	45	40
356	14	60	50	40
406	16	65	55	40
457	18	70	60	40
508	20	75	65	45
610	24	85	75	50
762	30	100	90	55
914	36	115	105	60
1067	42	130	120	65
1219	48	145	130	70

i) Las piezas especiales y válvulas deberán estar perfectamente colocadas y alineadas antes de colar los atraques, debiendo éstos quedar apoyados en el fondo y pared de la cepa o caja correspondiente, como lo señale el proyecto.

005.E.09 DESINFECCION DE TUBERIAS

La desinfección de tuberías de líneas y redes de distribución de agua potable se hará en la forma siguiente:

a) Antes del tratamiento, la tubería deberá llenarse completamente de agua limpia y drenar el aire contenido en la misma, como lavado inicial. Posteriormente con la tubería vacía deberá inyectarse lentamente el agua conteniendo el producto desinfectante, la cual se dejará durante un periodo de seis horas como mínimo, debiéndose reponer el agua que se pierda por fugas.

b) Al finalizar las seis horas estipuladas, deberá drenarse la tubería, y el cloro residual en el agua no deberá ser menor de 0.5 ppm. En caso contrario deberá repetirse la operación, hasta lograr resultados satisfactorios.

c) Como agente desinfectante podrá usarse cualquiera de los siguientes reactivos:

   1. Una solución de hipoclorito de calcio o cal clorada en las siguientes proporciones:

      — Hipoclorito al 70%, 1 gramo en 14 litros de agua.

      — Cal clorada al 25%, 1 gramo en 5 litros de agua.

      — Una mezcla de gas cloro y agua con una dosificación de 50 partes por millón de cloro.

d) El laboratorio designado por el Representante tomará las muestras de agua para hacer su correspondiente análisis bacteriológico.

e) Aceptación. Un tramo o circuito de tubería será aceptado una vez que el laboratorio designado por el Representante expida su aprobación con base en los resultados obtenidos; posteriormente el Representante deberá enjuagar con agua las tuberías hasta que desaparezca el olor a cloro.

005.E.10 INSTALACION DE TUBERIAS A PRESION DE CONCRETO PRESFORZADO, CON JUNTAS ESPIGA CAMPANA Y EMPAQUES DE HULE (TIPO LOCK-JOINT)

Se observarán los siguientes lineamientos:

a) Tendido de la tubería. Los materiales que sean recibidos en la obra para su instalación serán previamente inspeccionados por el Contratista, quien verificará que cumplan con los requisitos de calidad, fabricación y pruebas aprobados por el Representante, rechazando las piezas que se encontraren defectuosas.

b) Cualquier tubo o pieza defectuosa que fuera instalada por descuido del Contratista, será retirada y reemplazada por éste, sin ningún cargo adicional.

c) El manejo de las tuberías y materiales se hará adoptando las precauciones necesarias para evitar daños a los mismos y por ningún motivo se permitirá que sean golpeados entre sí o contra el suelo.

d) Para el manejo de las tuberías y piezas especiales el Contratista deberá emplear el equipo y herramientas adecuadas para evitar daños a las mismas.

e) Todos los tubos y piezas especiales serán limpiados inmediatamente antes de su instalación, poniendo especial cuidado en las zonas de junteo de la espiga y la campana, las cuales se lubricarán con jabón neutro. Los respectivos empaques serán lubricados por inmersión en una solución de jabón neutro. Cuando se trate de tubería SP-16, no será necesario aplicar lubricantes para su instalación, por lo que bastará con una cuidadosa limpieza de la espiga y campana. Para este tipo se prohibe usar lubricantes.

f) Instalación

   1. El bajado de las tuberías a la cepa podrá ser realizado empleando grúa o marco diferencial. Se empleará adicionalmente un estrobo atado a la mitad del tubo, para poder alzarlo, bajarlo y sostenerlo para su posterior enchufe.

   2. Una vez que el tubo haya sido bajado a la cepa, el empaque de la junta será colocado por estiramiento alrededor de la espiga, dentro de la ranura circunferencial, evitando que quede torcido.

   3. Cuando se trate de tubería SP-16, el empaque deberá ser colocado en el primer escalón de la espiga, donde quedará en posición estática sin ninguna ayuda.

g) En todos los casos se adoptarán las siguientes medidas precautorias:

   1. Las cepas se mantendrán libres de agua que pueda perjudicar el junteo de la tubería y la calidad de plantilla. En ningún caso se instalarán tuberías dentro del agua.

   2. Los tubos serán instalados en el sentido de la pendiente ascendente, con la campana hacia arriba.

   3. Cuando sea interrumpida la instalación por más de ocho horas o al final de cada turno de trabajo, serán tapados los extremos de la línea instalada para evitar la entrada de basura y cuerpos extraños.

   4. Los empaques que no estén próximos a instalarse, se mantendrán protegidos del intemperismo, para evitar agrietamientos y resequedad del hule.

   5. Serán causa de rechazo, con cargo al Contratista, los daños causados a la tubería por un manejo inadecuado de la misma, tales como desprendimiento del recubrimiento o deterioro del alambre (SP-12), rotura del concreto, abolladuras en las juntas, etcétera.

h) Junteo. El tubo que se vaya a instalar se alineará horizontal y verticalmente con el tubo inmediatamente anterior ya instalado, adelantando suavemente la espiga hasta el chaflán de la campana,

guiándolo manualmente. Una vez logrado el correcto alineamiento, el tubo será empujado para que la espiga entre en la campana, cuidando que el empaque gire sin salirse de la ranura. La fuerza requerida para lograr el enchufe podrá aplicarse mediante pequeños avances de la retroexcavadora, o bien, con gato de cadena, tirando de los tubos ya instalados.

i) Deberá verificarse la correcta conexión, para lo cual se colocarán en la parte interior de la junta dos separadores de acero situados en los extremos opuestos de un diámetro, para evitar que la junta se cierre completamente. Los separadores deberán permitir la entrada de un probador de junta, el cual tocará el empaque en toda la circunferencia del tubo.

j) Si mediante el probador se detectase que el empaque quedó fuera de lugar, el tubo deberá desenchufarse para volver a ejecutar la correcta instalación, previa revisión del buen estado del empaque.

Después de que se haya verificado la correcta posición del empaque, serán retirados los separadores y el tubo se enchufará completamente en toda su periferia.

k) Deflexiones en la línea. En los casos en que se tenga que dar un cambio pequeño de dirección en forma aislada, se recurrirá a biseles y medios biseles así como a abrir las juntas. Para esto último la abertura máxima permisible de la junta será de acuerdo con los valores de la tabla 005-12 salvo que por condiciones sísmicas el proyecto señale alguna restricción.

Tabla 005-12. Apertura de las juntas para deflexiones en líneas de tubería

Diámetro del tubo		Abertura máxima de la junta	
m	pulg	cm	pulg
0.91	36	1.27	1/2
1.22	48	1.91	3/4
1.83	72	2.54	1.0

l) Cuando el proyecto señale curvas de gran radio, se recurrirá al empleo de biseles y medios biseles, así como a abrir las juntas; en este último caso, la abertura máxima permisible será de 12.7 mm (½") para cualquier diámetro.

m) Una vez que el enchufe de una junta haya sido verificado y aceptado, el junteo de la misma se hará aplicando mortero cemento-arena en proporción 1:3, que será colocado en el interior y exterior de la junta, salvo en las tuberías tipo SP-16, a las que únicamente se les coloca exteriormente.

n) El junteo con mortero de cemento-arena se hará solamente hasta dos tubos atrás del extremo o frente de la línea, para evitar agrietamientos por movimientos causados al enchufar nuevos tubos.

ñ) El junteo exterior se logrará colocando una banda de tela alrededor de la junta enchufada, sujetándola mediante los alambres de la misma. El mortero se vaciará de manera de llenar la abertura de la junta y todo el espacio confinado entre el tubo y la banda de tela. Para verificar que el mortero fluya y penetre en todo el espacio de la junta, se introducirá una varilla con un radio de curvatura similar al del exterior del tubo.

o) La abertura interior de la junta será rellenada también con mortero cemento-arena en proporción 1:3, estableciendo una transición perfecta entre los dos tubos, para lo cual se quitará todo el mortero excedente.

p) Instalación de piezas especiales. Su instalación, enchufe y junteo serán hechos en la misma forma indicada para los tubos en los párrafos anteriores, empleando grúa para su manejo.

q) Atraques. Se fabricarán atraques de concreto de las dimensiones mostradas en los planos del proyecto, en los extremos de la línea y en todos los cambios de dirección mayores de 20 grados, tales como tes, yes, cruceros, silletas, etc. Todos los atraques de una línea o circuito siempre serán construidos con suficiente anticipación a la prueba hidrostática de la misma.

r) Prueba hidrostática. Una vez terminada de instalar una línea o circuito y construidos sus correspondientes atraques señalados en el proyecto, se hará la correspondiente prueba hidrostática, para lo cual se instalarán tapones de prueba en sitios escogidos por el Representante en forma que pueda llenarse toda la tubería, expulsando completamente el aire contenido en la misma, para después aplicar la presión hidrostática mediante una bomba adecuada, a juicio del Representante.

1. La tubería deberá permanecer llena por espacio de 24 horas antes de efectuarse la prueba hidrostática, para permitir que el concreto de la tubería logre su saturación.

   Una vez alcanzada la situación se aplicará una presión hidrostática con valor de 0.69 MPa (7.0 kg/cm²), la cual se mantendrá durante un lapso de 24 horas, inyectando agua mediante la bomba y cuantificándola con medidores.

2. En ningún caso las fugas excederán de los valores indicados en la tabla 005-13 y no será permitida ninguna fuga individual que a juicio del Representante pueda constituirse en peligro para la tubería, su cimentación, su relleno o el área circundante.

Tabla 005-13. Fugas permisibles en tuberías de concreto presforzado

Diámetro del tubo, en m (pulg)		Presión de prueba, en kg/cm² (MPa)		Fugas por cada 500 m, en litros/hora
0.91	(36)	7.03	(0.69)	74
1.22	(48)	7.03	(0.69)	98
1.83	(72)	7.03	(0.69)	148

3. El Representante autorizará, previo pago de los derechos correspondientes, la toma de agua para llenar y probar las tuberías. El Contratista proporcionará por su cuenta todas las herramientas, dispositivos y piezas especiales necesarios para realizar la prueba hidrostática.

4. Una vez probada y aceptada la línea por el Representante, previa reparación de las fugas localizadas, el Contratista completará los rellenos de las cepas y la entregará limpia y sin obstrucciones.

5. Desinfección de la tubería. Esta será ejecutada conforme a lo señalado en 005.E.09 de este capítulo.

005.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001.F de "Introducción".

005.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.01.001.G de "Introducción".

CAPITULO 3.01.06.006

INSTALACION DE TUBERIAS PARA ALCANTARILLADO

006.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de operaciones necesarias para colocar, conectar y probar satisfactoriamente las tuberías de concreto simple y reforzado y demás dispositivos utilizados, que conjuntamente integran el sistema o red de alcantarillado destinado a drenar y conducir las aguas pluviales o negras, cumpliendo con las líneas y niveles señalados en el proyecto.

006.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Instalación de tuberías para alcantarillado	DDF 3.45. F y G
Localización y trazo	3.01.06.003.E
Excavaciones de cepas	3.01.06.004.E
Instalación de tuberías para agua potable	3.01.06.005.E
Relleno de cepas	3.01.06.007.E
Construcción de pozos de visita y de caída	3.01.06.008.E
Estructuras de concreto reforzado	3.01.01.012.E
Concreto hidráulico	4.01.01.002.G
Materiales y productos de fierro fundido	4.01.01.006
Tuberías y conexiones	4.01.01.017
Señalamiento	3.01.07.012.E
Seguridad	3.01.07.013.E
Construcción de redes de alcantarillado y emisores	DGCOH-DDF 21.5

006.E REQUISITOS DE EJECUCION

Una vez terminada y aprobada la excavación de acuerdo con las dimensiones y niveles fijados por el proyecto, según el diámetro y tipo de tubo por colocar, se procederá a la instalación de tuberías.

Las dimensiones, forma, calidad y pruebas de los tubos, serán las indicadas en el proyecto. Los tubos deberán formar un conducto continuo, sin filtraciones y con una superficie interior lisa y uniforme. No se aceptarán tubos agrietados o con roturas en sus bocas. La distribución se hará en la forma indicada en el capítulo 3.01.06.005.

006.E.01 INSTALACION DE TUBERIA DE CONCRETO

En la instalación de tuberías de concreto se observarán los siguientes lineamientos:

a) El manejo de los tubos, tanto en su transporte y descarga como en su bajado a las cepas, deberá hacerse con todo cuidado, empleando el equipo, y herramientas adecuados, para que aquéllos no sufran daños ni deterioros, ya que si esto ocurriera, el Contratista tendrá que repararlos, o sustituirlos por su cuenta en caso necesario, y sin ningún pago adicional por ello.

b) La tubería será siempre lo primero que se presente en la calle y se colocará a un lado del trazo de la cepa correspondiente. Con la finalidad que no se muevan o rueden, se les colocarán pedazos de piedra o tabique en la parte baja de los tubos, acuñándolos fuertemente.

c) El producto de la excavación deberá ser depositado del lado opuesto de la cepa en que se colocarán los tubos.

d) La colocación de la tubería de concreto se hará de tal manera que en ningún caso se tenga una desviación mayor de 5 mm en la alineación y nivel que señale el proyecto, cuando se trate de tubería hasta de 60 cm de diámetro (24 pulg); o de 10 mm cuando se trate de tuberías de mayor diámetro. Cada pieza deberá tener un apoyo completo en toda su longitud sobre la cama, para lo cual abajo de las campanas se deberá retirar parte del material. No se permitirá colocar las tuberías sobre piedras, calzas de madera o cualquier otro soporte.

e) La instalación de la tubería se hará con las campanas siempre hacia la parte más alta, iniciando su colocación de aguas abajo hacia aguas arriba y prosiguiendo en el mismo sentido.

f) Corresponderá al proyectista dar los niveles mediante niveletas. El contratista tenderá un cordón entre niveles y con un escantillón de madera se apoyará sobre el lomo del tubo para verificar su pendiente. Previamente a la inserción de cada tubo, se colocará en la parte inferior de la campana una mezcla de arena-cemento en proporción 1:4, donde apoyará la espiga del tubo por presentar.

g) Para la instalación de tubería de concreto junteada con mortero de cemento, una vez colocado un tubo en su lugar, se procederá a limpiar cuidadosamente sus juntas y extremos quitándole la tierra y materiales extraños mediante un cepillo de alambre, procediendo igualmente en la junta del tubo por colocar. Una vez realizada esta limpieza, se humedecerán los extremos de los tubos que formarán la junta y se llenará la semicircunferencia inferior de la campana o caja para espiga del tubo ya colocado, así como la semicircunferencia superior exterior del macho o espiga del tubo por colocarse, con mortero de cemento-arena en proporción 1:4, formando una capa de espesor suficiente para llenar la junta. A continuación se enchufarán los tubos, forzándolos para que el mortero sobrante en la junta escurra fuera de ella. Se limpiará el mortero excedente y se rellenarán los huecos que hubiera en las juntas, con el mismo mortero, en cantidad suficiente para formar un bordo que la cubra exteriormente. Las superficies interiores de los tubos en contacto deberán quedar exactamente rasantes. Finalmente se colocará en el borde de la campana con el tubo insertado, una capa de mortero de cemento-arena en proporción 1:4, achaflanándolo para sellar la junta, formando un ángulo de 45°, con el canto de la campana.

h) Para la colocación de tubería de concreto junteada con estopa alquitranada y mortero de cemento, una vez colocado un tubo en su lugar y hechas las operaciones de limpieza señaladas en el párrafo anterior, se enrollará un cordón de estopa alquitranada alrededor de la espiga del segundo tubo y se enchufará éste en la caja o campana del primero hasta su fondo. A continuación con un calafato de madera se calafateará ligeramente la estopa hasta lograr que el macho y la campana queden sujetos y firmes concéntricamente, de manera que las superficies internas de los dos tubos queden al ras una con respecto a la otra. Hecho lo anterior, el espacio hueco anular de la junta se llenará con mortero de cemento-arena en proporción 1:4, mojando antes las superficies y teniendo cuidado de que no queden huecos en la junta. La junta se terminará con un chaflán exterior de mortero formando 45° entre el canto de la campana y la superficie de la espiga del otro tubo.

i) Colocados y alineados varios tubos, se acostillarán a lo largo en su parte media y hasta la altura del tubo con material producto de la excavación, con objeto de que no se muevan, dejando libres las campanas.

j) Donde se vayan a construir pozos de visita, los tubos quedarán separados 80 cm, cuidando de que la tubería no esté obstruida, tapando sus extremos mediante tabiques.

k) La impermeabilidad de los tubos de concreto y de sus juntas será probada por el Contratista en presencia del Representante y según lo determine éste, en alguna de las dos formas siguientes:

1. Prueba hidrostática accidental. Esta prueba consistirá en dar a la parte más baja de la tubería una carga de agua que no excederá de un tirante de 2 m. Previamente se anclarán los tubos colocando relleno producto de la excavación en la parte central de los mismos y dejando libres las campanas o juntas. Si el junteo se encuentra defectuoso y acusa fugas, el Contratista procederá a su reparación. Se repetirá esta prueba cuantas veces sea necesario hasta que se eliminen todas las fugas, a satisfacción del Representante. Esta prueba hidrostática accidental se hará solamente en los casos siguientes: cuando el Representante tenga sospechas fundadas de que existen defectos en el junteo de las tuberías; y cuando el Representante, por cualquier causa reciba un tramo provisional de tubería, comprendido entre dos pozos de visita.

2. Prueba hidrostática sistemática. Esta prueba se hará en todos los casos en que no se haga la prueba accidental. Consiste en vaciar en el pozo de visita de aguas arriba de un tramo el contenido de agua de un camión tanque con 6 m^3 de capacidad, utilizando para ello una manguera de 15 cm (6 pulg) de diámetro y dejando correr libremente el agua a través del tramo de tubería por probarse. En el pozo de visita de aguas abajo el Contratista instalará una bomba para impedir mediante bombeo que se forme un tirante de agua que pueda deslavar las últimas juntas que aún estén frescas. Mediante esta prueba se comprobará si la parte inferior de las juntas se junteó correctamente con el mortero de cemento-arena; en caso contrario, las juntas presentarán fugas por su parte inferior. Esta prueba deberá hacerse antes de rellenar la cepa y si el junteo acusare defectos, el Contratista estará obligado a repararlos a satisfacción del Representante.

El Representante solamente le recibirá al Contratista tramos de tubería completamente terminados entre pozo y pozo de visita o entre dos estructuras sucesivas que formen parte del alcantarillado, verificando que toda la tubería se encuentre limpia, sin obstrucciones ni escombros en toda su longitud.

006.E.02 ALBAÑALES DE SERVICIO DOMICILIARIOS

a) En los sitios de la tubería que señale el proyecto, para la inserción de las descargas domiciliarias o para las de las conexiones pluviales, se instalarán "yes" con uno de sus brazos de 15 a 25 cm de diámetro, inclinadas hacia arriba 45°

1. Esta instalación se hará en las líneas y niveles señalados por los planos del proyecto.

2. La inserción se hará con la "ye" citada y un codo de 25° de 15 a 25 cm de diámetro, según el caso.

3. Si no se emplean "yes" de fábrica, previa autorización u orden escrita del Representante, el Contratista la substituirá por medio de una acometida "Slant", que conectará al tubo de alcantarillado, preparando estas conexiones fuera de la zanja por lo menos con dos semanas de anticipación a su instalación. Las "yes" así construidas deberán satisfacer los mismos requisitos que las de fábrica.

b) El Contratista instalará las conexiones domiciliarias a partir del paramento exterior de los edificios, en los sitios que señale los planos del proyecto y las terminará conectándolas a la inserción correspondiente en el alcantarillado. El extremo libre lo tapará con ladrillo y mortero pobre de cemento (no dejar preparación) o lo conectará a la salida del albañal del predio, si éste existiere. Las profundidades de instalación serán las que ordene el Representante.

c) Las conexiones domiciliarias formarán con la tubería del alcantarillado un ángulo de 90° en planta y sólo por excepción se admitirán ángulos diferentes del aquí citado. Los codos serán anclados a satisfacción del Representante y para la conexión se usará tubo de 15 a 20 cm a juicio del Representante, salvo casos especiales que éste le ordenará al Contratista.

d) La pendiente mínima que en general se admitirá para las tuberías de los albañales será de uno por ciento, y el colchón sobre el lomo superior del tubo en cualquier lugar de su longitud será como mínimo de 90 centímetros.

e) Antes de construir las conexiones de albañales domiciliarias, el Representante se cerciorará de la profundidad de salida del albañal del predio y de las condiciones de la pendiente existente en el interior del mismo, a fin de que cuando se construya el albañal en el interior del predio, no quede falto de pendiente o sin un colchón de relleno adecuado. Cuando no fuera posible satisfacer ambos requisitos de pendiente y colchón mínimos, el Contratista no hará la conexión del albañal y deberá notificárselo por escrito al Representante, para que éste resuelva lo procedente.

006.E.03 COLADERAS PLUVIALES

Las coladeras pluviales serán construidas por el Contratista de acuerdo con lo señalado en los planos del proyecto y su conexión a la tubería del alcantarillado se hará con tubo del diámetro especificado en los mismos, nunca menor de 15 cm, conectándolos a la red de alcantarillado en la forma señalada en las especificaciones anteriores.

006.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001.F de "Introducción".

006.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.01.001.G de "Introducción".

CAPITULO 3.01.06.007

RELLENOS EN CEPAS

007.B REFERENCIAS

Los rellenos en cepas deberán ajustarse a lo indicado en el proyecto en cada caso particular, y deberán cumplir con los lineamientos establecidos en las normas y especificaciones del cuadro de referencias.

CONCEPTO	REFERENCIA
Rellenos en cepas	DDF 3.47.E
Construcción de redes de agua potable	DGCOH-DDF 19.8
Construcción de redes de alcantarillado y emisores	DGCOH-DDF 21.6

CAPITULO 3.01.06.008

CONSTRUCCION DE POZOS DE VISITA Y DE CAIDA

008.B REFERENCIAS

Véase 3.48 del Libro 3 de las NGC-DDF.

CAPITULO 3.01.06.009

TOMAS DOMICILIARIAS, BOCAS DE RIEGO Y CAJAS PARA AGUA POTABLE

009.B REFERENCIAS

Véase capítulo 3.49 del Libro 3 de las NGC-DDF.

CAPITULO 3.01.06.010

CANALIZACION SUBTERRANEA PARA ALUMBRADO PUBLICO

010.B REFERENCIAS

Véase capítulo 3.28 del Libro 3 de las NGC-DDF y la parte 4 de las Normas de Montajes de Cables Subterráneos de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro.

CAPITULO 3.01.06.011

INSTALACION Y CONEXION DE CABLES, POSTES Y ACCESORIOS PARA ALUMBRADO PUBLICO

011.B REFERENCIAS

Véase capítulo 3.29 del Libro 3 de las NGC-DDF y la parte 4 de las Normas de Montajes de Líneas Aéreas de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro.

CAPITULO 3.01.06.012

DESMANTELAMIENTO, DESMONTAJE Y DESCONEXION DE INSTALACIONES DE ALUMBRADO PUBLICO

012.B REFERENCIAS

Véase el capítulo 3.30 del Libro 3 de las NGC-DDF.

CAPITULO 3.01.06.013

CIMIENTO PARA ARBOTANTE DE ALUMBRADO PUBLICO

013.B REFERENCIAS

Véase capítulo 3.31 del Libro 3 de las NGC-DDF.

CAPITULO 3.01.06.014

INSTALACION DE SEMAFOROS

014.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de operaciones que se realizan para colocar los semáforos correspondientes en las intersecciones viales que los requieran para regular y mejorar el flujo de tránsito.

014.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Trazos y nivelaciones	DDF 3.10.E
Canalización subterránea para alumbrado público	DDF 3.28.E
Registro de candelabros	DDF 3.32.E
Excavaciones de cepas	DDF 3.42.E
Rellenos de cepas	DDF 3.47.E
Estructuras de concreto reforzado	3.01.01.012.E
Instalación y conexión de cables, postes y accesorios para alumbrado público	3.01.06.011.E
Señalamiento	3.01.07.012.E
Seguridad	3.01.07.013.E
Concreto hidráulico	4.01.01.002.G
Materiales y productos de acero	4.01.01.005
Materiales y productos de fierro fundido	4.01.01.006
Tuberías y conexiones	4.01.01.017

014.E REQUISITOS DE EJECUCION

Excepto que el proyecto indique otros requisitos y procedimientos, la instalación de semáforos deberá ajustarse a los siguientes lineamientos:

a) La instalación de los ductos de concreto de una a dos vías de 10.1 cm (4 pulg) de diámetro con recubrimiento interior asfáltico se efectuará en forma similar a la indicada en las figs 014-1 y 014-2. El material de relleno deberá colocarse como lo indique el proyecto, con material de base compactada al 90 por ciento, excepto cuando se indique otro valor.

b) La instalación del ducto "tipo telefónico" de cuatro vías de 10.1 cm (4 pulg) de diámetro, se llevará a cabo como se señala en la fig 014-3. En caso necesario y contando con la aprobación del Repersentante, dicho ducto se podrá sustituir por cuatro tubos de asbesto-cemento con recubrimiento interior asfáltico de dimensiones idénticas a las señaladas anteriormente.

c) Las dimensiones de las cimentaciones de concreto, tanto la de tipo subterráneo, como la de tipo ménsula, se señalan en las figs 014-4 y 014-5. El concreto deberá colarse y curarse como se indica en el capítulo 3.01.01.012 de estas Especificaciones.

d) Los armados de registro de cruce de arroyo y de acometida, se muestran en las figs 014-6 y 014-7. Las uniones de los ductos con los registros serán emboquilladas con cemento, con un acabado pulido corriente.

e) El detalle de cimentación para controladoras locales de semáforos tipo electrónico, se indican en las figs 014-8 y 014-9.

014.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001.F de "Introducción".

014.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.01.001.G de "Introducción".

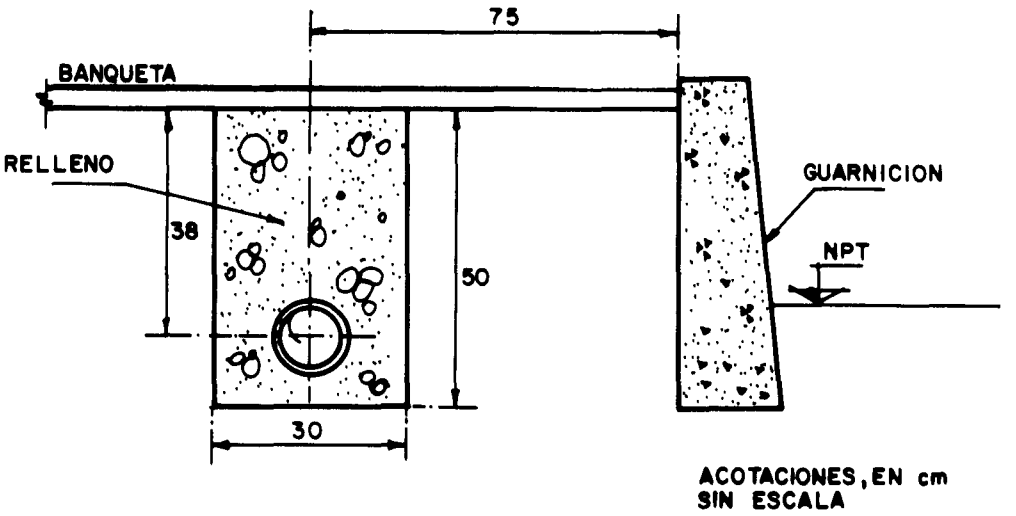


Fig 014-1 Corte transversal de la cepa para ducto ahogado en banqueta

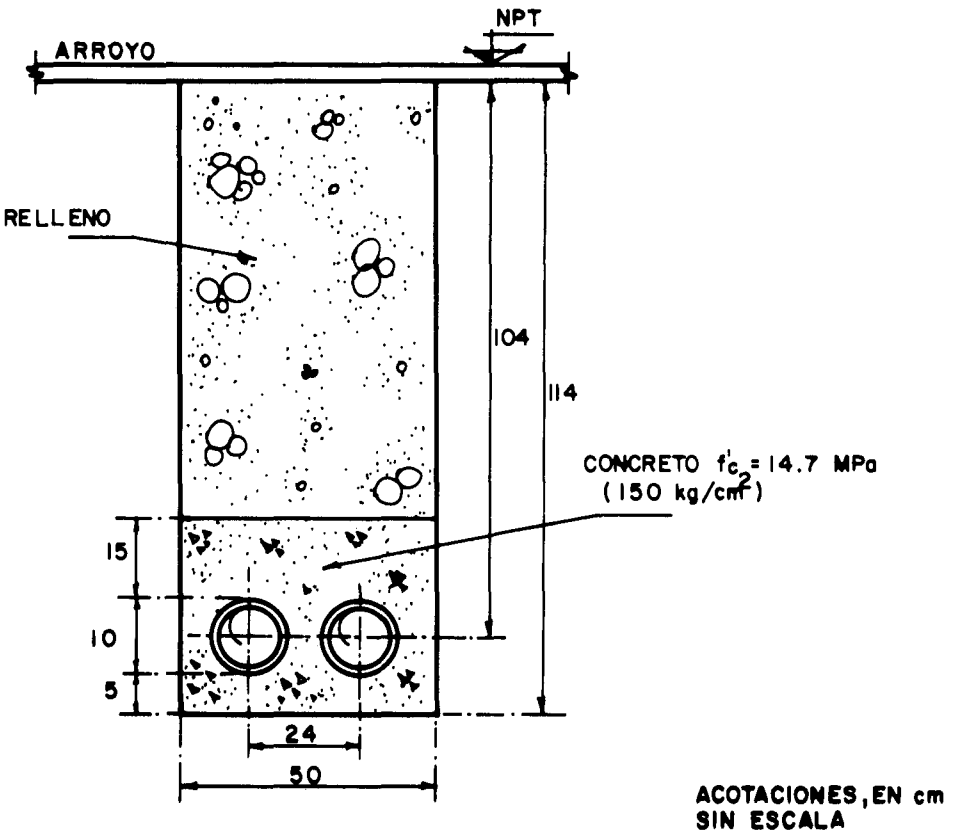


Fig 014-2 Corte transversal de la cepa para ductos ahogados en arroyo

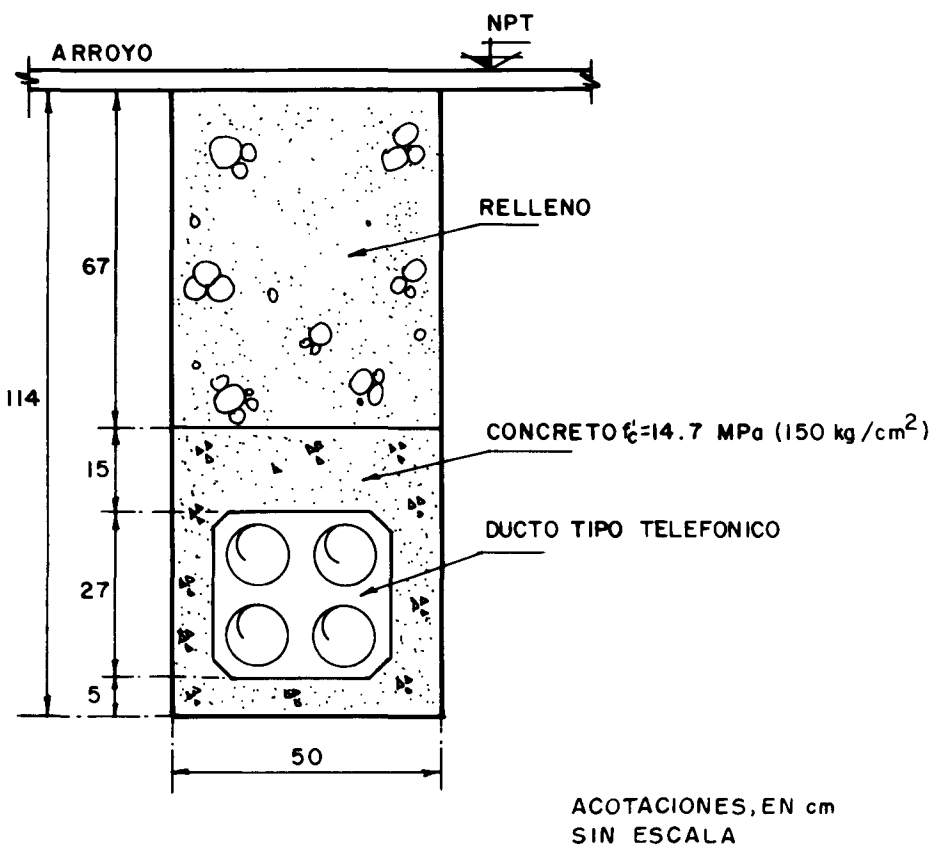


Fig 014-3 Corte transversal de la cepa para ductos ahogados en arroyo

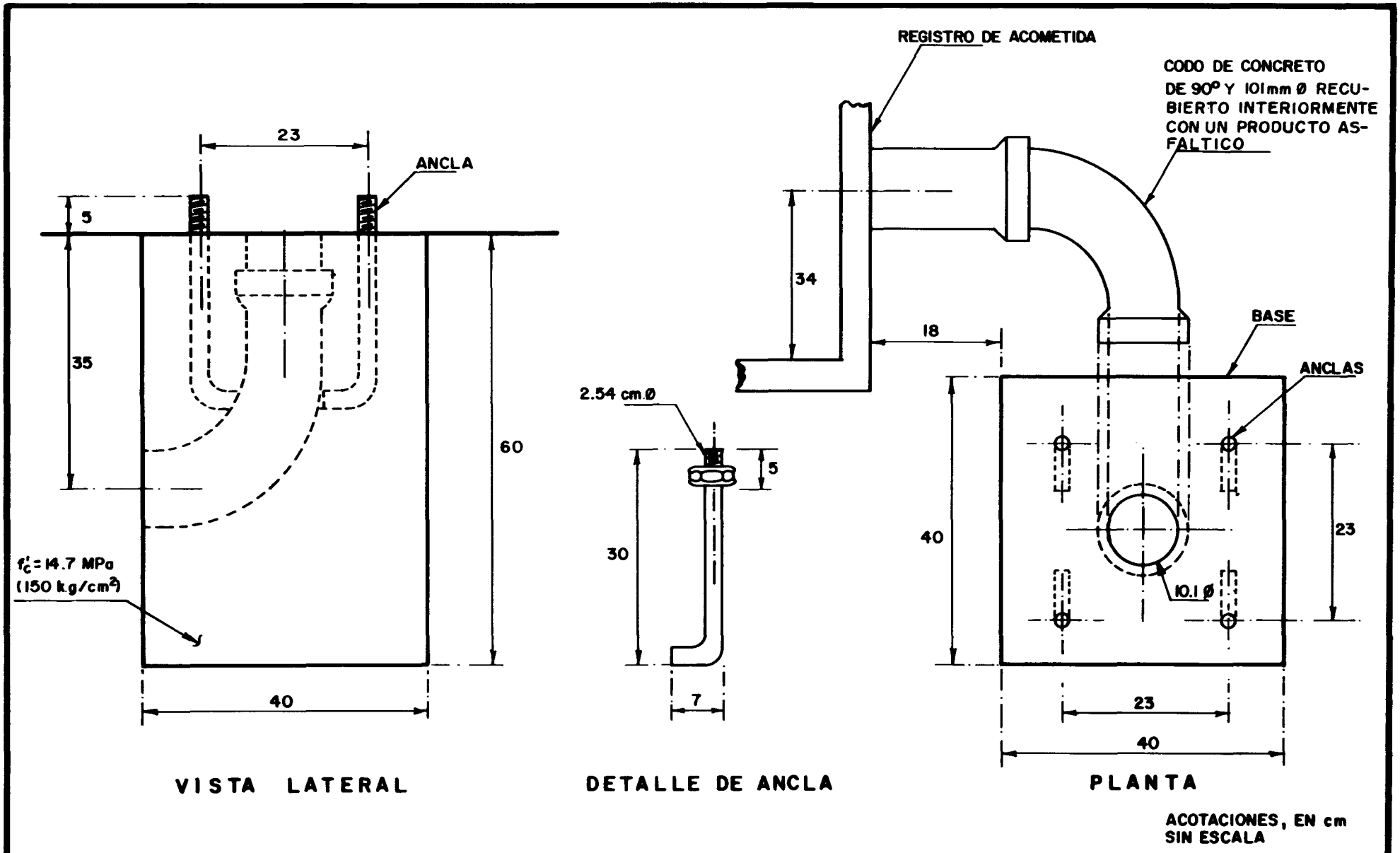
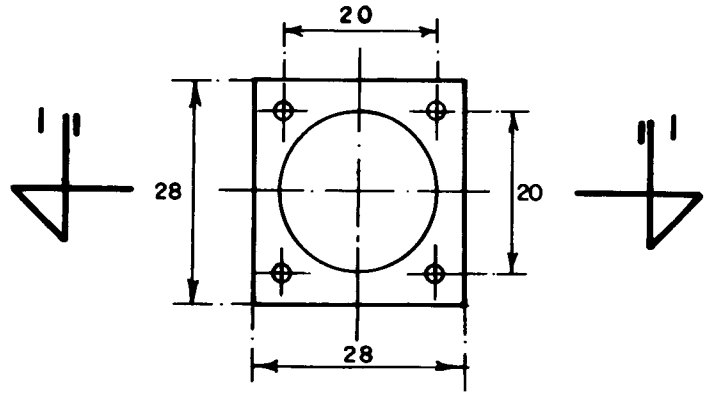
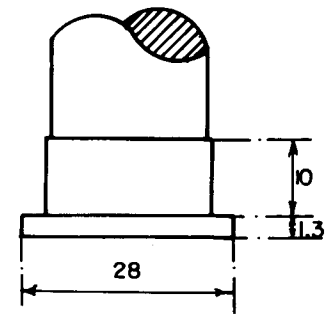


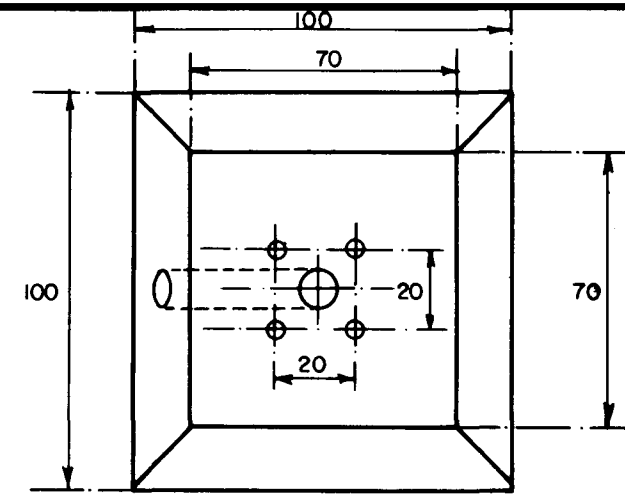
Fig 014-4 Cimentación de concreto para poste con semáforo sencillo y/o controlador local de semáforos



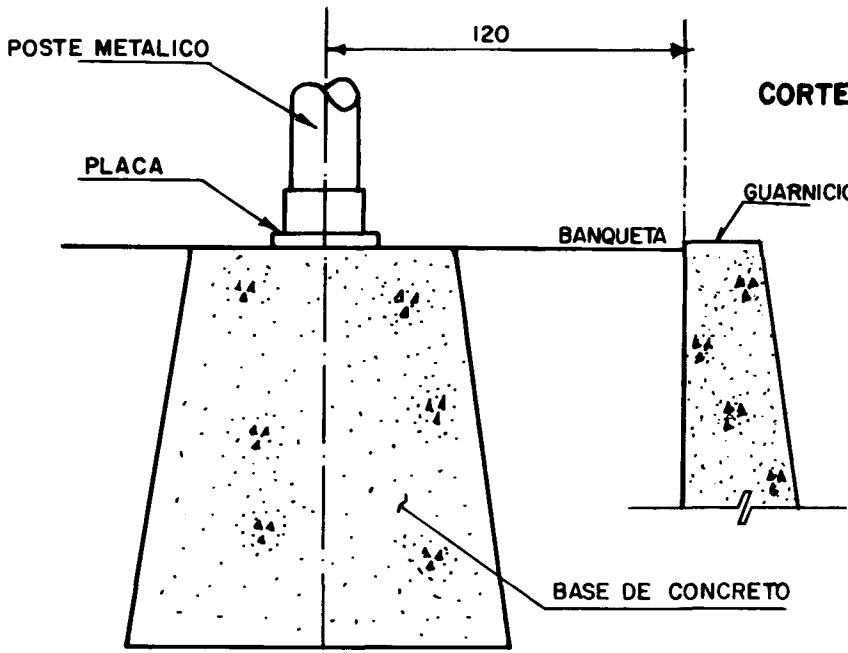
PLANTA-DETALLE DE PLACA



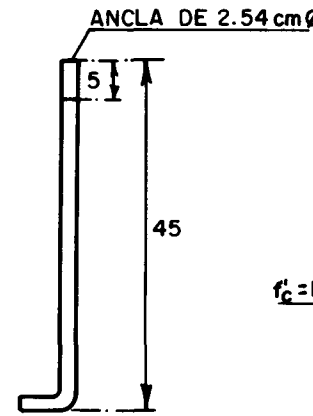
CORTE I-I-DETALLE DE PLACA



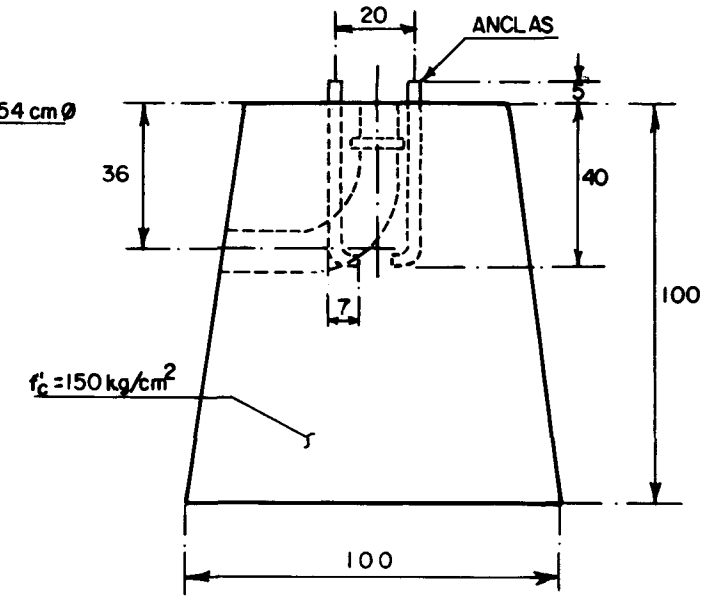
PLANTA



COLOCACION DE BASE EN BANQUETA



DETALLE DE ANCLA

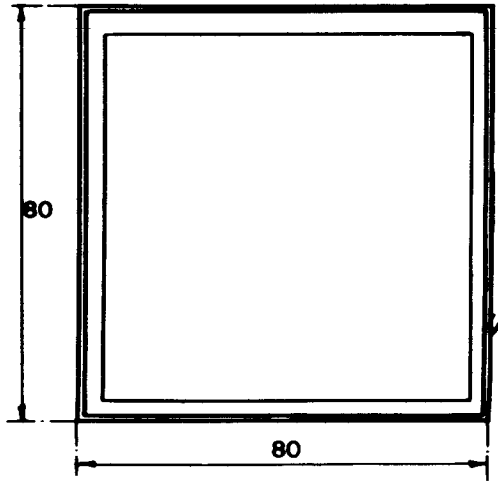


VISTA LATERAL

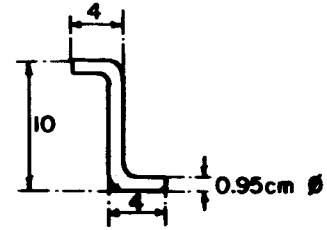
ACOTACIONES, EN cm
SIN ESCALA

Fig 014-5 Cimentación de concreto para poste tipo ménsula con semáforo

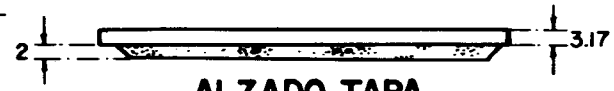
ACOTACIONES, EN cm
SIN ESCALA



PLANTA REGISTRO



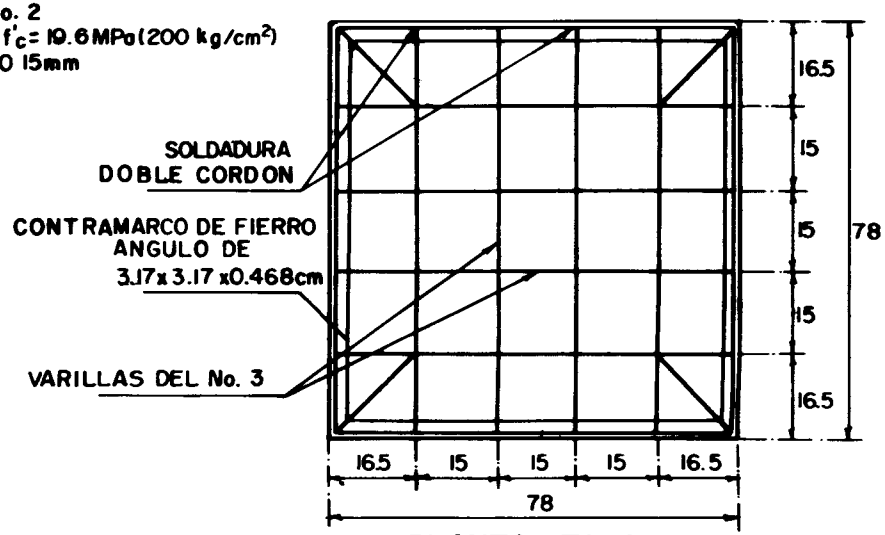
ANCLA DE CONTRAMARCO



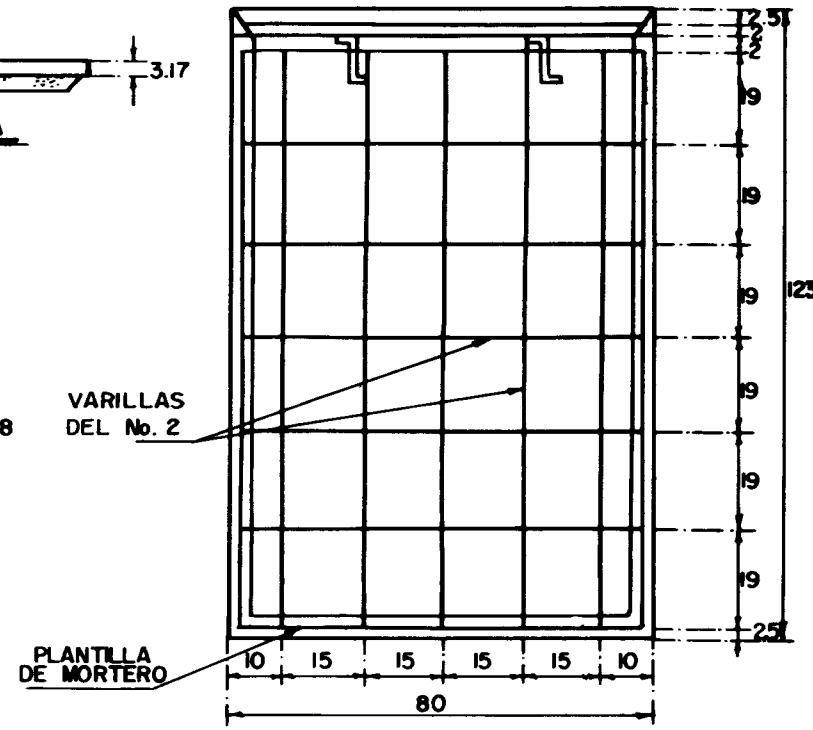
ALZADO TAPA

MATERIALES:

EN REGISTRO CONCRETO f'_c = 14.7MPa (150 kg/cm²)
AGREGADO MAXIMO 15 mm
VARILLAS DEL No. 2
TAPA CONCRETO f'_c = 19.6MPa (200 kg/cm²)
AGREGADO MAXIMO 15mm



PLANTA TAPA



ALZADO REGISTRO

Fig 014-6 Armado de registro de cruce de arroyo

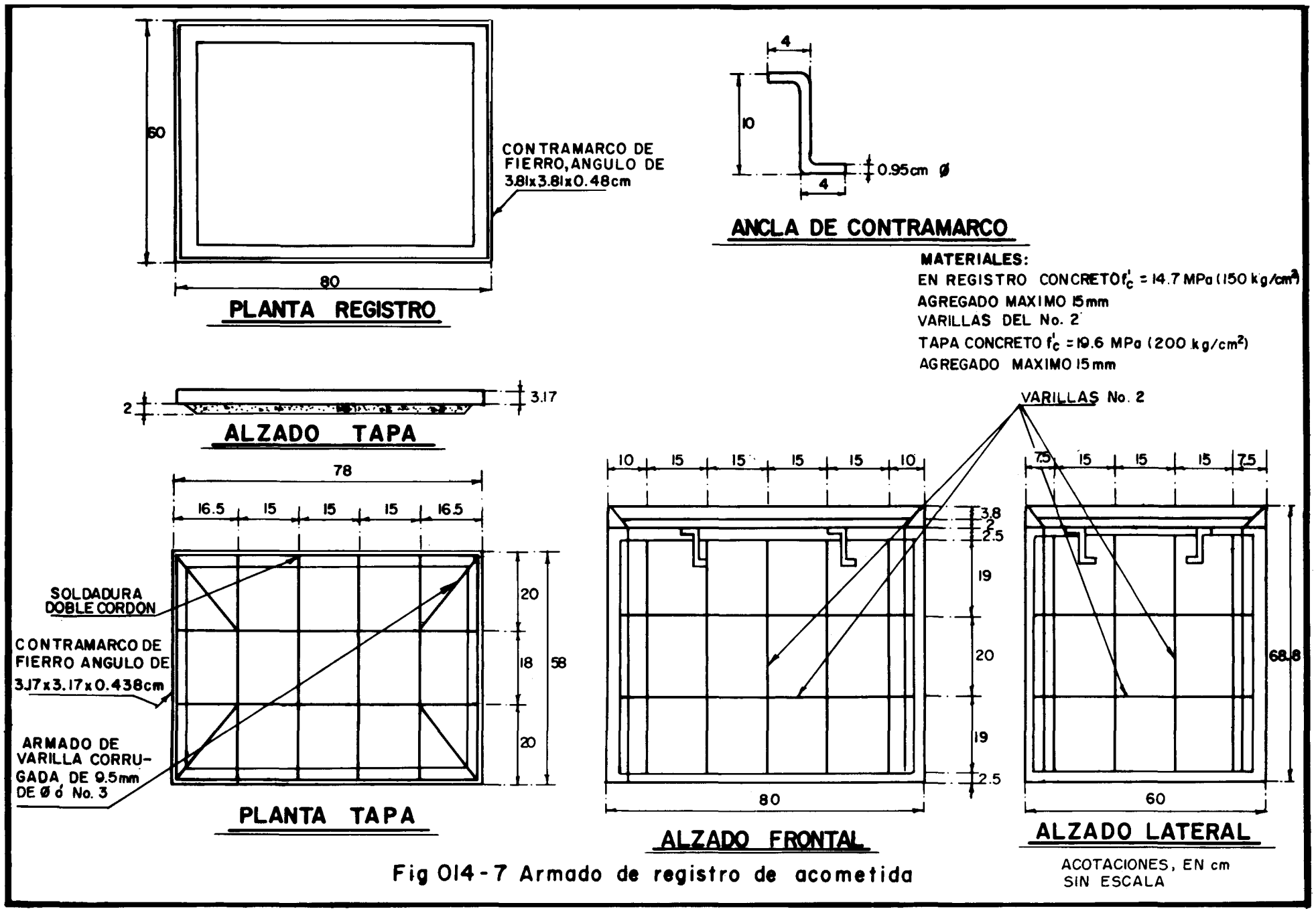


Fig 014-7 Armado de registro de acometida

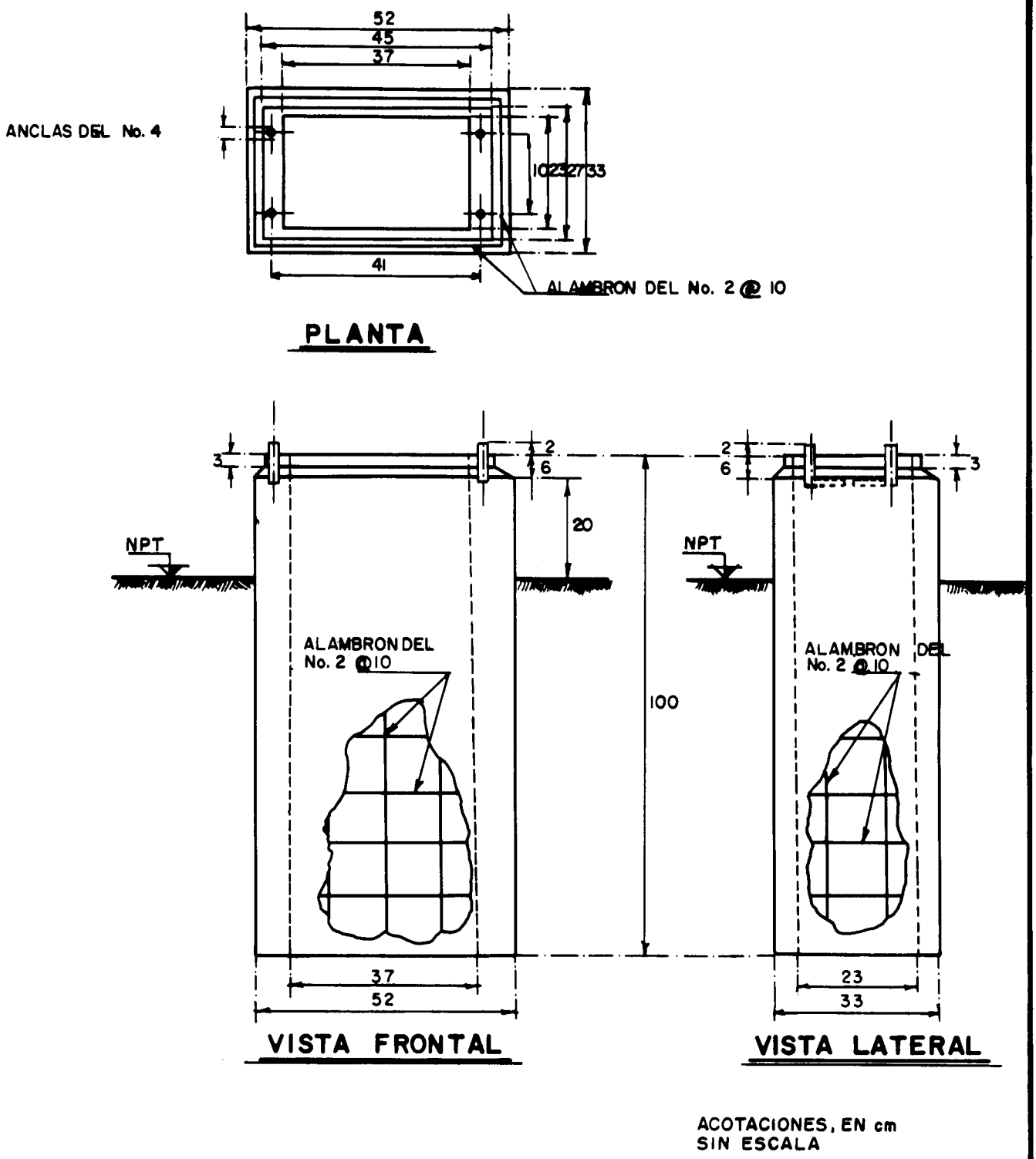
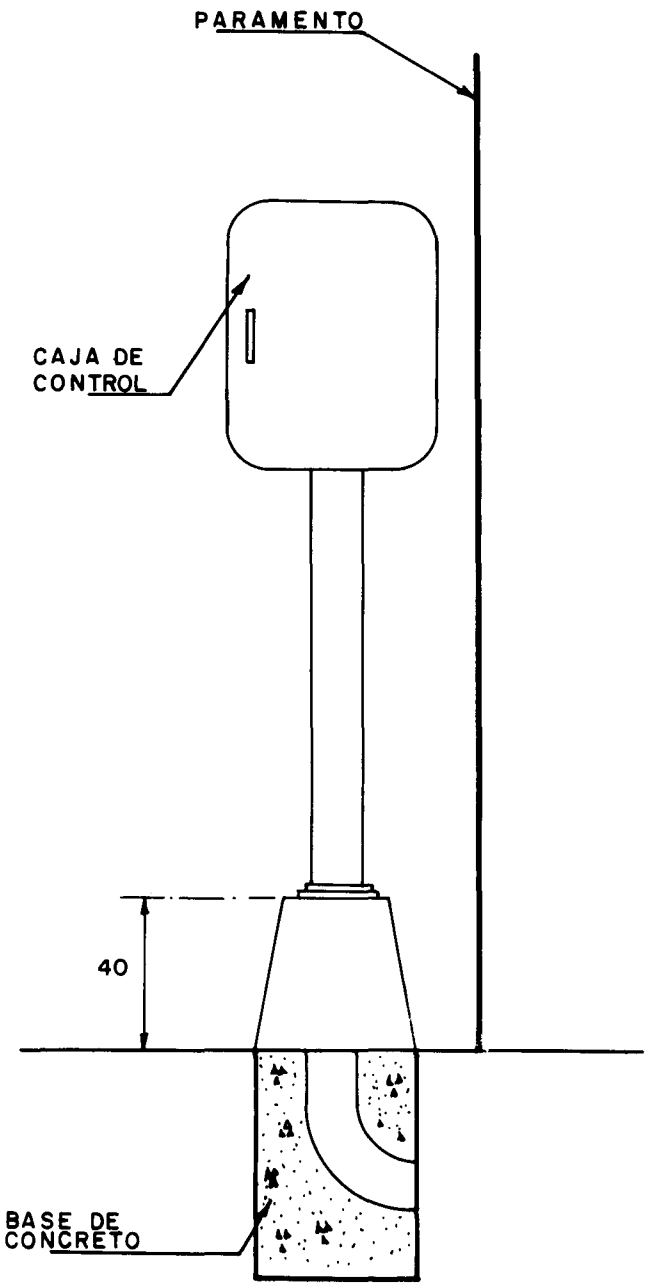


Fig 014-8 Detalle de cimentación para controlador local de semáforos tipo electrónico



ACOTACIONES, EN cm
SIN ESCALA

Fig 014-9 Detalle de controlador local de semáforos tipo electrónico

CAPITULO 3.01.06.015

PAVIMENTACION

015.B REFERENCIAS

Véase capítulo 3.01.07.005 de estas Especificaciones.

CAPITULO 3.01.06.016

RECONSTRUCCION Y CONSERVACION DE INSTALACIONES DIVERSAS

016.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de operaciones, trabajos y procedimientos necesarios para reubicar y rescatar instalaciones que interfieran o puedan interferir con las construcciones de las líneas del Metro de la Ciudad de México, de acuerdo con las soluciones del proyecto de las dependencias afectadas y con lo señalado por el Representante conforme al proyecto Metro.

016.E REQUISITOS DE EJECUCION

La reconstrucción y conservación de instalaciones de diversas obras inducidas se podrá desarrollar en forma independiente o paralela a las obras del Metro, de acuerdo con las actividades programadas y relativas a la solución de las interferencias. Las normas y/o especificaciones en que se apoyará cada una de las obras serán las consideradas por la dependencia u organismo afectado, o en su caso las que se dicten por el proyecto Metro, previa aprobación del organismo afectado. Las dependencias u organismos afectados podrán ser, a título enunciativo, las siguientes, sin considerar el orden en que se enlistan: Oficina de Alumbrado Público de la Dirección General de Obras Públicas del DDF, Compañía de Luz y Fuerza del Centro, Teléfonos de México, Sistema de Transportes Eléctricos del DDF, Ferrocarriles Nacionales de México, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Secretaría de Protección y Vialidad del DDF, Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica del DDF, Comisión Federal de Electricidad, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, Cablevisión, Instituto Mexicano del Seguro Social, etcétera.

016.E.01 RESCATES ARQUEOLOGICOS

Al detectarse un sitio con material arqueológico en el trazo de una línea del Metro, se procederá a trabajar la zona, con la rapidez necesaria para rescatar la información que se desee y adelantarse a las obras civiles, de acuerdo con las disposiciones de la Ley de Protección y Conservación de Monumentos Arqueológicos.

016.E.02 INSTALACIONES DE ALUMBRADO PUBLICO

De acuerdo con las normas y especificaciones del organismo en ciernes, deberán restituirse las instalaciones afectadas por las obras del Metro. En el transcurso de las obras, se colocará el nuevo alumbrado, además del alumbrado provisional a fin de que las calles permanezcan iluminadas.

016.E.03 INSTALACIONES DE TELEFONOS

La dependencia deberá conocer y en su caso supervisar, los trabajos de las interferencias tanto aéreas como subterráneas de líneas troncales; los equipos, herramientas y procedimientos durante los movimientos de desvíos, deberán ser los adecuados para proteger las instalaciones y para reubicarlos, según lo establecido en el o los proyectos de las dependencias en cuestión.

016.E.04 INSTALACIONES DEL SERVICIO DE TRANSPORTES ELECTRICOS

Para los transportes eléctricos, los desvíos o modificaciones de las instalaciones y rutas deberán reponerse de tal manera que éstas coincidan con las mismas vialidades durante la construcción del Metro, de acuerdo con lo establecido en el proyecto de la dependencia.

016.E.05 INSTALACIONES DE PETROLEOS MEXICANOS

Durante la construcción de las obras del Metro, las interferencias que se localicen, deberán desviarse de acuerdo con los proyectos de desvío que la dependencia proponga en común acuerdo con el Representante, además de la protección rigurosa de las instalaciones afectadas. La ejecución de los trabajos deberá efectuarse con el control riguroso exigido en cada caso, respetando las especificaciones de cada organismo o entidad. La dependencia elegirá el personal capacitado para efectuar estos trabajos.

016.E.06 INSTALACIONES FERROVIARIAS

Las interferencias que se localicen en las líneas del Metro, deberán efectuarse siguiendo los proyectos elaborados para cada solución y de acuerdo con la aprobación y supervisión de la dependencia en cuestión.

016.E.07 CONSERVACION Y/O REPOSICION DE INSTALACIONES DIVERSAS

Las diversas instalaciones que se localicen o interfieran con las obras del Metro, deberán reubicarse e instalarse de acuerdo con los proyectos elaborados para cada caso, previo acuerdo con la dependencia u organismo afectado por la construcción de las obras del Metro.

016.E.08 ADQUISICION DE PREDIOS

Una vez conocido el proyecto del Metro y determinadas las afectaciones necesarias y debidamente justificadas, se realizarán los levantamientos de los predios afectados, marcando en ellos la zona requerida. La adquisición de predios se hará conforme los procedimientos legales vigentes.

016.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001.F de "Introducción".

016.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.01.001.G de "Introducción".

CAPITULO 3.01.06.017

LIMPIEZA

017.B REFERENCIAS

Véase capítulo 3.01.01.010 de estas Especificaciones.

CAPITULO 3.01.07.001

INTRODUCCION

001.A ALCANCE

Se incluyen las especificaciones de construcción relativas a obras de urbanización de acuerdo con lo indicado en el proyecto.

Dentro de las características generales de las obras de urbanización podrán considerarse las siguientes:

a) Construcción y reconstrucción de pavimentos de las vialidades y estacionamientos.

b) Banquetas, guarniciones y andadores en plazas, paraderos y estaciones del Metro.

c) Pasos peatonales, en vialidades y zonas de las líneas del Metro.

d) Puentes para vehículos.

e) Pasos inferiores o deprimidos.

f) Muros de contención.

g) Areas jardinadas.

h) Señalamientos.

Para precisar el significado de algunos términos empleados en esta sección, se han formulado las definiciones de términos a que se refiere el capítulo 1.01.01.008 del Libro 1 "Generalidades y terminología".

001.B REFERENCIAS

Véase 3.01.01.001.B "Referencias" de este Libro.

001.C MATERIALES

Véase 3.01.01.001.C "Materiales" de este Libro.

001.D EQUIPO

Véase 3.01.01.001.D "Equipo" de este Libro.

001.E REQUISITOS DE EJECUCION

Véase 3.01.01.001.E "Requisitos de ejecución" de este Libro.

001.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001.F "Sistema de medición" de este Libro.

001.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

Véase 3.01.01.001.G "Conceptos de obra y base de pago" de este Libro.

CAPITULO 3.01.07.002

ADAPTACION DE LAS AREAS DE TRABAJO

002.B REFERENCIAS

Véase capítulo 3.01.01.002 de estas Especificaciones.

CAPITULO 3.01.07.003

LOCALIZACION Y TRAZO

003.B REFERENCIAS

Véase capítulo 3.10 del Libro 3 de las NGC-DDF.

CAPITULO 3.01.07.004

TERRACERIAS

004.A DESCRIPCION

La terracería se define como la estructura formada por excavaciones, terraplenes o rellenos necesarios de una obra vial, con objeto de fijar los niveles y alineamientos de proyecto. En algunos casos la terracería se complementa con otro material de mejores características o con algún producto, cal hidratada o cemento Portland.

Los terraplenes son estructuras ejecutadas con material producto de cortes o préstamos, de acuerdo con lo fijado en el proyecto y lo ordenado por el Representante. Se consideran también como tales, las cuñas contiguas a los estribos de puentes y de pasos a desnivel, la ampliación de la corona, el tendido de los taludes y la elevación de la subrasante en terraplenes existentes y el relleno de excavaciones adicionales abajo de la subrasante en cortes.

El mejoramiento con materiales naturales es la adición o sustitución de material de subrasante existente en la zona de que se trate, cuando éste sea de mala calidad, excesivamente arcillosos o húmedos, por otro material cuyas características deberán ser superiores para cada caso.

La estabilización de terracerías se entenderá como la resultante de los materiales seleccionados utilizados en la construcción de la capa subrasante, de la subbase o de la base y que se les ha incorporado un determinado producto para modificar algunas características físicas de los materiales y mejorar el comportamiento de las capas.

004.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Adaptación de las áreas de trabajo	3.01.01.002.E
Rellenos	3.01.03.009.C
Rellenos en cepas	3.01.06.007.B
Pavimentos	3.01.07.005.E
Terraplenes	DDF 3.16.E
Mejoramiento con materiales naturales	DDF 3.17.E
Estabilización de suelos	DDF 3.18.E
Excavaciones y cortes	DDF 3.15.E
Cementos	4.01.01.002.A
Cal hidratada	4.01.01.003.D
Materiales para terracerías	4.01.01.015.A
Materiales para revestimientos, subbases y bases	DDF 5.19

004.E REQUISITOS DE EJECUCION

Los procedimientos de ejecución, forma, etapas, calidad de materiales, lugares, niveles y elevaciones de las estructuras de terracerías, serán los indicados en cada caso por el proyecto y los ordenados por el Representante.

004.E.01 TERRAPLENES

En la construcción de terraplenes, se observarán los siguientes requisitos:

a) Para desplantar los terraplenes se deberá despalmar, escarificar, compactar, etc., de acuerdo con las condiciones del terreno existente, para eliminar los materiales inadecuados o evitar el corrimiento o deslizamiento de los terraplenes.

b) Los materiales a emplear en todos los casos para la formación de los terraplenes serán los aprobados por el Representante y deberán cumplir con las especificaciones de calidad establecidas por el proyecto, y de acuerdo con 4.01.01.015.A de estas Especificaciones.

c) La construcción del terraplén se hará por capas a todo lo ancho de la sección y con el espesor uniforme, ajustándose a lo siguiente:

   1. Si se ordena compactar, el espesor de las capas sueltas será tal que la compactación especificada pueda obtenerse en todo el espesor.

   2. Si el material no es compactable, el espesor de las capas será el mínimo que permita el tamaño máximo del material.

d) La compactación se considerará satisfactoria cuando el material alcance el grado de compactación indicado en el proyecto en todo el espesor y deberá verificarse mediante pruebas de laboratorio.

e) Tolerancias. Para dar por terminado un terraplén incluyendo su afinamiento, se verificará el alineamiento, el perfil y las secciones, en su forma, ancho, niveles y acabado, dentro de las tolerancias siguientes:

1. Distancia del eje de la calle a los hombros: + 10 cm

2. Distancia del eje de la calle a los ceros:

   En terraplenes hasta de 2 m de altura + 30 cm, − 5 cm

   En terraplenes de más de 2 m de altura + 50 cm, − 10 cm

3. Niveles en el eje de la calle y en los hombros: ± 5 cm

004.E.02 MEJORAMIENTO CON MATERIALES NATURALES

Cuando el material de la terracería sea de mala calidad, de acuerdo con la verificación de las pruebas de laboratorio, se podrá colocar o sustituir por un material de mejores características de acuerdo con lo indicado en el proyecto y lo ordenado por el Representante, ajustándose a los siguientes requisitos:

a) El material deberá cumplir con las especificaciones de calidad correspondientes y además deberá contar con la aprobación del Representante.

b) El grado de compactación, el espesor o capa del material por adicionar o sustituir, las operaciones de preparación, conformación, afine, etc., deberán ejecutarse en los niveles que señale el proyecto.

c) Para dar por terminada la construcción de la capa subrasante, incluyendo su afinamiento, se verificará que haya quedado dentro de las siguientes tolerancias:

   1. Ancho de la sección transversal del eje de la orilla: + 10 cm

   2. Espesores: ± 2 cm

   3. Niveles: ± 3 cm

   4. Profundidad máxima de las depresiones observadas colocando una regla de 3 m de longitud paralela y normalmente al eje: 2 cm

004.E.03 ESTABILIZACIONES

Cuando se requiera este tipo de mejoramiento en las terracerías se ajustará a los siguientes requisitos:

a) En general los tipos de estabilización de suelos, deberán cumplir con:

   1. El suelo estabilizado deberá tener el soporte necesario para resistir las cargas que transmitan las capas superiores de la estructura o del pavimento, en condiciones críticas de humedad de acuerdo con las características del drenaje.

   2. De acuerdo con las características físicas del suelo, deberá utilizarse el producto adecuado pudiendo ser cal, cemento o algún otro, que demuestre las características necesarias para obtener resultados satisfactorios. Cualquier producto que se emplee deberá ser aprobado por el Representante.

   3. La mezcla obtenida deberá ser completamente homogénea.

   4. El suelo estabilizado se compactará con la humedad óptima hasta alcanzar el grado mínimo de compactación especificado, con objeto de garantizar la máxima resistencia.

b) Por ningún motivo se deberán hacer trabajos de mezcla, tendido, afine y compactación cuando haya amenaza de lluvia.

c) Por ningún motivo deberán hacerse estabilizaciones cuando la temperatura ambiente sea inferior a 278 K (5°C).

d) La superficie estabilizada deberá protegerse de inmediato en la forma que indique el proyecto y que el Representante apruebe; no deberá abrirse al tránsito hasta que éste lo autorice.

e) El material estabilizado con cemento Portland se curará como lo fije el proyecto y lo ordene el Representante.

f) El Representante podrá en cualquier momento ordenar que se verifique el proporcionamiento de los materiales a utilizar en las estabilizaciones.

g) Tolerancias. Para dar por terminada una estabilización se verificarán el alineamiento, el perfil, la sección, la compactación, el espesor y el acabado de acuerdo con lo fijado en el proyecto y lo ordenado por el Representante y con las siguientes tolerancias:

   1. Ancho de la sección transversal del eje a la orilla: + 10 cm

   2. Niveles de superficie: ± 3 cm

   3. Pendiente transversal: ± 0.5 %

   4. Profundidad máxima de las depresiones observadas colocando una regla de 3 m de longitud: 2 cm

   5. Espesores: ± 2 cm

004.E.04 MUESTREO Y PRUEBAS DE LOS MATERIALES PARA MEJORAMIENTOS EN LAS TERRACERIAS

Los materiales que se empleen en las terracerías y en las mezclas, deberán ser muestreados y sometidos a las pruebas siguientes:

a) Los materiales tales como cemento, deberán cumplir con los requisitos de calidad de la cláusula 4.01.01.002.A; la cal hidratada cumplirá con los requisitos de calidad de la clásula 4.01.01.003.D; los materiales asfálticos con los requisitos del capítulo 5.21.1 del Libro 5, Parte Primera, de las Normas Generales de Construcción del DDF.

b) Excepto que el proyecto indique otros requisitos de calidad, los materiales mezclados con cemento o con cal hidratada deberán cumplir con los requisitos establecidos en la cláusula 5.19.04 del Libro

5, Primera Parte de las Normas Generales de Construcción del DDF.

c) Salvo indicación en contrario, los muestreos de los materiales para terracerías se llevarán a cabo en la siguiente forma:

1. Al iniciarse su empleo en la obra y cada vez que sea cambiada su procedencia.

2. Cuando en una obra se empleen materiales de una misma fuente para cada capa y la calidad sea uniforme y buena, podrá dejar de muestrearse hasta dos meses como máximo; transcurrido este tiempo deberán actualizarse los resultados de laboratorio para cada tipo de material.

3. Cuando se observen cambios visuales en las características de los materiales, aun siendo de la misma fuente de abastecimiento, el Representante tendrá la facultad de ordenar se hagan los muestreos necesarios para garantizar la buena calidad de la obra en cualquier momento.

004.E.05 FORMACION DE LA SUBRASANTE

a) Despalmes y cortes. Cuando se ejecuten estos trabajos deberán considerarse los siguientes requisitos:

1. Se despalmará la superficie en todo el ancho del pavimento, incluyendo las guarniciones y se retirará el material producto del despalme al lugar aprobado por el Representante.

2. El espesor de cada capa despalmada deberá ser la indicada en las especificaciones del proyecto, en cada caso particular de la obra.

3. El corte para llegar al nivel de desplante de la subbase y las excavaciones necesarias, se harán de manera de tener un drenaje adecuado.

4. Se respetarán todas las referencias topográficas durante la construcción, tales como alineamiento, niveles y señalamientos.

b) Terraplenes o rellenos. Cuando se ejecuten estos trabajos, deberán considerarse los siguientes requisitos:

1. Cuando las terracerías requieran de algún tratamiento de mejoramiento, éste deberá ajustarse a las tolerancias y pruebas indicadas en este capítulo, según corresponda.

2. Cuando la subrasante esté constituida por la última capa del relleno colocado sobre el cajón subterráneo del Metro, dicha capa deberá ser compactada al 95 por ciento de su peso volumétrico seco máximo y su espesor será de 30 cm, excepto cuando el proyecto indique otros valores (véase 3.01.03.009 "Rellenos sobre cajón subterráneo").

3. El material producto del corte que sea aprobado para utilizarse, se empleará en el relleno de depresiones, zanjas y guarniciones. Las zonas donde se coloque relleno deberán estar libres de tocones, raíces o cualquier materia vegetal o extraña a la construcción del pavimento. Cada capa de terraplén deberá escarificarse, mezclarse, tenderse uniformemente y compactarse.

4. Los bancos de préstamo para obtener material para terraplén deberán ser aprobados por el Representante.

5. Antes de colocar el terraplén se escarificará la superficie del terreno natural hasta la profundidad y en el grado de compactación indicado por el proyecto y ordenado por el Representante.

6. El equipo de compactación que se use será capaz de lograr el grado de compactación especificado; cuando la zona sea inaccesible al equipo compactador, se emplearán pisones mecánicos para obtener la compactación requerida. El equipo deberá ser aprobado por el Representante.

004.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001.F de "Introducción".

004.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.01.001.G de "Introducción".

CAPITULO 3.01.07.005

PAVIMENTOS

005.A DESCRIPCION

Pavimento es la capa o conjunto de capas comprendidas entre la subrasante y la superficie de rodamiento y cuya función es soportar las cargas rodantes y transmitirlas a las terracerías, distribuyéndolas en tal forma que no produzcan deformaciones perjudiciales.

005.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Adaptación de las áreas de trabajo	3.01.01.002.E
Trazos y nivelaciones	DDF 3.10.F
Terracerías	3.01.07.004.E
Subbase	DDF 3.19.E
Base	DDF 3.20.E
Carpetas y riegos asfálticos	DDF 3.22.E
Losas de concreto hidráulico y pavimentos de adoquín	DDF 3.23.E
Señalamientos	3.01.07.012
Cementos	4.01.01.002.A
Agregados para concreto	4.01.01.002.B
Aditivos para concreto	4.01.01.002.D
Líquidos para curado de concreto	4.01.01.002.E
Concreto hidráulico	4.01.01.002.G
Materiales metálicos para cimbras	4.01.01.008.B
Materiales para terracerías	4.01.01.015.A
Materiales para subbase de pavimentos flexibles	4.01.01.015.B
Materiales para base hidráulica y subbase de pavimentos rígidos	4.01.01.015.C
Materiales asfálticos	4.01.01.015.D
Materiales pétreos para carpetas y mezclas asfálticas	4.01.01.015.E
Losas de concreto hidráulico para pavimentos	4.01.01.015.F
Adoquines de concreto	4.01.01.015.G
Materiales para juntas constructivas	4.01.01.016.C y D
Renivelación de cajas de agua, brocales, coladeras de piso y banquetas	DDF 3.11.E
Colocación de brocales, coladeras de piso y de banqueta	DDF 3.12.E
Seguridad	3.01.07.013.E

005.E REQUISITOS DE EJECUCION

005.E.01 FORMACION DE LA CAPA DE SUBBASE PARA PAVIMENTO FLEXIBLE

Una vez que la capa subrasante esté terminada y aprobada por el Representante, se formará la capa de subbase con los espesores que indique en cada caso el proyecto, ajunstándose a los siguientes lineamientos:

a) Se calculará el volumen del material acamellonado de tal manera que no se tiendan capas mayores de 15 cm de espesor de material compactado.

b) La compactación se considerará satisfactoria cuando el material alcance un grado mínimo del 95 por ciento con una tolerancia de −2 por ciento de su peso volumétrico seco máximo en todo el espesor y deberá verificarse mediante pruebas de laboratorio, las cuales se harán hasta que no haya huellas de las ruedas de las compactadoras.

c) La superficie deberá quedar perfectamente afinada y nivelada de acuerdo con las pendientes longitudinales y transversales que fije el proyecto, y exento de baches, los cuales, en caso de existir, deberán ser extraídos y repuestos con material adecuado dándoles la compactación especificada.

005.E.02 FORMACION DE LA CAPA DE BASE PARA PAVIMENTO FLEXIBLE Y SUBBASE PARA PAVIMENTO RIGIDO

Cuando la capa de subbase o en su caso la capa subrasante haya sido recibida a completa satisfacción del Representante, se construirá la capa de base en

el espesor que fije el proyecto y tomando en cuenta lo siguiente:

a) La compactación se considerará satisfactoria cuando el material alcance un grado mínimo de 98 por ciento con una tolerancia de ± 2 por ciento de su peso volumétrico seco máximo, verificado mediante pruebas de laboratorio, las cuales se efectuarán hasta que no haya huellas de las ruedas.

b) La superficie deberá quedar perfectamente afinada, con textura uniforme sin ondulaciones y estará de acuerdo con las pendientes longitudinales y transversales que fije el proyecto; tampoco deberán existir baches.

005.E.03 RIEGO DE IMPREGNACION

Cuando la capa de base para pavimento flexible o subbase para pavimento rígido haya sido recibida a completa satisfacción del Representante, se podrá aplicar un riego de impregnación de acuerdo a lo siguiente:

a) La superficie de aplicación deberá estar seca y barrida.

b) Los riegos de impregnación serán del tipo FM-1 o FM-0; la cantidad deberá ser la indicada por el proyecto o en su caso deberá ser de 1.2 a 1.8 l/m^2 o 1.0 a 1.2 l/m^2, respectivamente.

c) El riego de impregnación no deberá aplicarse cuando amenace lluvia, cuando la superficie se encuentre mojada o cuando la intensidad del viento impida la distribución uniforme del producto; de preferencia deberá colocarse en las horas más calurosas del día.

d) La superficie impregnada deberá presentar un aspecto uniforme y el material asfáltico deberá estar superficialmente bien adherido al material de la base hidráulica; la penetración del riego no deberá ser menor de 4 mm y la absorción total deberá presentarse en no más de 24 horas. El material que pudiera formar charcos, por exceso acumulado, se deberá retirar inmediatamente por medio de cepillos.

e) La superficie impregnada deberá ser cerrada al tránsito por un lapso mínimo de 48 horas.

005.E.04 RIEGO DE LIGA

Salvo lo indicado en el proyecto y lo ordenado por el Representante, en el riego se observarán los siguientes lineamientos:

a) Podrá aplicarse a las bases o subbases impregnadas antes del tendido de la carpeta asfáltica; también se aplica entre la base asfáltica y la carpeta asfáltica o entre pavimento existente (carpeta asfáltica o concreto hidráulico) y carpeta asfáltica cuando se trate de una sobrecarpeta.

b) Antes de aplicar el riego de liga sobre la base impregnada, ésta deberá ser barrida para dejarla exenta de materias extrañas y polvo.

c) Se deberá aplicar un riego de liga con producto asfáltico FR-3 en la proporción indicada por el proyecto, o en su caso a razón de 0.5 a 0.8 l/m^2.

d) El riego de liga no estará expuesto por más de 10 horas sin tender la mezcla asfáltica. Si dicho lapso de exposición es mayor se repetirá la aplicación con la proporción aprobada por el Representante o en su caso, de 0.2 l/m^2.

005.E.05 CONSTRUCCION DE LA CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO

a) El material que se emplee para la carpeta será un material triturado y cribado a un tamaño máximo de 19 mm (¾ pulg) con cemento asfáltico No. 6 y deberá cumplir con los requisitos de calidad establecidos en la cláusula 4.01.01.015.E.

b) La carpeta asfáltica deberá tener el espesor indicado en el proyecto y deberá compactarse a un grado mínimo del 95 por ciento con una tolerancia de ± 2 por ciento de su peso volumétrico.

c) Excepto que el proyecto y el Representante indiquen lo contrario, el concreto asfáltico deberá tenderse a una temperatura no menor de 383 K (110°C) con un espesor uniforme; inmediatamente después del tendido se deberá planchar uniforme y cuidadosamente por medio de una aplanadora tipo tándem de 58.8 a 78.5 kN (6 a 8 t) de peso para dar acomodo inicial a la mezcla; este planchado deberá efectuarse longitudinalmente a "media rueda". A continuación se compactará la carpeta en formación utilizando compactadores de llantas neumáticas de 78.5 kN (8 t); inmediatamente después se empleará una plancha de rodillo liso de 98.1 kN (10 t) para borrar las huellas que dejen los compactadores de llantas neumáticas.

d) La compactación de la carpeta deberá terminarse a una temperatura no menor de 343 K (70°C); no deberá tenderse concreto asfáltico sobre una base húmeda, encharcada o cuando esté lloviendo.

005.E.06 RIEGO DE SELLO

a) Una vez compactada y recibida la carpeta asfáltica y que ésta haya adquirido la temperatura ambiente deberá barrerse perfectamente la superficie dejándola libre de polvo e impurezas.

b) Excepto que el proyecto y el Representante indiquen otro material para sello, se aplicará un riego de sello sobre la carpeta construida, con lechada de cemento Portland tipo I o puzolánico a razón de 0.75 kg/m^2, tallándose enérgicamente hasta lograr una superficie uniforme. Se dejará reposar este sello cuando menos seis horas, para evitar que el tránsito lo levante.

005.E.07 CONSTRUCCION DE LOSAS DE CONCRETO HIDRAULICO PARA PAVIMENTO

Una vez que la capa de subbase haya sido recibida a satisfacción del Representante y tomando en cuenta lo indicado en 005.E.02 de este capítulo, se observarán los siguientes lineamientos:

a) Cuando las losas sean de concreto hidráulico con acero de refuerzo, el proyecto fijará el tipo, diámetro, espaciamiento y posición del acero, además de las dimensiones y los espesores de las losas.

b) Cimbra. La cimbra podrá ser metálica, con una altura igual al espesor de las losas y se ajustará a lo siguiente:

1. Las secciones de las cimbras deberán unirse de tal manera que no se desplacen en ninguna dirección; la tolerancia en el alineamiento será de ± 6 milímetros.

2. Los moldes se engrasarán o aceitarán y se asegurarán firmemente a la superficie de la subbase para impedir su deslizamiento al colar el concreto y no deberán removerse antes de 8 a 12 horas después de colocar el concreto, excepto cuando el proyecto indique otro lapso.

c) Colocación del concreto hidráulico

1. Antes de iniciar el colado, el Representante autorizará las superficies de subbase que deberán estar preparadas para recibir el concreto.

2. Para la elaboración, muestreo y prueba del concreto, se deberán cumplir las especificaciones de calidad establecidas en 4.01.01.002.G de estas Especificaciones.

3. El aditivo empleado deberá ser aprobado por el Representante, mediante pruebas en laboratorio.

4. Las resistencias mínimas a la compresión y a la flexión a la edad de 7 o 28 días y el revenimiento de la mezcla, serán los indicados en el proyecto.

5. Todas las características de los concretos deberán ser verificadas durante la ejecución de los trabajos.

6. Será conveniente que la revolvedora o el camión vierta directamente sobre el punto de colocación del concreto para prevenir su segregación. La altura de caída del concreto no deberá ser mayor de 50 cm. La revoltura se distribuirá uniformemente sobre la superficie preparada y se compactará mediante vibrador de inmersión, seguido de una regla vibratoria hasta lograr una compactación uniforme y la eliminación de huecos.

7. Inmediatamente después de terminadas las operaciones de acabado de la superficie se procederá al curado, aplicando a la superficie expuesta una membrana impermeable que impida la evaporación del agua que contiene la masa de concreto. La clase, cantidad y forma de aplicación del producto que se emplee serán fijados en el proyecto y ordenados por el Representante. Sólo mediante autorización previa del Representante se podrá usar otro método de curado.

8. El pavimento de concreto hidráulico terminado deberá protegerse con barreras al tránsito de vehículos o personas por un tiempo mínimo de siete días, si se emplea cemento de resistencia rápida y 14 días con cemento de resistencia normal, excepto cuando se indiquen otros lapsos.

d) Las juntas longitudinales y transversales deberán construirse del tipo, dimensiones y con la ubicación que fije para cada una de ellas el proyecto; excepto que se indique lo contrario las juntas se ajustarán a los siguientes lineamientos

1. Las losas de concreto deberán construirse en tableros contiguos longitudinales. Se deberán colocar juntas articuladas longitudinales, del tipo machihembrado, cuyos detalles podrán ser en forma similar a los indicados en la fig 005-1; sobre la superficie superior de esta junta salvo indicación en contrario, se hará una ranura de 1.3 cm de ancho y con una profundidad de 2.5 cm, la cual deberá rellenarse con un sellador para juntas.

2. Transversalmente deberán colocarse juntas de contracción y expansión, que irán en forma alternada.

3. La junta de expansión deberá tener un material compresible de 1.3 cm de espesor en toda la altura de la losa, en el cual se formará una ranura retirando el material en una profundidad de 2.5 cm a partir de la cara superior de la losa; la ranura se rellenará con sellador para juntas de expansión horizontal. Las barras lisas de refuerzo se engrasan en la mitad correspondiente al casquillo de la siguiente losa para evitar que se adhiera.

4. La junta de contracción tendrá una ranura de 1.3 cm de ancho y una profundidad de 2.5 cm; esta ranura también deberá rellenarse con material de sellado. Las barras deberán engrasarse en la mitad de su longitud para permitir su movimiento (fig 005-2).

5. Los materiales empleados en las juntas de las losas de concreto deberán cumplir con lo especificado, según corresponda, en el capítulo 4.01.01.016 de estas Especificaciones.

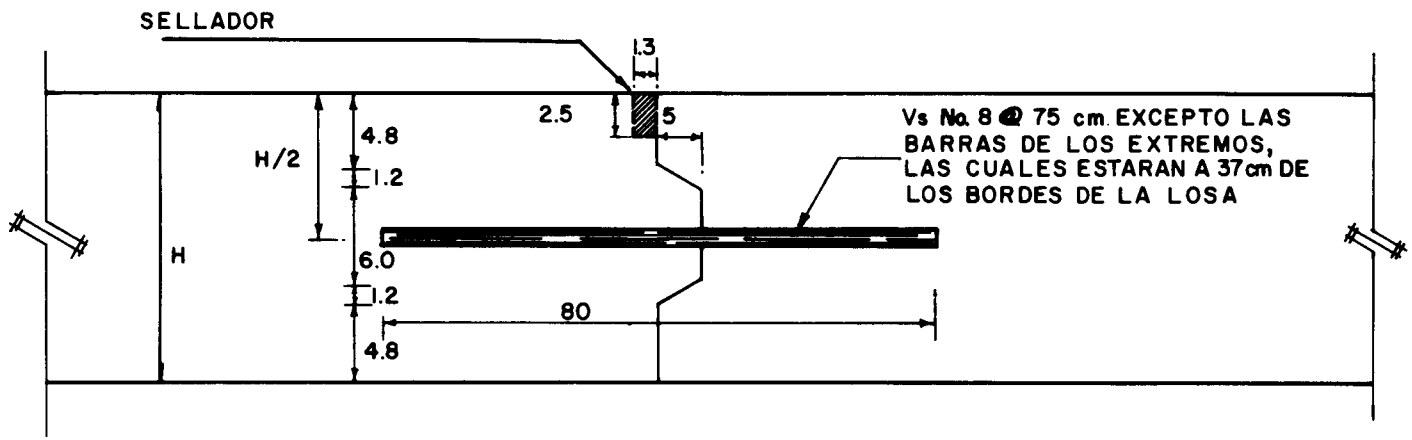
e) Tolerancias en losas de concreto hidráulico. Para dar por terminada la construcción de las losas de concreto hidráulico, se verificará el alineamiento, el perfil y la sección en su forma, espesor, anchura y acabado de acuerdo con lo indicado en el proyecto, o en su caso con las siguientes tolerancias:

1. Anchura de la superficie, del eje a la orilla: ± 1 cm

2. Pendiente transversal con respecto a la de proyecto: ± 0.5 %

3. Profundidad máxima de las depresiones colocando una regla de 3 m de longitud paralela al eje del camino y con espaciamiento de 2 m entre cada prueba: 0.5 cm

4. En el 80 por ciento como mínimo del número total de los espesores determinados, donde "e_r" es el espesor determinado o real y "e" espesor de proyecto: $e_r \geq e$

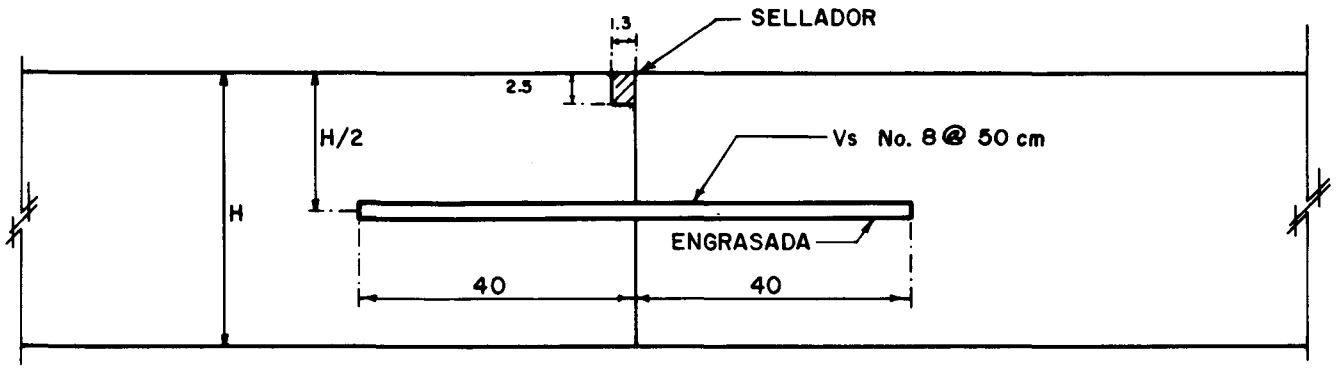


ACOTACIONES, EN cm
SIN ESCALA

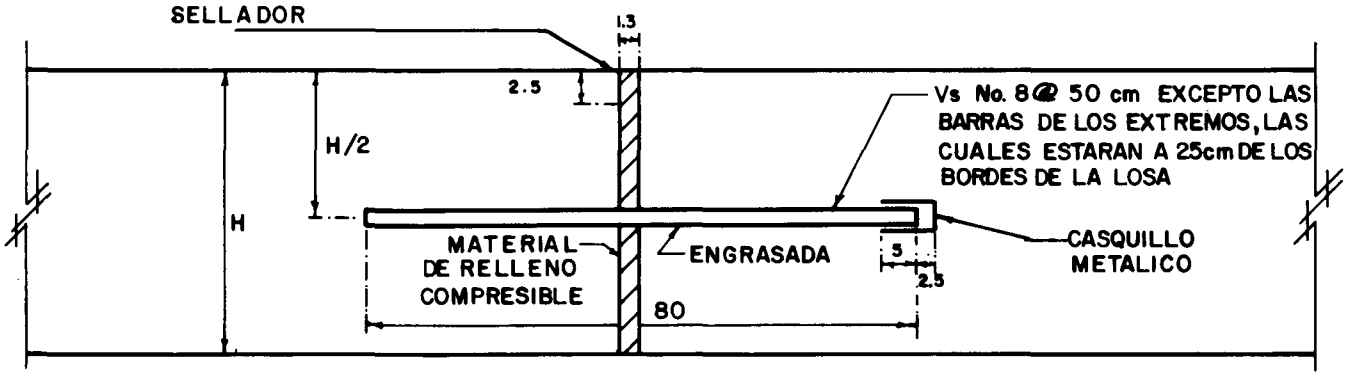
N O T A :

LAS BARRAS DEBERAN SER LISAS

Fig 005-1 Junta longitudinal



JUNTA TRANSVERSAL DE CONTRACCION



ACOTACIONES, EN cm
SIN ESCALA

NOTA:

LAS BARRAS DEBERAN SER LISAS

Fig 005-2 Junta transversal de contracción

5. En el 20 por ciento como máximo del número total de los espesores determinados: $e_r \geq e - 0.5$ cm

005.E.08 CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS DE ADOQUIN

a) La construcción de pavimentos adoquinados podrá realizarse en tres formas, esto es utilizando como apoyo para el adoquín una carpeta asfáltica, una capa de mortero cemento-arena o bien, una cama de arena. A continuación se describen los lineamientos que deberán seguirse en cada alternativa.

b) Construcción de pavimentos de adoquín sobre carpeta esfáltica.

1. Para el tendido de la carpeta de concreto asfáltico deberá considerarse lo indicado en 005.E.05 de este capítulo, con las siguientes modificaciones: el material que se emplee para esta carpeta será un pétreo triturado y cribado a tamaño máximo de 5.0 mm, compactado al 95 por ciento con una tolerancia de ± 2 por ciento de su peso volumétrico.

2. Sobre la carpeta asfáltica se colocará una cama de arena gruesa bien graduada sobre la que se apoyarán los adoquines; la arena deberá cumplir con los requisitos de calidad establecidos en 4.01.01.002.B y deberá tener un límite líquido menor de 20 por ciento y un índice de plasticidad menor de 6 por ciento y en ningún caso deberá contener materia orgánica. La cama de arena tendrá una tolerancia en el espesor de ± 10 milímetros.

3. Para evitar deformaciones en la superficie terminada una vez colocado el adoquín, deberá evitarse pisar o caminar sobre la cama de arena suelta, y al colocar cada adoquín sólo deberá golpearse ligeramente con un mazo de hule para ubicarlo correctamente sin tratar de llevarlo a su posición final. La cama de arena se compactará una vez colocado el adoquín.

4. Entre las guarniciones deberán colocarse medias piezas para llenar los huecos; si éstos son menores que el correspondiente a una media pieza, podrán rellenarse con mortero cemento-arena en proporción 1:4, excepto cuando se indique lo contrario.

5. Las piezas de adoquín deberán cumplir con los requisitos de calidad establecidos en 4.01.01.015.G de estas Especificaciones.

6. Una vez colocados los adoquines, se sellarán las juntas esparciendo sobre ellos arena fina bien graduada, con tamaño máximo de 2.36 mm (NOM M-2.36; ASTM No. 8) y se hará pasar una placa o rodillo vibratorio para compactar la cama de arena e introducirla en las juntas. La placa o rodillo vibratorio tendrá un peso aproximado de 14.7 kN (1.5 t) y se le hará pasar un mínimo de tres veces por cada punto de la superficie. Finalmente se barrerá la superficie para eliminar el exceso de arena.

c) Construcción de pavimentos de adoquín sobre una base hidráulica.

1. Sobre el terreno escarificado y compactado se tenderá una capa de base hidráulica con el espesor indicado en el proyecto, hasta alcanzar el grado de compactación especificado, de acuerdo con lo indicado en el inciso 005.E.02 de este capítulo.

2. Se deberán seguir los lineamientos de los subpárrafos 2, 3, 4, 5 y 6 de 005.E.08.b anterior.

d) Construcción de pavimentos de adoquín sobre una base de mortero cemento-arena. La colocación del pavimento adoquinado utilizando este apoyo, se hará en forma semejante a lo indicado en 005.E.08.c anterior, excepto lo siguiente:

1. Una vez finalizada la compactación de la capa de material de base, se humedecerá la superficie e inmediatamente después, se efectuará la colocación de la cama de mortero cemento-arena con la proporción y espesor indicado por el proyecto.

2. Colocada y nivelada la cama de mortero, se procederá a alojar sobre ella los adoquines, sin dejar una separación mayor que la necesaria para colocar hiladas de adoquines alineadas. Los adoquines deberán quedar ahogados en el mortero 2 cm aproximadamente, con el objeto de no facilitar su desprendimiento; al colocar cada adoquín sólo deberá golpearse ligeramente con un mazo de hule para ubicarlo correctamente.

3. Una vez colocados los adoquines, se sellarán las juntas con mortero. Esta actividad deberá realizarse en forma detallada tratando de no alterar la superficie aparente de los adoquines.

e) Tolerancias en la construcción de pavimentos con adoquín. Para dar por terminada la construcción de los pavimentos de adoquín, se verificará el alineamiento, el perfil y la sección en su forma, espesor, anchura y acabado de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o con lo ordenado por el representante o con base en las tolerancias mencionadas a continuación.

1. Para aceptar el trabajo, el nivel de cualquier punto no deberá diferir en más de 10 mm respecto al nivel de proyecto.

2. La deformación máxima medida en la superficie terminada mediante una regla de 3 m de longitud colocada paralelamente a la superficie no deberá ser mayor que 10 mm, excepto donde el proyecto así lo exija para efectos de buen drenaje.

3. El nivel entre dos adoquines vecinos no deberá ser mayor de 3 milímetros.

005.E.10 CONTROL DE CALIDAD EN LA CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS

Durante la construcción de los pavimentos deberán efectuarse las pruebas de control que en número mínimo se establecen en este inciso; mediante estas pruebas se constatará que se cumplen las especificaciones de calidad consignadas en el capítulo 4.01.01.015. También, deberán llevarse a cabo mediciones de espesores de capas y nivelaciones, para

constatar que la geometría obtenida en el pavimento está dentro de las tolerancias que también se establecen en estas Especificaciones. De no cumplirse con los requisitos de calidad y/o de tolerancias geométricas, la capa o capas defectuosas deberán ser repuestas por el Contratista.

a) Pruebas en materiales de bancos de préstamo.

1. Se deberán efectuar periódicamente muestreos del material de los bancos de préstamo para subbase y base hidráulica. Con las muestras colectadas se llevarán a cabo las pruebas de laboratorio necesarias para determinar las propiedades enumeradas en el capítulo 4.01.01.015 para los materiales de las distintas capas y constatar que se satisfacen las restricciones establecidas.

2. La frecuencia con que se realicen estos muestreos dependerá del cambio de homogeneidad que se observe en el material del frente de explotación en el banco, a juicio del Representante. Sin embargo, deberá efectuarse como mínimo una serie de pruebas por semana.

b) Mediciones en subbases y bases compactadas.

1. Para dar por terminada la construcción de la subbase y de la base, se verificará el perfil, compactación, espesor y acabado y deberán satisfacerse las siguientes tolerancias:

	Subbase	**Base**
Profundidad máxima de las depresiones observadas colocando una regla de 3 m de longitud paralela y normalmente al eje	2 cm	1.5 cm
Pendiente transversal	0.5 %	0.5 %

En los puntos de verificación de espesores por sondeo y nivelación, situados como se indica en la fig 005-3, los espesores medidos de la subbase y/o base, deberán cumplir las siguientes restricciones:

Para la subbase:

$$\sqrt{\frac{(e_1 - \bar{e})^2 + (e_2 - \bar{e})^2 + \ldots + (e_n - \bar{e})^2}{n}} \leq 0.03\,\bar{e}$$

y $e_r - \bar{e} \leq 0.15\,e$

en el 84 por ciento de las mediciones realizadas, como mínimo.

Para la base:

$$\sqrt{\frac{(e_1 - \bar{e})^2 + (e_2 - \bar{e})^2 + \ldots + (e_n - \bar{e})^2}{n}} \leq 0.28\,\bar{e}$$

y $\left|e_r - e\right| \leq 0.15\,e$

en el 90 por ciento de las mediciones realizadas, como mínimo.

Para el espesor combinado de subbase más base:

$$\sqrt{\frac{(e_1 - \bar{e})^2 + (e_2 - \bar{e})^2 + \ldots + (e_n - \bar{e})^2}{n}} \leq 0.02\,\bar{e}$$

y $e_r - e \leq 0.15\,e$

en el 95 por ciento de las mediciones realizadas, como mínimo

donde:

e	Espesor de proyecto.
$e_1, e_2, \ldots, e_n$	Espesores reales encontrados al efectuar los sondeos y nivelaciones.
$\bar{e} = \frac{e_1 + e_2 + \ldots + e_n}{n}$	Espesor real promedio correspondiente a todos los puntos de prueba.
n	Número de verificaciones del espesor.

En las nivelaciones para verificar los espesores, se nivelará la corona de la subrasante terminada en cada una de las secciones transversales indicadas en la fig 005-3; se deberá emplear un nivel fijo y se comprobará la nivelación. Una vez terminada la subbase, se volverán a nivelar los mismos puntos en las secciones anteriormente señaladas. A partir de las cotas de ambos seccionamientos, se obtendrán los espesores de la subbase compactada. Al terminar la base se repetirá el procedimiento para obtener el espesor de la base y el combinado de subbase más base.

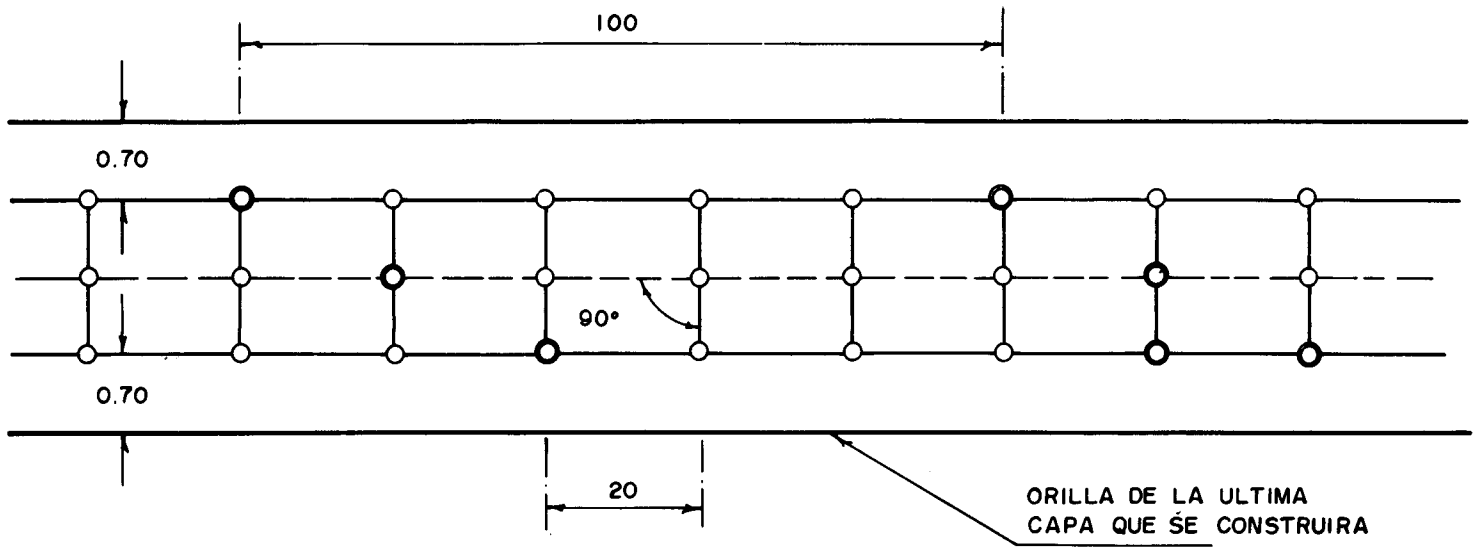
2. La distribución de los sitios donde se lleven a cabo los sondeos para las verificaciones simultáneas de compactación y de espesor de capas, deberá ser la indicada en la fig 005-3. La compactación medida en los sondeos efectuados no deberá ser menor que la especificada en el proyecto de los pavimentos para cada tapa. Se tomarán en cuenta las siguientes precauciones al efectuar los sondeos de verificación:

   — No deberá dañarse la parte contigua a los sondeos.

   — Después de la medición de compactación y espesor se deberá rellenar el hueco en cada uno de los sondeos usando el mismo tipo de material de subbase y/o base según corresponda; se compactará el material de relleno hasta obtener el grado fijado por el proyecto y se deberá enrasar la superficie con la original de la subbase y/o base según corresponda.

c) Pruebas en la carpeta de concreto asfáltico.

1. Para que pueda considerarse adecuado el tendido y compactación de la carpeta asfáltica se deberán cumplir los siguientes requisitos:



SIMBOLOGIA:

○ PUNTOS DE NIVELACION

◎ PUNTOS DE NIVELACION Y SONDEO

PLANTA

ACOTACIONES, EN m
SIN ESCALA

Fig 005-3 Distribución de los sondeos para verificar espesor y compactación de la subbase y/o base hidráulica

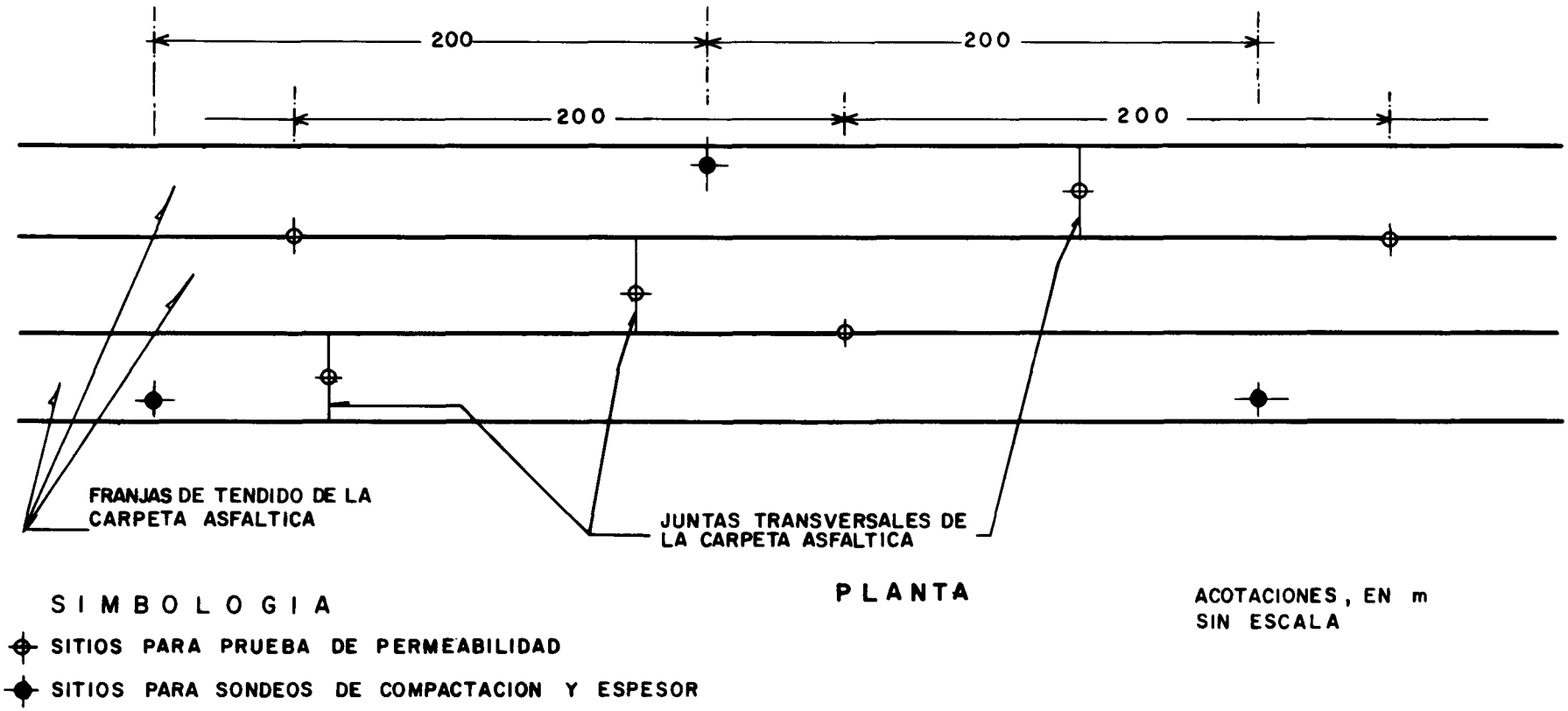


Fig 005-4 Distribución de los puntos para efectuar la prueba de permeabilidad en la carpeta de concreto asfáltico

— El contenido de cemento asfáltico en el material tendido no variará más de 5 por ciento con respecto al dosificado en la planta de elaboración.

— El contenido de agua libre no será mayor de 1 por ciento del peso del concreto asfáltico.

— La mezcla no contendrá disolventes.

2. La mezcla asfáltica usada para la carpeta deberá tener un valor de permeabilidad menor de 10 por ciento determinado según lo indicado en 5-13 del Capítulo 5 Tomo IX de la SCT. La distribución de los puntos en donde deberán efectuarse las pruebas de permeabilidad se muestra en la fig 005-4. Las pruebas deberán efectuarse inmediatamente después de que la carpeta se haya terminado de construir.

3. Para dar por terminada la construcción de la carpeta asfáltica, se verificará el alineamiento, el perfil, la sección, la compactación, el acabado y el espesor, para constatar que son acordes con el proyecto, y además deberá cumplirse con las siguientes tolerancias:

— Profundidad de las depresiones observadas colocando una regla de 3 m de longitud paralela y normalmente al eje de vialidad: 0.5 cm

— En los sondeos para verificación de espesor y en los puntos donde se realicen las nivelaciones para determinar espesores y que deberán situarse con la distribución que se indica en la fig 005-4 los espesores medidos de la carpeta deberán cumplir las siguientes restricciones:

$$\sqrt{\frac{(e_1 - \bar{e})^2 + (e_2 - \bar{e})^2 + \ldots + (e_n - \bar{e})^2}{n}} \leq 0.11\bar{e}$$

además, $|e_r - e| \leq 0.2\,e$

en el 93 por ciento de los casos, como mínimo

donde:

e	Espesor de proyecto.
$e_1, e_2, \ldots, e_n, e_r$	Espesores reales medidos en los sondeos y nivelaciones.
$\bar{e} = \frac{e_1 + e_2 + \ldots + e_n}{n}$	Espesor real promedio correspondiente a todos los puntos de medición.
n	Número de mediciones del espesor real, hechas en un tramo de un kilómetro de largo o menor.

— En las nivelaciones para obtener espesores de la carpeta, se nivelará la superficie terminada de dicha carpeta en las secciones transversales indicadas en la fig 005-4, coincidiendo con los puntos en que se niveló la base terminada. El espesor de la carpeta se calculará de la diferencia de cotas obtenidas en las dos nivelaciones mencionadas, las cuales deberán ser cerradas y verificadas.

— Al efectuar los sondeos para la verificación simultánea de compactación y espesor de la carpeta, no deberá dañarse la parte contigua a los sondeos; el hueco formado deberá rellenarse una vez efectuadas las mediciones, empleando el concreto asfáltico con que se construya la carpeta, compactándolo al 95 por ciento de su peso volumétrico y enrasándolo con la superficie original de la carpeta.

— La compactación medida de la carpeta en los sondeos, no deberá ser menor que la especificada: 95 por ciento del peso volumétrico máximo.

d) Pruebas en losas de concreto hidráulico para pavimentos. La determinación de los espesores se hará por medio de nivelaciones y la distribución de los puntos donde se lleven a cabo estas determinaciones, deberá ser en la forma indicada en la fig 005-4; se considerará adicionalmente lo siguiente:

1. Se nivelará la corona de la subbase terminada, utilizando nivel fijo y comprobando la nivelación, tomando los puntos que indican en la fig 005-4.

2. Una vez terminadas las losas de pavimentos, se volverán a nivelar los mismos puntos a que se refiere el párrafo anterior.

3. A partir de las cotas de ambos seccionamientos, en todos los puntos antes indicados se obtendrán los espesores de la losa terminada. Estos espesores deberán ser iguales al fijado en el proyecto y/o a lo ordenado por el Representante con las tolerancias indicadas en 005.E.08 de este capítulo.

005.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001.F de "Introducción".

005.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.01.001.G de "Introducción".

CAPITULO 3.01.07.006

BANQUETAS Y GUARNICIONES

006.A DESCRIPCION

Las banquetas son las zonas de la vía pública destinadas al tránsito de peatones.

Las guarniciones son elementos que tienen por objeto delimitar las áreas de tránsito.

006.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Localización y trazo	3.01.07.003.E
Terracerías	3.01.07.004.E
Pavimentos	3.01.07.005.E
Banquetas, guarniciones y andadores para peatones	DDF 3.39.E
Demoliciones y desmantelamientos	DDF 4.01.E
Líquidos para curado de concreto	4.01.01.002.D
Concreto hidráulico	4.01.01.002.G
Materiales para juntas constructivas	4.01.01.016.C y D
Señalamiento	3.01.07.012.E
Seguridad	3.01.07.013.E

006.E REQUISITOS DE EJECUCION

La localización y el trazo de los ejes de las banquetas deberá basarse en las referencias localizadas en la obra, de acuerdo a los planos de proyecto.

La nivelación de la base de las guarniciones y de las banquetas se obtendrá mediante las excavaciones y los rellenos necesarios, según la topografía del terreno, cumpliendo con el proyecto.

Las excavaciones se efectuarán hasta el nivel de desplante de las guarniciones o banquetas; en caso de encontrarse material no apto para la base, se procederá a eliminarlo y sustituirlo por material adecuado.

En caso de rellenos, éstos se compactarán en capas no mayores de 15 cm de espesor.

El fondo de las excavaciones y las superficies de relleno para desplantar banquetas y guarniciones se compactarán hasta alcanzar el 90 por ciento con tolerancia de $\pm$ 2 por ciento de su peso volumétrico seco máximo, verificado mediante pruebas de laboratorio.

Antes de construir las banquetas y guarniciones, se colocará sobre el terreno escarificado y compactado una capa de arena de 10 cm de espesor apisionado y nivelada con regla, excepto cuando el proyecto indique otro tratamiento.

Las dimensiones de las banquetas y guarniciones deberán ser las indicadas en el proyecto y se ajustarán a los siguientes lineamientos:

a) Sobre la superficie previamente saturada con agua se colarán losas de concreto de 5 cm de espesor mínimo en forma alternada en tableros de longitud máxima de 3 m y de ancho lo indicado en el proyecto.

b) Una vez colocado el concreto se le dará mayor compactación mediante la regla vibratoria, cuyo movimiento será del paramento hacia la guarnición.

c) La resistencia del concreto, revenimiento, tamaño máximo del agregado, aditivo, refuerzo, juntas, colado y demás características serán las fijadas por el proyecto.

d) Las guarniciones podrán ser precoladas o coladas en el sitio.

   1. Cuando sean precoladas, el Contratista se obligará a facilitar el acceso a la planta para que el personal del Representante verifique el cumplimiento del proyecto, los procedimientos de construcción y efectúe el muestreo y pruebas que considere necesarias. Además, el Contratista deberá tomar todas las precauciones para el transporte, almacenamiento, maniobras y montaje de los elementos precolados.

   2. Cuando sean colados en el lugar, el Representante aprobará el equipo que se emplee en la fabricación de las guarniciones.

e) Acabado y tolerancias

   1. Las guarniciones deberán tener un acabado aparente, con escobillado fino en sentido transversal.

   2. La superficie de la banqueta deberá quedar perfectamente uniforme con el paso de la regla vibratoria con una pendiente transversal uniforme de 2 por ciento o la que se indique para casos especiales y posteriormente se le

dará el acabado final pasándole una escoba de tres a cinco hilos con el fin de dejar una superficie ligeramente rugosa en sentido perpendicular al tránsito de peatones. Este escobillado deberá hacerse siguiendo líneas rectas y no se aceptarán ondas.

3. Para las guarniciones precoladas y coladas en el sitio, la tolerancia máxima en alineamiento y niveles será de 5 milímetros.

4. Las aristas de las losas de las banquetas deberán ser acabadas, antes que endurezca el concreto, por medio de un volteador, formando curvas con un radio máximo de 5 milímetros.

5. Las banquetas recién coladas se protegerán del paso de los peatones por un espacio de 24 horas cuidando que la superficie de acabado no sea afectada.

f) Curado. Inmediatamente después de terminar la superficie de la banqueta y de la guarnición se deberá cubrir con una membrana impermeable que se mantendrá en buenas condiciones por un tiempo de 24 horas; posteriormente se seguirán curando con riegos de agua para conservar húmeda la superficie.

g) Una vez fraguada la losa y empleando una cortadora de discos para concreto se harán cortes en el sentido longitudinal a la guarnición, que tendrán de 2 a 3 mm de ancho y una profundidad no menor de 3 cm. El tiempo que debe transcurrir entre el colado y el corte será de 48 a 72 horas.

h) Juntas

1. Para guarniciones precoladas, la unión entre pieza y pieza deberá quedar perfectamente alineada y posteriormente se sellarán las juntas con una lechada de cemento.

2. Para guarniciones coladas en sitio

— De contracción y dilatación. Estas juntas se harán con cortadora de disco para concreto en sentido transversal a cada 5 m de distancia. Tendrán 3 mm de ancho y una profundidad no menor de 4 cm. El tiempo que debe transcurrir entre el colado y el corte será de 48 a 72 horas.

— De construcción. Estas deberán localizarse a cada 5 m y antes de continuar con el colado deberá recubrirse la cara vertical de la junta con cemento asfáltico del No. 6.

i) Coladeras de banqueta. Para la colocación de las coladeras de banqueta se hará lo siguiente:

En guarniciones precoladas se dejará de colar un tramo de un 1 m y en guarniciones coladas en sitio se dejará de colar el ancho de la coladera más 20 cm a cada lado; después de construida la coladera se completará la construcción de las guarniciones en forma manual hasta unirse con las adyacentes, empleando concreto de las mismas características de las guarniciones vecinas.

j) Entrada de vehículos. La forma y dimensiones de las banquetas y guarniciones para la entrada de vehículos se hará cumpliendo lo indicado en el proyecto.

k) No deberán colarse las banquetas hasta que no se verifique que han sido instalados los servicios que se deben alojar en las zonas de las mismas.

006.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001.F de "Introducción".

006.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.01.001.G de "Introducción".

CAPITULO 3.01.07.007

PUENTES PARA VEHICULOS

007.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de trabajos y operaciones necesarias para efectuar la construcción de pasos elevados para la circulación de vehículos; comprende las actividades de infraestructura (excavaciones, cimentación) y superestructura (apoyos, trabes, losas, etc.), de acuerdo con lo indicado en el proyecto.

007.B REFERENCIAS

En la construcción de puentes para vehículos se deberá cumplir con lo indicado en el proyecto y lo establecido en cada concepto de obra del cuadro de referencias siguiente:

CONCEPTO	REFERENCIA
Adaptación de las áreas de trabajo	3.01.01.002.E
Trazos y nivelaciones	DDF 3.10.E
Excavaciones y cortes	DDF 3.15.E
Apoyos para puentes	DDF 3.27.E
Pilotes	3.01.01.006.E
Pilas	3.01.01.007.E
Plantillas	3.01.01.008.E
Rellenos en estructuras	3.01.01.011.E
Estructuras de concreto reforzado	3.01.01.012.E
Estructuras de concreto presforzado	3.01.01.013.E
Estructuras metálicas	DDF 4.14.E
Instalaciones eléctricas. Tuberías conduit	DDF 4.31.E
Recubrimiento de superficies con pintura	3.01.01.028.E
Estructuras de cimentación	3.01.05.006.E
Columnas de concreto reforzado	3.10.05.007.E
Trabes de acero	3.01.05.009.E
Instrumentación para control de comportamiento	3.01.05.012.E
Pavimentos	3.01.07.005.E
Muros de contención	3.01.07.010.E
Señalamientos	3.01.07.012.E
Seguridad	3.01.07.013.E

CAPITULO 3.01.07.008

PASOS INFERIORES

008.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de operaciones y trabajos necesarios para efectuar la construcción de pasos a desnivel, en los cuales se deprime el nivel de avenida y cruza por debajo a otra avenida de acuerdo con lo que indique el proyecto.

008.B REFERENCIAS

En la construcción de pasos inferiores se deberá cumplir con lo indicado en el proyecto y lo establecido en cada concepto de obra del cuadro de referencias siguiente:

CONCEPTO	REFERENCIA
Adaptación de las áreas de trabajo	3.01.01.002.E
Trazos y nivelaciones	DDF 3.10.E
Pilotes	3.01.01.006.E
Pilas	3.01.01.007.E
Plantillas	3.01.01.008.E
Excavaciones en estructuras	DDF 3.15.E
Mamposterías	DDF 4.03.E
Rellenos en estructuras	3.01.01.011.E
Estructuras de concreto reforzado	3.01.01.012.E
Muros ataguía colados en sitio	3.01.03.004.E
Muros ataguía prefabricados	3.01.03.005.E
Abatimiento del nivel freático	3.01.03.006.E
Excavaciones del núcleo en el cajón	3.01.03.007.E
Instrumentación y mediciones de control	3.01.03.011.E
Construcción de la estructura del cajón	3.01.03.008.E
Terracerías	3.01.07.004.E
Pavimentos	3.01.07.005.E
Banquetas y guarniciones	3.01.07.006.E
Jardinería	3.01.01.032.E
Señalamiento	3.01.07.012.E
Seguridad	3.01.07.013.E

CAPITULO 3.01.07.009

PASOS PARA PEATONES

009.A DESCRIPCION

Los pasos para peatones son las estructuras y/o áreas que permiten a los peatones el cruzamiento de una vía rápida en condiciones de seguridad y comodidad.

009.B REFERENCIAS

En la construcción de pasos para peatones se deberá cumplir con lo indicado en el proyecto y lo establecido en cada concepto de obra del cuadro de referencias siguiente:

CONCEPTO	REFERENCIA
Adaptación de las áreas de trabajo	3.01.01.002.E
Trazos y nivelaciones	DDF 3.10.E
Excavaciones y cortes	DDF 3.15.E
Plantillas	3.01.01.008.E
Rellenos en estructuras	3.01.01.011.E
Estructuras de concreto reforzado	3.01.01.012.E
Estructuras de concreto presforzado	3.01.01.013.E
Recubrimiento de superficies con pintura	3.01.01.028.E
Estructuras metálicas	DDF 4.14.E
Pisos y escalones	DDF 4.71.E

CAPITULO 3.01.07.010

MUROS DE CONTENCION

010.A DESCRIPCION

Los muros de contención son estructuras construidas con la finalidad de soportar el empuje que provocará el suelo al efectuar una excavación, de acuerdo con lo indicado en el proyecto y lo ordenado por el Representante.

Por el tipo de material de que se construyan los muros de contención, podrán clasificarse de la siguiente manera:

a) Muros de contención de mampostería.

b) Muros de contención de concreto armado y simple.

c) Macizo de tierra armada. Está formado por material granular, armaduras o refuerzos flexibles y un recubrimiento que protege el paramento libre del macizo de tierra armada y evita la erosión.

010.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Adaptación de las áreas de trabajo	3.01.01.002.E
Localización y trazo	DDF 3.10.E
Excavaciones y cortes	DDF 3.15.E
Mamposterías	DDF 4.03.E
Zampeados	DDF 3.36.E
Plantillas	3.01.01.008.E
Rellenos en estructuras	3.01.01.011.E
Estructuras de concreto reforzado	3.01.01.012.E
Jardinería	3.01.01.032.E
Señalamiento	3.01.07.012.E
Seguridad	3.01.07.013.E

010.E REQUISITOS DE EJECUCION

La construcción de los muros de contención se hará en las etapas, dimensiones y procesos que indique el proyecto y lo que ordene el Representante.

010.E.01 MUROS DE CONTENCION DE MAMPOSTERIA

a) Las excavaciones se harán hasta los niveles y con las etapas señaladas en el proyecto y de acuerdo con lo señalado con el capítulo 3.15 del Libro 3 de las Normas Generales de Construcción del DDF.

b) Una vez que se alcance el nivel de excavación se procederá a colocar una plantilla de concreto, cumpliendo con lo indicado en el proyecto.

c) La colocación del material de mampostería y las tolerancias en las etapas de trabajo serán las indicadas en el proyecto ajustándose a los lineamientos indicados en el capítulo 4.03 del Libro 4 de las Normas Generales de Construcción del DDF.

d) Cuando así se indique, se dejarán embebidos en el muro drenes de dimensiones y características especificadas, para facilitar la salida del agua. Asimismo, se colocará un filtro de arena entre el muro y el material contenido para evitar la pérdida de material fino originada por el arrastre que produce el agua al fluir hacia los drenes.

010.E.02 MUROS DE CONTENCION DE CONCRETO

a) Una vez alcanzado el nivel de excavación de proyecto, se procederá a colar una plantilla de concreto pobre.

b) Posterior al colado de la plantilla, se procederá a la colocación de la cimbra y el armado del muro conforme a lo especificado en el proyecto.

c) Cuando el concreto alcance la resistencia de proyecto, se procederá a descimbrar y a colocar los drenes y el filtro en la forma que señale el proyecto.

010.E.03 MACIZO DE TIERRA ARMADA

La construcción del macizo de tierra armada se llevará a cabo en la forma, número de capas, clase de armado y tipo de recubrimiento de protección que señale el proyecto y lo ordenado por el Representante.

010.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001.F de "Introducción".

010.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.001.G de "Introducción".

CAPITULO 3.01.07.011

AREAS JARDINADAS

011.B REFERENCIAS

Véase 3.01.01.032 "Jardinería" de estas Especificaciones.

CAPITULO 3.01.07.012

SEÑALAMIENTO

012.A DESCRIPCION

Los señalamientos son tableros fijados en los postes o estructuras y/o marcas en alguna superficie, con símbolos, leyendas o ambas, que tienen por objeto prevenir a los conductores de vehículos y/o a los peatones, sobre la existencia de peligros, su naturaleza, la existencia de determinadas restricciones o prohibiciones que limiten sus movimientos en la vía y en zonas de construcción y proporcionarles la información necesaria para facilitar su circulación o paso.

012.A.01 SEÑALAMIENTOS DEFINITIVOS

Son aquéllos colocados una vez que ha sido terminada de construir la vía y realizado un estudio de tránsito que permitirá una optimación de la circulación dependiendo de las características de la vía. En cuanto a su función, los señalamientos se clasifican como se indica a continuación:

a) Señalamientos preventivos. Tienen por objeto advertir al usuario la existencia y naturaleza de un peligro en la vía.

b) Señalamientos restrictivos. Tienen por objeto indicar al usuario la existencia de ciertas limitaciones físicas o prohibiciones reglamentarias que regulen el tránsito en las mismas.

c) Señalamientos informativos. Sirven para guiar al usuario a lo largo de su itinerario e informarle sobre las calles que encuentre y los nombres de colonias, delegaciones, lugares de interés, etcétera.

012.A.02 SEÑALAMIENTOS Y DISPOSITIVOS PARA PROTECCION DE OBRAS O TRANSITORIOS

Son señalamientos u otros medios que se usan para controlar y guiar el tránsito y a los peatones a través de calles en construcción o conservación; en cuanto a su función, se clasifican igual que los definitivos:

a) Señalamientos preventivos. Tendrán por objeto prevenir al usuario sobre la existencia de un peligro y la naturaleza de éste, así como proteger al equipo de construcción de posibles accidentes, motivados por la ignorancia de las condiciones de emergencia existentes.

b) Señalamientos restrictivos. Tienen por objeto indicar al usuario ciertas restricciones y prohibiciones que regulan el uso de las vías de circulación. Algunas de estas señales se usan para limitar la velocidad de los vehículos, para señalar sentidos de circulación, obligar a los conductores a que hagan alto o cedan el paso, etcétera.

c) Señalamientos informativos. Tendrán por objeto guiar al usuario en forma ordenada y segura, de acuerdo con los cambios temporales por las obras.

d) Dispositivos de canalización. Son elementos usados para guiar a los conductores de vehículos a lo largo de una zona en construcción y en los diferentes estrechamientos y cambios de dirección de la ruta, con motivo de las obras.

012.A.03 SEMAFOROS

Son los dispositivos eléctricos que sirven para regular y dirigir el tránsito de vehículos y peatones en las calles. Su clasificación se basa en el mecanismo de operación de sus controles que principalmente son:

a) Semáforos para regular el tránsito de vehículos

1. Semáforos de tiempo fijo.
2. Semáforos accionados por el tránsito:
   - — Totalmente accionados por el tránsito.
   - — Semiaccionados por el tránsito.
   - — Adaptables a variaciones del tránsito.

b) Semáforos para peatones

c) Semáforos especiales

1. De destello.
2. De control de circulación por carriles.
3. Semáforos para pasos de ferrocarril a nivel.

012.A.04 MARCAS SOBRE SUPERFICIES

Son las rayas, símbolos y letras que se pintan o colocan sobre el pavimento, estructuras, guarniciones u objetos dentro o adyacentes a las vías de circulación, a fin de indicar ciertos riesgos, regular o canalizar el tránsito o complementar otros señalamientos. Las marcas podrán clasificarse como se indica a continuación:

a) Marcas en el pavimento

1. Rayas centrales.
2. Rayas separadoras de carriles.
3. Rayas canalizadoras.
4. Rayas de parada.
5. Rayas para cruce de peatones.

6. Rayas de aproximación a obstáculos.

7. Marcas para cruce de ferrocarril.

8. Marcas para estacionamiento.

9. Marcas para regular el uso de carriles.

b) Marcas en guarniciones para prohibición de estacionamiento

c) Marcas en obstáculos dentro de la superficie de rodamiento o adyacentes a ella

1. Indicadores de peligro.

2. Indicadores de alîneamiento (fantasmas).

012.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Trazos y nivelaciones	DDF 3.10.E
Estructuras metálicas	DDF 4.14.E
Señales de vialidad	DDF 3.34.E
Acero estructural	4.01.01.005.C
Láminas de acero al carbono	4.01.01.005.D
Láminas de acero al carbono galvanizadas	4.01.01.005.E
Tornillos de acero	4.01.01.005.J
Pernos de acero al carbono	4.01.01.005.K
Tuercas de acero al carbono o aleado	4.01.01.005.L
Tubos de acero al carbono para usos estructurales	4.01.01.017.E
Pinturas anticorrosivas	4.01.01.022.A
Pintura alquidálica para señalamiento de tránsito (PST)	4.01.01.022.C
Manual de dispositivos para control de tránsito	SAHOP-SCT-DDF, 1977, caps. I a V

012.E. REQUISITOS DE EJECUCION

012.E.01 SEÑALAMIENTOS DEFINITIVOS

La forma, tamaño, color, ubicación longitudinal, distancia lateral, ángulo de colocación y altura, así como también de las marcas en pavimentos y guarniciones, serán de acuerdo a lo indicado en el proyecto y a lo señalado por el Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras, de SAHOP-SCT-DDF.

012.E.02 SEÑALAMIENTOS PROVISIONALES

La forma, tamaño, color, ubicación longitudinal, distancia lateral, ángulo de colocación y altura, deberán cumplir con lo indicado en el proyecto y/o a lo ordenado por el Representante.

a) El Representante podrá ordenar la protección adicional con los señalamientos necesarios si, a su juicio, los existentes no son suficientes.

b) No se deberá iniciar ninguna reparación o construcción en una calle sin disponer de las señales necesarias para el tipo de obra que se va a ejecutar, debiéndose retirar los dispositivos cuando se termine de construir completamente la obra, previa aprobación del Representante.

c) Los señalamientos se situarán y conservarán de manera adecuada sin que se obstruya su visibilidad con el equipo, herramienta, implementos y mobiliario urbano usados en las obras.

d) Los dispositivos de canalización deberán presentar un obstáculo real o aparente al usuario, marcando de esta manera restricciones al carril de circulación. Serán explicativos por sí mismos, debiendo estar protegidos, a su vez, con señales anticipadas en el día y dispositivos luminosos por la noche.

012.E.03 SEMAFOROS

El tipo, color, ubicación y altura de los semáforos y demás características, serán de acuerdo a lo indicado en el proyecto y a lo señalado en el Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras antes mencionado.

Una vez instalado el sistema, se comprobará que la instalación efectuada y la subdivisión de los tiempos de las diversas fases satisfagan eficazmente las necesidades del tránsito, y en su caso, efectuar los ajustes que procedan.

012.E.04 MARCAS Y DISPOSITIVOS SOBRE LA SUPERFICIE

Los materiales, tipos, anchuras, colores y demás características de las rayas y/o de las letras y números pintados o colocados sobre el pavimento, estructuras, guarniciones u objetos dentro o adyacentes a las vías de circulación, serán de acuerdo a lo indicado en el proyecto y a lo señalado por el Manual de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras.

012.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001.F de "Introducción".

012.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.01.001.G de "Introducción".

CAPITULO 3.01.07.013

SEGURIDAD

013.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de medidas necesarias para prevenir accidentes y daños al personal de trabajo y al usuario de la vía pública, a los equipos y herramientas de la obra, y evitar accidentes en las obras y construcciones vecinas durante las obras del Metro.

013.B REFERENCIAS

CONCEPTO	DEPENDENCIA
Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo	Secretaría del Trabajo y Previsión Social
Instructivos del Reglamento de Seguridad e Higiene	Instituto Mexicano del Seguro Social
Guías de seguridad para el uso y operación de máquinas y herramientas	
Guía para la selección y el uso de equipo de protección personal en el trabajo	
Guía para la selección y distribución del equipo portátil para el combate de incendios	
Manual de dispositivos para control de tránsito	SAHOP-SCT-DDF

013.E REQUISITOS GENERALES DE SEGURIDAD

Durante la construcción de las obras del Metro, deberán respetarse las medidas de seguridad establecidas por el Representante, con base en los conceptos mencionados en la cláusula de referencias de este capítulo.

012.E.01 MATERIALES Y PRODUCTOS EMPLEADOS EN LA OBRA

a) Estiba y desestiba de los materiales en los centros de trabajo.

1. Para la estiba y desestiba de materiales en los centros de trabajo se debe disponer de espacios destinados especialmente a ese fin, de conformidad con la naturaleza del trabajo que se desarrolle, de las materias primas, de los subproductos, de los productos terminados o de los desechos de que se trate.

2. El Contratista debe cuidar que en razón de la altura de la estiba, los materiales conserven su estabilidad, para evitar accidentes a los trabajadores, tanto en la estiba como en la desestiba.

3. Los espacios de estiba y desestiba deben estar delimitados por muros, cercas o franjas pintadas en el piso, estas últimas con las características que señala la Norma Oficial Mexicana NOM S-14 en vigor.

4. Para definir y delimitar el espacio de almacenamiento, deberá tomarse en cuenta lo siguiente:

   — Permitir el libre tránsito en los pasillos destinados para ello.

   — Permitir los movimientos seguros de los trabajadores y el funcionamiento de la maquinaria o equipo en el área.

   — Permitir el libre acceso al equipo contra incendio y/o su funcionamiento.

5. En los locales que tengan espacios destinados para la estiba y desestiba de materiales debe mantenerse la ventilación, natural o artificial, que sea suficiente para proporcionar constantemente aire fresco y limpio.

6. En los locales que tengan espacios destinados para la estiba y desestiba de sustancias inflamables, combustibles, explosivas, corrosivas, irritantes o tóxicas, debe mantenerse la ventitilación especial que se determine técnicamente en cada caso, para evitar los riesgos específicos a los trabajadores y en general, a los centros de trabajo.

7. En los espacios destinados para la estiba y desestiba de materiales que generen polvos, fibras o en general contaminantes del ambiente de trabajo, sólidos, líquidos o gaseosos, éstos deben extraerse en el lugar de origen por medio de los sistemas de aspiración que técnicamente se determinen en cada caso para que no rebasen los límites máximos permisibles establecidos en el Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

8. Los espacios destinados a la estiba y desestiba de materiales deben tener iluminación, de fuente natural o artificial, con una intensidad, por lo menos, de 100 luxes, medidas sobre la vertical del plano horizontal del piso a una altura de entre 75 y 100 cm.

b) Utilización de sustancias inflamables o combustibles

1. En los locales donde se almacenen, manejen o transporten sustancias inflamables o combustibles se deben adoptar las medidas siguientes:

— Las paredes, pisos y techos deben ser de materiales resistentes al fuego.

— Instalar la ventilación que técnicamente se requiera para evitar el riesgo del incendio.

— Aislarlos de cualquier fuente de calor.

— Instalar los equipos y las líneas eléctricas que se requieran con las características que señale la Norma Técnica para Instalaciones Eléctricas en vigor.

— Colocar avisos en lugares visibles que indiquen los riesgos específicos, así como con advertencias de no fumar y evitar la presencia de cualquier otro tipo de ignición. Estos letreros deben cumplir con la Norma Oficial Mexicana NOM S-15 en vigor.

c) Almacenamiento de explosivos

1. El almacenamiento de explosivos debe hacerse en edificios o locales aislados y resistentes al fuego, de conformidad con lo que se establece en el artículo 12 del Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

2. En los edificios o locales a que se refiere el punto anterior se debe evitar que los explosivos puedan calentarse por exposición a fuentes naturales o artificiales de calor, así como por la presencia de fuentes de ignición.

3. Los explosivos y los accesorios deben almacenarse por separado en áreas o locales destinados exclusivamente para dicho objeto.

4. Los locales donde se almacenen explosivos deben estar cerrados con candados; cuando éstos no se utilicen, las llaves estarán a cargo de personas autorizadas para abrirlos.

5. El almacenamiento de explosivos debe estar identificado con letreros que indiquen lo que contiene y el riesgo específico.

6. En las áreas o locales de almacenamiento de explosivos no deben existir interruptores, contactos o tableros eléctricos.

7. En el exterior de las áreas aisladas de almacenamiento de explosivos se debe evitar la acumulación de residuos inflamables.

013.E.02 EQUIPO EMPLEADO EN OBRA

a) Todo el equipo que se maneje en la obra estará en óptimas condiciones; cualquier elemento que demuestre deficiencias, para ser aprobado por el Representante, deberán tomarse las medidas de seguridad que pudiera ocasionar su empleo.

b) Los dispositivos de seguridad que se instalen al equipo mencionado en el punto anterior deberán tener las especificaciones de materiales y construcción de acuerdo con lo que establecen las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.

c) El Contratista deberá instalar dispositivos de seguridad en los equipos de transmisión de energía mecánica y demás accesorios en movimiento, tomando en consideración lo siguiente:

1. Proporcionar una protección total.

2. Prohibir el acceso de personas a la zona de peligro mientras la máquina esté en funcionamiento.

3. Permitir el movimiento libre del trabajador.

4. Permitir el proceso de construcción.

5. Estar sujetos de manera que ningún golpe o vibración de maquinaria, pueda aflojarlos o soltarlos.

6. Poder utilizarlos por largo tiempo con un mínimo de conservación.

7. Resistir el uso normal, golpes y choques accidentales.

8. Resistir el fuego y la corrosión.

9. Permitir la reparación y mantenimiento de la maquinaria con facilidad.

10. Estar lisos, con esquinas pulidas, sin filos, astillas o superficies dentadas.

11. Facilitar su mantenimiento, conservación y limpieza.

d) Si por alguna causa el equipo a emplear en determinada zona representa algún peligro para los trabajos en ejecución, el Contratista deberá consultar al Representante para que se tomen las medidas necesarias a fin de no interrumpir la secuencia de trabajo de la obra. El Representante aprobará las precauciones de seguridad que el Contratista le presente, o en su caso éste decidirá cuál es el trámite a seguir para que se le conceda la aprobación.

013.E.03 PROTECCION AL PERSONAL DE LA OBRA

a) El Contratista proporcionará al trabajador, el equipo de protección que se requiera para el desempeño de sus labores; dicho equipo será adecuado a la peligrosidad del trabajo desarrollado y deberá mantenerse en buen estado de funcionamiento y de higiene.

b) El equipo de protección personal deberá ser cambiado o sustituido total o parcialmente según el caso, cuando por el uso se hayan modificado las características de protección requeridas para prevenir el riesgo específico.

013.E.04 CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE EN LOS CENTROS DE TRABAJO REFERENTE A VENTILACION

a) En lugares o locales de trabajo cerrados se debe mantener, durante las labores, la ventilación ne-

cesaria, por medio de sistemas naturales o artificiales, que impidan dañar la salud de los trabajadores por las causas siguientes:

1. Insuficiente suministro de aire.

2. Ambiente con aire viciado o contaminado.

b) Los lugares o locales de trabajo cerrados deben recibir el aire fresco y limpio a razón de 30 a 50 m^3 por hora y por trabajador, o una cantidad tal que efectúe un cambio completo de aire varias veces por hora, variando desde seis veces para trabajadores sedentarios hasta 10 veces para trabajadores activos.

c) Cuando no se pueda obtener la cantidad de aire fresco establecida en el punto anterior por medio de ventilación natural, se deberá suministrar ventilación artificial.

d) En los lugares de trabajo cerrados, el movimiento de aire generado por dispositivos artificiales estará acondicionado de tal modo que los trabajadores no estén expuestos directamente a corrientes de aire.

e) Los sistemas, dispositivos o equipos de ventilación artificial que se utilicen para renovar el aire del ambiente de trabajo estarán acordes a lo dispuesto en las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.

f) En los locales de trabajo en los que por la naturaleza del proceso laboral hubiere equipos, materiales naturales, artificiales o ambos que generen polvos, gases, emanaciones, neblinas o sustancias tóxicas, se colocará un sistema para extraerlos, en su lugar de origen si es posible, a fin de impedir su diseminación en el ambiente.

g) En locales donde los trabajadores puedan estar expuestos a sustancias tóxicas dispersas en el aire, deberá renovarse al aire ambiental previamente a la entrada de aquéllos.

h) La ventilación que debe prevalecer para los trabajadores de túneles, se ajustará a lo dispuesto por el Reglamento de Seguridad para los Trabajos en las Minas.

i) Si los trabajadores están expuestos a la inhalación de aire contaminado por polvos, humos, nieblas, rocíos, gases o vapores nocivos, se les deberá proporcionar equipos de protección respiratoria.

013.E.05 SEGURIDAD EN INSTALACIONES ELECTRICAS, HIDRAULICAS, NEUMATICAS Y ELECTROMECANICAS DEL METRO

a) Se deberán entubar las conexiones eléctricas comprobando la correcta instalación de conexiones o uniones, revisándola periódicamente para mantenerla en buen estado.

b) Se evitará la colocación de objetos sobre las instalaciones eléctricas y el almacenamiento de materiales inflamables.

c) Se deberán evitar las instalaciones eléctricas provisionales manteniendo los sistemas libres de aceites, grasas, polvos y agua.

d) En caso de presentarse fugas en las instalaciones hidráulicas y neumáticas se deberán reparar éstas inmediatamente.

e) Durante la instalación de los equipos y los accesorios de las obras electromecánicas, el personal de trabajo deberá ser el especializado, equipado y autorizado por el Representante; cualquier personal que a juicio del Representante no reúna los requisitos de seguridad será sustituido.

013.E.06 SEGURIDAD EN LOS TRABAJOS DE OBRAS EN EJECUCION

a) Los pasos provisionales para peatones deberán construirse de acuerdo con lo señalado por el proyecto y por el Representante, tomando en cuenta las debidas precauciones de seguridad de los peatones.

b) La construcción de los pasos provisionales de los vehículos será en cada caso en la forma y etapas que indique el proyecto.

c) Los desvíos provisionales de peatones, vehículos y personal de la obra, deberán contar con los señalamientos necesarios para el adecuado flujo de éstos, debiéndose respetar lo indicado en el capítulo 3.01.07.012 "Señalamiento".

d) Durante la realización de las pruebas a las instalaciones y a los equipos de la parte de obra electromecánica, deberán colocarse señalamientos que indiquen la magnitud del peligro y no deberá permanecer personal no autorizado durante la ejecución de estas pruebas.

El Contratista podrá presentar al Representante para su autorización, un proyecto del personal de seguridad durante la ejecución de la obra, el cual podrá ser variado a juicio del Representante y/o cuando la magnitud de peligros, daños y accidentes sean de consecuencias mayores.

013.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.01.01.001.F de "Introducción".

013.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.01.01.001.G de "Introducción".

CAPITULO 3.02.01.001

INTRODUCCION

001.A ALCANCE

En esta sección se incluyen las especificaciones que establecen los trabajos necesarios para equipar las vías del Metro donde se utilice el sistema de fijación de vía sobre durmientes de madera o de concreto reforzado, enterrados en balasto.

El Metro de la Ciudad de México cuenta con vías en operación de diferentes tipos que son:

— Vía principal en líneas en cajón o en túnel.

— Vía principal en líneas superficiales o elevadas.

— Vías secundarias.

Se entiende como vías principales aquéllas en las que el material rodante circula con usuarios y en servicio normal.

Las vías secundarias estarán ubicadas en zonas de maniobra, enlace de líneas, etc. y por ellas circulan los trenes vacíos y a baja velocidad.

Los talleres a su vez son equipados con dos tipos distintos de vía: sobre balasto y sobre concreto. Las vías exteriores a los edificios y las vías interiores de las naves de depósito son colocadas sobre balasto; en las vías sobre concreto, generalmente interiores, se distinguen vías sobre losa, vías de lavado y vías en fosas.

En el Metro se denomina vía al conjunto de elementos que permiten soportar, guiar y alimentar eléctricamente al material rodante.

La vía está constituida principalmente por los siguientes elementos, figs 001-1, 001-2, 001-3 y 001-4.

1. Balasto.
2. Durmientes.
3. Riel de seguridad.
4. Pista de rodamiento.
5. Aisladores.
6. Barra guía y de toma de corriente.
7. Aparatos de vía.
8. Material de fijación y equipos especiales.

001.A.01 BALASTO

El balasto está constituido por material pétreo seleccionado, que da apoyo a los durmientes que soportan la vía y cuya finalidad principal es distribuir las cargas transmitidas por los trenes que circulan en la vía.

001.A.02 DURMIENTES

Los durmientes son los elementos sobre los cuales se apoyan y fijan los rieles, las pistas de rodamiento y los aisladores que soportan a la barra guía; por el material que los constituye, en el caso del Metro de la Ciudad de México pueden ser de dos tipos: de madera y de concreto reforzado, éste último con dos bloques unidos por un tirante metálico.

001.A.03 RIELES DE SEGURIDAD

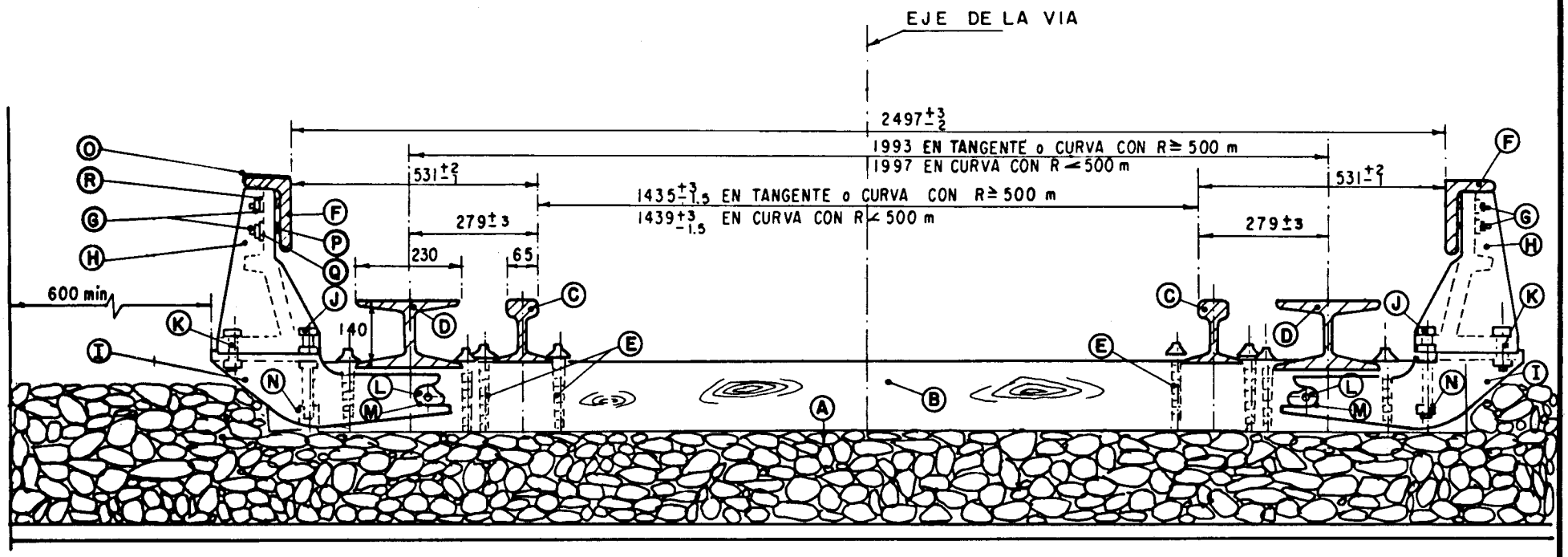
Los dos rieles de seguridad que existen en cada una de las vías, corresponden a perfiles del tipo 80 ASCE con peso de 80 lb/yd (39.69 kg/m); sus funciones son asegurar el retorno de la corriente eléctrica de tracción, participar en el funcionamiento de la señalización y para la circulación de los trenes de servicio equipados exclusivamente con ruedas metálicas. Son utilizados excepcionalmente para el rodamiento de los trenes de pasajeros en caso de que falle un neumático portador o como guiado de los trenes también de pasajeros, en caso de baja de presión del neumático de guiado.

001.A.04 PISTAS DE RODAMIENTO

Las pistas de rodamiento para las ruedas neumáticas de los trenes de pasajeros, sirven también para el retorno de corriente y para el funcionamiento de la señalización; las pistas están constituidas por perfiles metálicos en forma de I, de alas anchas y son colocadas en el lado exterior de los rieles; al igual que los rieles, las pistas descansan en los durmientes, sobre los cuales son fijados mediante el uso de tirafondos y/o piezas especiales.

001.A.05 AISLADORES

Los aisladores son piezas de geometría particular, que se fijan al exterior de los rieles y pistas en los durmientes destinados para este fin, y tienen como finalidad dar apoyo y fijar a la barra de guiado y de toma de corriente; estos aisladores poseen características dieléctricas determinadas para cumplir con las condiciones de aislamiento definidas por el proyecto. Existen de dos tipos: con orificios ovalados para la fijación de las barras guía que permiten los movimientos de éstas por efectos de variaciones térmicas en las vías a la intemperie, y con orificios redondos para los tramos en túnel o cajón, en donde tales movimientos son despreciables.

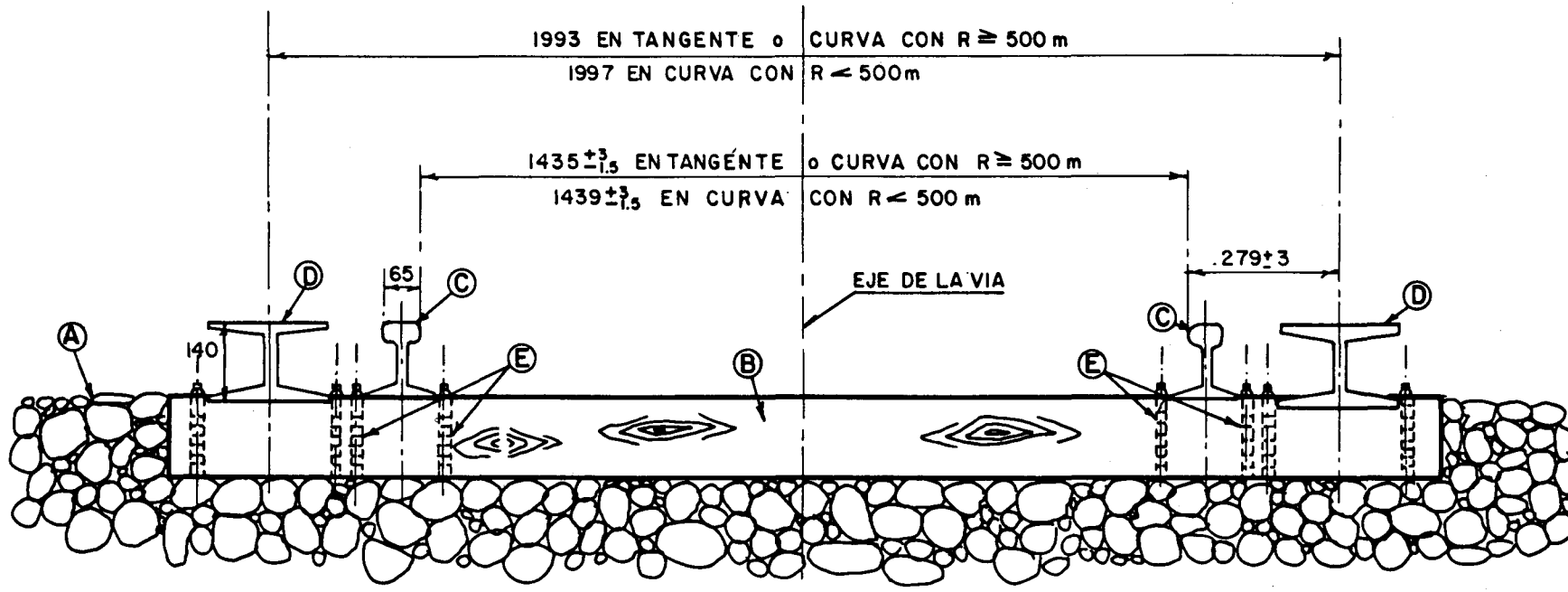


NOMENCLATURA

ACOTACIONES, EN mm

- (A) BALASTO
- (B) DURMIENTE DE MADERA
- (C) RIEL DE SEGURIDAD
- (D) PISTA METALICA
- (E) PERNOS TIRAFONDO
- (F) BARRA GUIA
- (G) PERNOS NELSON
- (H) AISLADOR
- (I) ZOCLO CON BRIDAS LATERALES
- (J) y (K) TORNILLOS PARA FIJACION DE AISLADOR
- (L) PERNO PARA FIJACION DE CANDADO
- (M) CANDADO PARA FIJACION DE ZOCLO
- (N) CANDELERO
- (O) AISLAMIENTO PARA BARRA GUIA
- (P) CALZA PERMANENTE DE 3 PERFORACIONES
- (Q) MEDIAS CALZAS DE AJUSTE
- (R) ARANDELA L-16-N

Fig 001-1 Corte de la vía en balasto con durmiente de madera para fijación de aislador

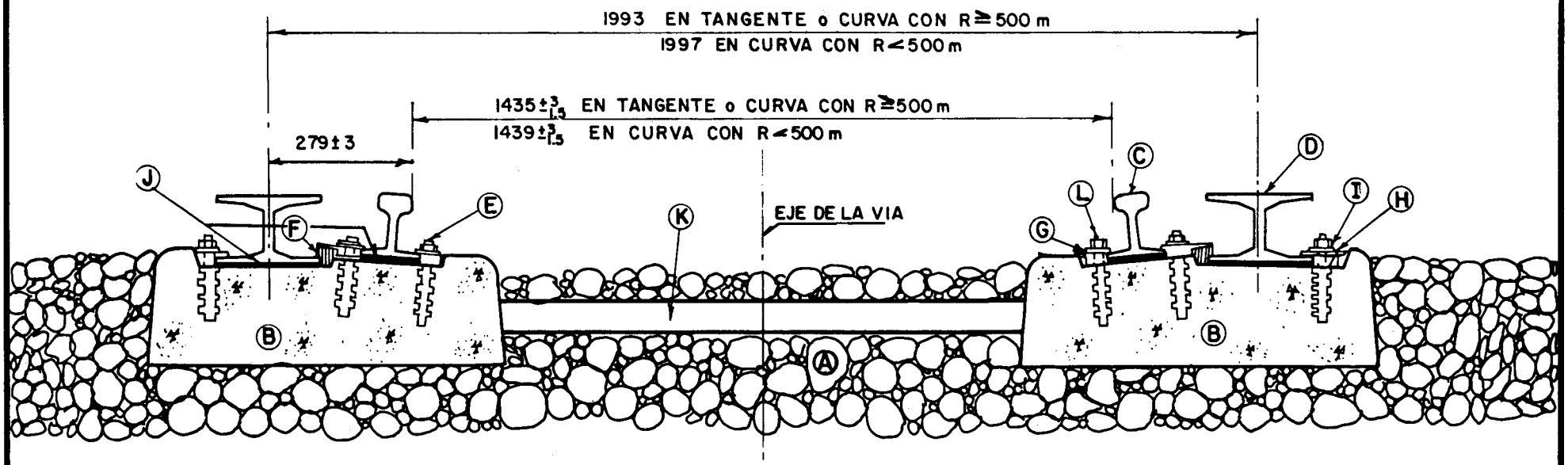


ACOTACIONES, EN mm

NOMENCLATURA

Ⓐ BALASTO
Ⓑ DURMIENTE DE MADERA
Ⓒ RIEL DE SEGURIDAD
Ⓓ PISTA METALICA
Ⓔ PERNOS TIRAFONDO

Fig 001-2 Corte de la vía en balasto con durmiente de madera para fijación de rieles y pistas

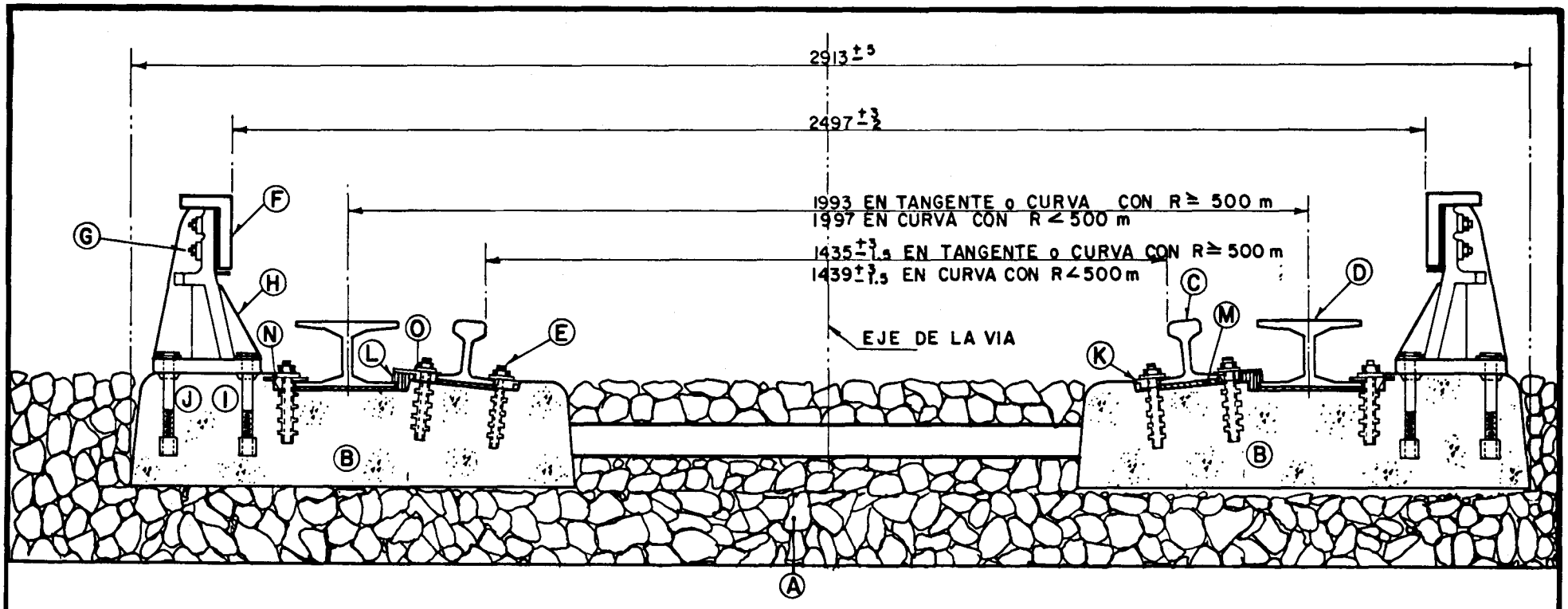


ACOTACIONES, EN mm

NOMENCLATURA

- (A) BALASTO
- (B) DURMIENTE DE CONCRETO TIPO "O"
- (C) RIEL DE SEGURIDAD
- (D) PISTA METALICA
- (E) PERNO TIRAFONDO
- (F) ESTRIBO LATERAL
- (G) GRAPA DE NYLON
- (H) LAMINA DE RESORTE A.P.
- (I) ARANDELA A.P.
- (J) ALMOHADILLA DE CAUCHO PARA RIELES Y PISTAS
- (K) TIRANTE METALICO
- (L) TUERCA

Fig 001-3 Corte de la vía en balasto con durmiente de concreto tipo "O"



NOMENCLATURA

ACOTACIONES , EN mm

- (A) BALASTO
- (B) DURMIENTE DE CONCRETO TIPO "S"
- (C) RIEL DE SEGURIDAD
- (D) PISTA METALICA
- (E) PERNO TIRAFONDO
- (F) BARRA GUIA
- (G) PERNOS NELSON
- (H) AISLADOR
- (I) y (J) TORNILLO PARA FIJACION DE AISLADOR
- (K) GRAPA DE NYLON
- (L) ESTRIBO LATERAL
- (M) ALMOHADILLA DE CAUCHO PARA RIELES Y PISTAS
- (N) LAMINA DE RESORTE A.P.
- (O) ARANDELA ELASTICA A.P.

Fig 001-4 Corte de la vía en balasto con durmiente de concreto tipo "S"

001.A.06 BARRAS GUIA

Las barras guía metálicas tienen forma de ángulo de lados desiguales, que aseguran el guiado de los trenes de pasajeros y su alimentación en corriente de tracción; se apoyan en los aisladores a los cuales se fijan mediante pernos autosoldables y tuercas autofrenadas.

001.A.07 APARATOS DE VIA

Los aparatos de vía sirven para conectar dos vías entre sí y están constituidos, además de las agujas, por piezas monobloques en acero al manganeso, que integran a su vez a los rieles de seguridad y a las pistas de rodamiento. Estas piezas son emplanchueladas entre sí y tirafondeadas sobre durmientes de madera especiales para aparatos de vía.

001.A.08 MATERIAL DE FIJACION

El material de fijación está compuesto por piezas de diferentes tipos y utilización, como por ejemplo: tirafondos, pernos tirafondo, grapas, almohadillas de hule, zoclos, candeleros, candados, chavetas, tuercas, rondanas, etcétera.

Los equipos o piezas especiales que más destacan son: aparatos de dilatación, cajas inductivas, conexiones eléctricas, zonas neutras, juntas aislantes, juntas mecánicas, topes al final de las vías, etcétera.

001.A.09 TRABAJOS PRINCIPALES

Los trabajos principales para la instalación de las vías sobre balasto son los siguientes:

— Adaptación de las áreas de trabajo.

— Localización de la geometría de la vía, en trazo y perfil.

— Colocación de balasto.

— Colocación de durmientes.

— Instalación de rieles.

— Instalación de pistas.

— Instalación de barras guía.

— Instalación de aparatos de vía.

— Instalación de equipos especiales.

— Retiro de material extraño y limpieza.

— Pruebas y puesta en servicio.

001.A.10 PROCEDIMIENTO GENERAL

Se describe el procedimiento general para instalar las vías principales sobre balasto y durmientes en los casos de líneas en cajón, túnel, superficiales o elevadas. Las disposiciones relativas a la colocación de las vías secundarias sobre balasto, son idénticas a lo aquí establecido, aunque haciendo las siguientes consideraciones:

a) Se elimina una de las barras guía, de manera que el guiado de los trenes de pasajeros es asegurado por medio de la pestaña de las ruedas de seguridad, conservando la otra barra para toma de corriente.

b) Las vías de los talleres se colocan sin sobreelevación.

c) La separación entre ejes de durmientes es de 0.75 m, indistintamente para tramos rectos y curvos. El radio mínimo de curvatura es de 60 m, aunque excepcionalmente podrá permitirse de 55 metros.

d) La barra guía se fija como en vía principal, pero con una separación 20 mm mayor con respecto a la posición indicada para la vía normal, para evitar el contacto con los neumáticos horizontales de los carros.

e) Las longitudes de las barras de corriente son limitadas a 126 m, pero los elementos son separados simplemente por crucetas.

f) En ciertos casos la doble barra guía se conserva como en los casos de vías de prueba y de entrada a los talleres. En estos casos las barras guía son colocadas con la separación correspondiente a las vías normales de la red.

g) Las vías destinadas a las áreas de almacenamiento de materiales no incluyen barra guía ni barra para toma de corriente.

h) En las vías interiores no se requiere el lavado superficial del balasto.

i) En las naves de depósito el nivel del andador está generalmente a 0.15 m por debajo del plano de rodamiento, lo que ubica el nivel superior de los durmientes, aproximadamente al mismo nivel del andador. El balasto es colocado en una zanja, que para una vía única se forma como un trapecio de 0.60 m de profundidad y 3.30 y 4.00 m en sus bases. El fondo de la zanja tendrá un tratamiento de preparación para recibir el balasto, el cual es parte de la obra civil, así como los drenajes que estén previstos.

001.A.011 DEFINICIONES

Para precisar el significado de algunos términos empleados en esta Sección, se han formulado las definiciones de términos a que se refiere el capítulo 1.01.01.008 del Libro I "Generalidades y Terminología".

001.B REFERENCIAS

Para evitar repeticiones, esta cláusula tiene por objeto relacionar el tema tratado en estas Especificaciones, con los considerados en otras normas o especificaciones que pueden tener aplicación, por lo que en cada uno de los capítulos se listan en una tabla aquellos capítulos y cláusulas que tienen relación con los requisitos que deben cumplir tanto los materiales como la instalación de las vías con balasto y durmientes.

Cuando se hace referencia a estas Especificaciones se indica en la columna de referencia el número clave,

compuesto por el libro, la parte, la sección, el capítulo y la letra que corresponda a las cláusulas relativas a materiales, equipo, requisitos de ejecución, sistemas de medición, conceptos de obra y base de pago de acuerdo con el objetivo de la referencia.

Debe tomarse en cuenta que para efectos de su aplicación, en las especificaciones o normas de referencia debe considerarse que el Representante no fijará las condiciones ni los requisitos de ejecución de la instalación. En todo caso, el Representante debe aprobarlos, pero el proyecto debe señalarlos; en consecuencia, será este último quien debe resolver todos los detalles necesarios para efectuar las instalaciones.

001.C MATERIALES

Los materiales y/o productos que se utilicen en la ejecución de la instalación de la vía, serán los indicados en el proyecto y deberán cumplir con los requisitos de calidad establecidos en el Libro 4 de estas Especificaciones.

Las especificaciones sobre materiales que fije el proyecto prevalecerán en lo que corresponda sobre las especificaciones del Libro 4 y sobre las de la presente sección, en caso de que hubiera discrepancia entre ellas.

En la tabla de referencias se indican las cláusulas de materiales a título enunciativo, pero no limitativo, por lo que debe consultarse el proyecto para conocer todos los materiales que se emplearán en la instalación de las vías y pueda efectuarse oportunamente su muestreo y las pruebas de laboratorio que se requieran de acuerdo a lo indicado en el proyecto, o a las especificaciones de calidad de materiales del Libro 4 y las indicaciones del Representante.

En la mayoría de los capítulos se suprime la cláusula relativa a materiales, haciendo únicamente una relación de los mismos en la tabla de referencias, por lo que debe considerarse en estos casos, lo indicado en el inciso anterior.

Cuando por circunstancias especiales se requieran variaciones en las tolerancias para la aceptación de la calidad de algunos materiales y/o productos, éstas deberán ser sometidas a la consideración del Representante, quien decidirá cuál es el trámite a seguir para que pueda concederse la autorización.

001.D EQUIPO

Los equipos que se empleen para realizar los conceptos de trabajo de cada capítulo considerado en esta sección, deberán ser los adecuados y necesarios, debiendo cumplir con lo indicado en el proyecto y/o las instrucciones y aprobación del Representante.

La cláusula de equipo en la mayoría de los capítulos se suprime y se usará únicamente cuando corresponda a casos particulares.

001.E REQUISITOS DE EJECUCION

En esta cláusula se fijarán los requisitos esenciales de las etapas de instalación de las vías, las características que debe tener el trabajo terminado, incluyendo las tolerancias aceptables y en su caso, lo que debe cumplir el trabajo terminado en sus diferentes etapas, además de las pruebas que deben efectuarse para la aceptación de la vía instalada.

Los trabajos se ejecutarán con los materiales, las dimensiones, las tolerancias y los acabados de acuerdo con:

1. Los requisitos que fije el proyecto.
2. Las especificaciones particulares que por condiciones especiales de la instalación se dicten.
3. Lo que corresponda aplicar de estas Especificaciones para los trabajos de instalación, dependiendo del trabajo de que se trate.

Los trabajos deberán ejecutarse correctamente de acuerdo con lo indicado en el inciso anterior. La correcta ejecución y buena presentación son requisitos indispensables para que el Representante acepte los trabajos; la limpieza general de la zona de trabajo y las adyacentes, son parte de la adecuada ejecución de los trabajos contratados.

En el proyecto se indicarán las condiciones geométricas que deberán tener las vías y si por circunstancias especiales se requieren variar, éstas deberán someterse a la consideración del Representante, quien decidirá cuál es el trámite a seguir para que pueda concederse la aprobación.

001.F SISTEMA DE MEDICION

En todos los casos se medirán los trabajos que hayan sido ejecutados correctamente de acuerdo con lo indicado en cada capítulo.

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

El Representante medirá, en la forma que proceda según sea el caso, los daños que en las obras causen fenómenos naturales no previsibles, cuando dichas obras se ejecuten dentro de los plazos convenidos en el programa autorizado.

La medición se hará con base en las unidades que se hayan considerado en el contrato y tomando en cuenta los precios unitarios aprobados del catálogo correspondiente del Representante, de acuerdo con las disposiciones generales establecidas en el Libro 1 de estas Especificaciones.

El resultado de la medición de los trabajos a que se refiere esta sección, empleando las unidades que en cada caso corresponda, se aproximará como sigue:

a) En el metro cúbico para el suministro de balasto, a la unidad.

b) En el metro lineal para montaje y fijación de la vía, a la unidad.

Para aproximar a la unidad arriba indicada, se redondeará a la unidad superior cuando en el resultado de la medición figuren fracciones mayores de 0.5, o a la unidad obtenida cuando en el resultado de la medición figuren fracciones de 0.5 o menores.

001.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

El pago de los conceptos a que se refiere esta sección, se aplicará a los trabajos medidos de acuerdo con lo indicado en la cláusula anterior. Los conceptos que no sean objeto de medición no estarán sujetos a pago por separado, pues se considera que sus importes ya se han distribuido proporcionalmente o como corresponda, en los diversos precios unitarios del contrato.

En los precios unitarios de los conceptos a que se refiere esta sección, queda incluido y no se medirá lo correspondiente a la conservación de las obras hasta su recepción por parte del Representante, ni la limpieza general de la zona adyacente de trabajo que ejecute el Contratista, de acuerdo con las indicaciones del Representante.

Cuando el pago de las obras contratadas se haga por unidad de obra terminada, debe considerarse lo indicado en el inciso anterior.

Cuando el Representante proporcione materiales y/o equipo al Contratista, el cargo correspondiente que el Representante 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 3.02.01.002

ADAPTACION DE LAS AREAS DE TRABAJO

002.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de trabajos necesarios para adaptar las áreas en que se llevará a cabo la implantación y colocación de las vías para el paso de los trenes con el sistema de balasto y durmientes.

002.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Introducción	3.02.01.001
Localización de trazo y perfil	3.02.01.003.E
Colocación de balasto	3.02.01.004.E
Colocación de durmientes	3.02.01.005.E
Instalación de rieles	3.02.01.006.E
Instalación de pistas	3.02.01.007.E
Instalación de barras guía	3.02.01.008.E
Instalación de aparatos de vía	3.02.01.009.E
Pruebas y puesta en servicio	3.02.01.012.E

002.C MATERIALES

Véase lo indicado en la cláusula correspondiente a la instalación del sistema de vías con balasto y durmientes del capítulo 3.02.01.001 "Introducción".

002.D EQUIPO

Véase 3.02.01.001 en lo referente a la instalación del sistema de vías con balasto y durmientes.

002.E REQUISITOS DE EJECUCION

Para la instalación de la vía es necesario que la obra civil del tramo se encuentre perfectamente terminada, libre de rezaga de material, selladas las filtraciones y colocadas las coladeras y registros; asimismo, se verificará que no sobresalga ningún objeto de los muros o losa de techo, debiendo eliminarse si existiera, a fin de que el tramo esté completamente libre.

Se deberá hacer la prueba hidráulica a los drenes laterales, introduciendo agua en la parte más alta de la pendiente, de preferencia con colorante, para observar que el agua corra a la perfección por los drenes hasta el cárcamo o registro municipal.

002.F SISTEMA DE MEDICION

Véase lo indicado en 3.02.01.001.

002.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

Véase lo indicado en 3.02.01.001.

CAPITULO 3.02.01.003

LOCALIZACION DE TRAZO Y PERFIL

003.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de operaciones requeridas para ubicar los ejes de las vías con sus niveles necesarios para la implantación e instalación de las vías sobre durmientes y balasto de las líneas del Metro.

003.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Introducción	3.02.01.001
Adaptación de las áreas de trabajo	3.02.01.002.E
Colocación de balasto	3.02.01.004.E
Trazos y nivelaciones	3.01.01.003.E

003.C MATERIALES

Véase lo indicado en la cláusula correspondiente a la instalación del sistema de vías con balasto y durmientes del capítulo 3.02.01.001 "Introducción".

003.D EQUIPO

Véase 3.02.01.001.D "Equipo".

003.E REQUISITOS DE EJECUCION

003.E.01 EJECUCION DE LOS TRABAJOS

Antes de iniciar los trabajos de implantación de vía, es indispensable replantear el trazo de los ejes de las vías y marcar su perfil longitudinal sobre los muros. Este perfil servirá para regularizar la primera capa de balasto y después para la nivelación de la vía. Por lo que concierne al trazo, es necesario fijar sobre las losas de piso y techo las marcas que materializarán el eje de la entrevía. La verificación del trazo así como la colocación de los puntos de referencia de nivelación en los muros o muretes, se llevará a cabo antes de que la primera capa de balasto haya sido extendida y arreglada según lo indicado en 3.02.01.004; dicha verificación se efectuará según las directivas y bajo el control permanente del Representante.

003.E.02 ESTABLECIMIENTO DE LAS MARCAS DE TRAZO

003.E.02.a En línea recta. El eje de la entrevía será materializado, estableciendo marcas a cada 25 m, aproximadamente. En túnel se recomienda implantar en el eje una marca provisional, constituida ya sea por una estaca de madera empotrada, por un macizo de concreto de forma piramidal apoyado en su base mayor, o por un clavo fijado en las losas de piso y techo. Con apoyo en estas marcas, se trazarán los puntos definitivos que representen el eje de la entrevía, a la distancia anteriormente señalada. El trazo de los ejes de las vías se efectuará apoyándose en estos puntos.

003.E.02.b En curva. En las zonas de curvas y de clotoides, el eje de entrevía será implantado en forma similar a la línea recta, pero estableciendo marcas a cada 5.00 metros.

003.E.03 MARCAS DE NIVELACION

Las marcas de referencia para nivelación de la vía, serán colocadas sobre los muros de retención laterales en los túneles, cajones y líneas superficiales o en los muretes de confinamiento del balasto en las estructuras elevadas. Estas marcas se trazarán a una altura constante de 1.00 m, por arriba del nivel definitivo de la vía.

En las zonas en las que por condiciones locales no se puedan establecer los puntos de referencia a una altura constante de 1.00 m, se colocarán a una altura menor y se indicará el valor correspondiente a un lado de la marca.

Estos niveles se ubicarán en la forma más precisa posible, con el fin de facilitar el respeto de las tolerancias requeridas para la colocación de las vías.

En curva es conveniente señalar además el nivel de la fila del riel más bajo y cercano a los puntos de referencia; el nivel de la segunda fila de la vía considerada, se determinará con el peralte de la curva. La fila baja de la vía ubicada en la curva de radio menor está más abajo que la fila baja de la vía ubicada en la curva de radio mayor, en una altura igual a la mitad del peralte de la curva; esta disposición tiene por objeto evitar una pendiente demasiado inclinada del talud del balasto en la entrevía, para las vías en túnel o cajón.

En los casos de vías superficiales y elevadas, las vías en curva tienen su nivel definido por la condición de que los rieles en las filas interiores de cada vía, quedan al mismo nivel para los tramos rectos adyacentes.

En túneles, cajones y vías superficiales, las marcas de referencia para nivelación, tendrán las mismas se-

paraciones indicadas para las marcas de referencia para el trazo.

En estructuras elevadas, las marcas de referencia para nivelación se ubicarán en secciones coincidentes con las columnas de apoyo de la estructura y con el centro del claro entre columnas. Debido al peso que corresponde a los elementos del sistema de vías y de los cables e instalaciones eléctricas, las trabes de las estructuras sufrirán deformaciones, por lo cual, los puntos de referencia para nivelación que se establezcan antes de que actúen estas cargas, deberán ser corregidos después de que éstas sean colocadas. Las correcciones de la posición de las marcas de nivelación en los centros de los claros entre columnas, deberán realizarse al situar el nivel de las vías de rieles, y así también, al revisar nivelaciones para la terminación de la colocación de las vías completas.

003.F SISTEMA DE MEDICION

Será de acuerdo a lo indicado en 3.02.01.001 en lo correspondiente a instalación del sistema de vías con balasto y durmientes.

003.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

Véase 3.02.01.001 "Introducción".

CAPITULO 3.02.01.004

COLOCACION DE BALASTO

004.A DESCRIPCION

La colocación del balasto comprende las actividades necesarias para tender, compactar y nivelar el material pétreo seleccionado que se coloca debajo y entre los durmientes, para transmitir y distribuir a la losa de apoyo las cargas inducidas por el paso de los trenes.

004.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Introducción	3.02.01.001
Adaptación de las áreas de trabajo	3.02.01.002.E
Localización de trazo y perfil	3.02.01.003.E
Colocación de durmientes	3.02.01.005.E
Instalación de rieles	3.02.01.006.E
Instalación de pistas	3.02.01.007.E
Instalación de barras guía	3.02.01.008.E
Instalación de aparatos de vía	3.02.01.009.E
Pruebas y puesta en servicio	3.02.01.012.E
Balasto	4.02.01.001.A

004.C MATERIALES

Véase lo indicado en 3.02.01.001, correspondiente a la instalación del sistema de vías, con balasto y durmientes.

004.D EQUIPO

Véase 3.02.01.001.D "Equipo" en lo relativo a la instalación del sistema de vías con balasto y durmientes.

004.E REQUISITOS DE EJECUCION

004.E.01 DESCARGA Y ACARREO DEL BALASTO

El balasto será introducido por gravedad directamente en el túnel o cajón, en distintos puntos de la línea especialmente acondicionados para este fin.

En las líneas superficiales o elevadas será descargado directamente en zonas especialmente acondicionadas; para evitar daños en los muretes o parapetos laterales, en las líneas elevadas no deberán formarse montículos con altura mayor de 1.50 metros.

Del área de introducción, el balasto será transportado mediante camiones, cargadores, etc., hasta la zona requerida, repartiéndolo entre distintos puntos a todo lo ancho de la sección, donde será nivelado y compactado según las indicaciones del Representante y de acuerdo con el Contratista.

004.E.02 ACOMODO Y NIVELACION DE LA PRIMERA CAPA DE BALASTO

En las instalaciones con durmientes de madera, el balasto será nivelado y compactado en los tramos de vía rectos a una altura de 0.10 m debajo de la elevación requerida para la base de los durmientes, es decir, a 0.38 m por debajo de la elevación del hongo del riel. En curva podrá ser de las dos formas siguientes:

1. Respetando la cota de 0.38 m para la fila baja de la vía, independientemente de la altura que resulte entre la otra fila de riel y el balasto.

2. Con el fin de utilizar el máximo de balasto en esta capa, se podrá arreglar su perfil siguiendo el peralte que deberán tener las vías, de tal manera que dicho perfil quede a 0.38 m, como mínimo, por debajo de los hongos de ambos rieles.

En las zonas donde se instalen durmientes de concreto se compactará y nivelará hasta una altura de 0.09 m debajo de la elevación requerida para la base de los durmientes, es decir, en tramos rectos el balasto compactado quedará nivelado a 0.43 m abajo de la elevación del hongo del riel; en curvas se procederá de igual forma que en el inciso anterior, siendo para este caso el valor de la cota a respetar de 0.43 m como mínimo.

004.E.03 SEGUNDA CAPA DE BALASTO, ACABADO, ARREGLO Y BATEADO

En los tramos en que sea terminada la fijación de los rieles a todos los durmientes, se procederá a suministrar el balasto faltante para alcanzar el nivel de proyecto de la vía.

Mediante el bateado se elevará la vía a un nivel 2 cm arriba del de proyecto y simultáneamente se ajustará su alineación.

Para los durmientes de madera el bateado se concentrará en las dos partes extremas del durmiente, desde la punta hasta una distancia de 0.4 m, medida desde el riel hacia la parte interior de la vía; en

el centro de los durmientes el bateado debe ser ligero para no crear un apoyo rígido. Las bateadoras deberán ser colocadas en posición vertical de cara a los durmientes (fig 004-1a), para permitir que penetre en el balasto aunque sin desalojarlo; posteriormente se inclinarán hacia abajo para introducir la hoja de bateado bajo el durmiente (fig 004-1b). El movimiento de vaivén de la bateadora deberá sostenerse hasta lograr el compactado completo (fig 004-1c). El apilamiento de balasto entre los durmientes deberá ser suficiente para cubrir las necesidades de la hoja de bateado, de manera que el balasto sea llevado por vibración a su posición definitiva, sin obligar a retirar la bateadora completamente. Siempre se procurará que la bateadora tenga suficiente balasto para conformar, el cual deberá quedar al nivel superior de los durmientes.

El bateado bajo los durmientes de concreto se realizará solamente debajo de los bloques que los forman.

Se emplearán hojas de bateado distintas para durmientes de madera y de concreto; se tendrán también hojas derechas e izquierdas.

En la estructura elevada, al fijar el nivel de la vía de rieles deberán corregirse las marcas situadas en la sección central, para tomar en cuenta la deformación causada hasta esta etapa en las trabes.

Después del bateado y habiendo certificado la alineación de la vía, se procederá a la afinación del balasto, enrasado a 3 cm por debajo de la base de los rieles y hasta el nivel superior de los durmientes. En todo caso, deberá darse al balasto la conformación que señalen los planos de implantación de la vía en todo su ancho, tanto en las rectas como en las curvas.

004.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.02.01.001 "Introducción", en lo referente a la instalación del sistema de vías con balasto y durmientes.

004.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

Véase la cláusula correspondiente a instalación del sistema de vías con balasto y durmientes del capítulo 3.02.01.001 "Introducción".

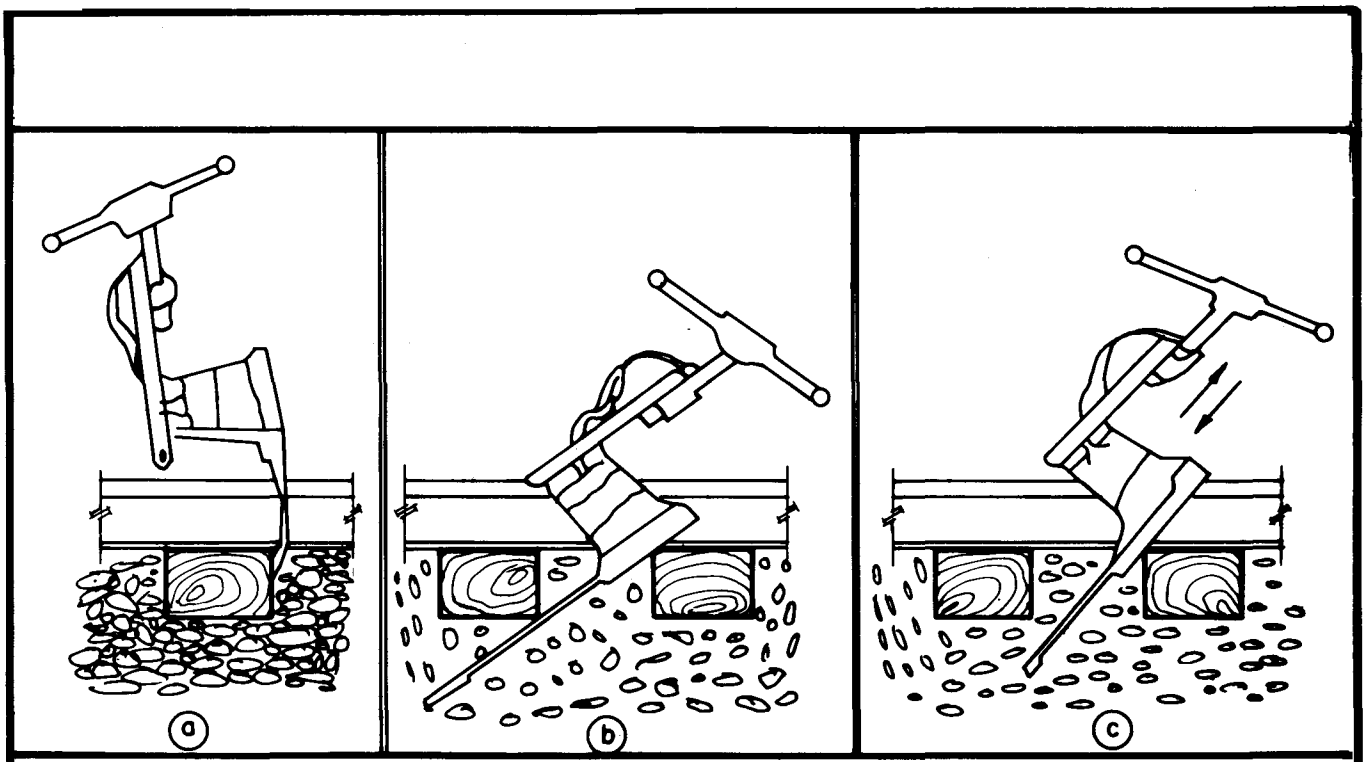


Fig 004-1 Bateado de los durmientes

CAPITULO 3.02.01.005

COLOCACION DE DURMIENTES

005.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de operaciones requerido para colocar correctamente los durmientes. Existen dos tipos de durmientes tomando como base el material que los constituye: de madera y de concreto reforzado.

Los durmientes de madera se clasifican de la siguiente manera, de acuerdo con su función y su ubicación en la vía:

a) Durmientes ordinarios para rectas y curvas con radio mayor o igual que 500 m. Estos durmientes soportan a los rieles y a las pistas; son marcados con la letra "A" y están maquinados para que los rieles apoyados sobre ellos tengan una separación nominal entre caras interiores de rodamiento de 1435 mm (fig 005-1).

b) Durmientes soporte de barra guía para rectas y curvas con radio mayor o igual que 500 m. Estos durmientes soportan adicionalmente a los aisladores en los que se fija la barra guía; son marcados con las letras "GA" y están maquinados de manera idéntica a lo indicado en el inciso (a). Además, en su parte superior, correspondiendo con los sitios en que se apoyarán las pistas, se practicarán dos ranuras semicirculares para recibir la media luna interior del zoclo con bridas laterales (fig 005-2).

c) Durmientes ordinarios para curvas con radio menor de 500 m; son marcados con la letra "C" y se maquinan para una separación entre los bordes internos de los rieles de 1439 mm (fig 005-1).

d) Durmientes soporte de barra guía para curvas con radio menor de 500 m. Son marcados con las letras "GC" y se maquinan igual que lo indicado en el inciso anterior. Los durmientes "GC" y "GA" son entregados con candeleros, pernos, candados, chavetas y zoclos de bridas laterales (fig 005-2).

e) Durmientes en transiciones. El cambio de separación de 1435 mm a 1439 mm para las curvas con radio menor de 500 m, se obtiene mediante un maquinado especial realizado en dos durmientes que constituyen la transición entre la tangente y la curva y viceversa. Estos durmientes están marcados con la letra "T" y se colocan al inicio de los empalmes horizontales entre tangente y clotoide; son idénticos entre sí, aunque la separación entre bordes internos de rodamiento de los rieles en cada uno de ellos sea distinta, 1436.3 y 1437.6 mm respectivamente; la holgura dejada en el maquinado permite realizar estas dos separaciones.

f) Durmientes para aparatos de vía. Son de geometría particular, que depende del tipo de aparato de vía que se defina en el proyecto.

Por su parte, los durmientes de concreto se clasifican en:

a) Durmientes ordinarios para rieles y pistas. Se denominan durmientes de concreto tipo "O" y se pueden emplear indistintamente en rectas y curvas de cualquier radio; las grapas de fijación de la vía permiten tener la posibilidad de ajuste de la separación entre los rieles (fig 005-3).

b) Durmientes soporte de aislador. Adicionalmente soportan a los aisladores donde se fijan las barras guía; se denominan durmientes de concreto tipo "S" (fig 005-4).

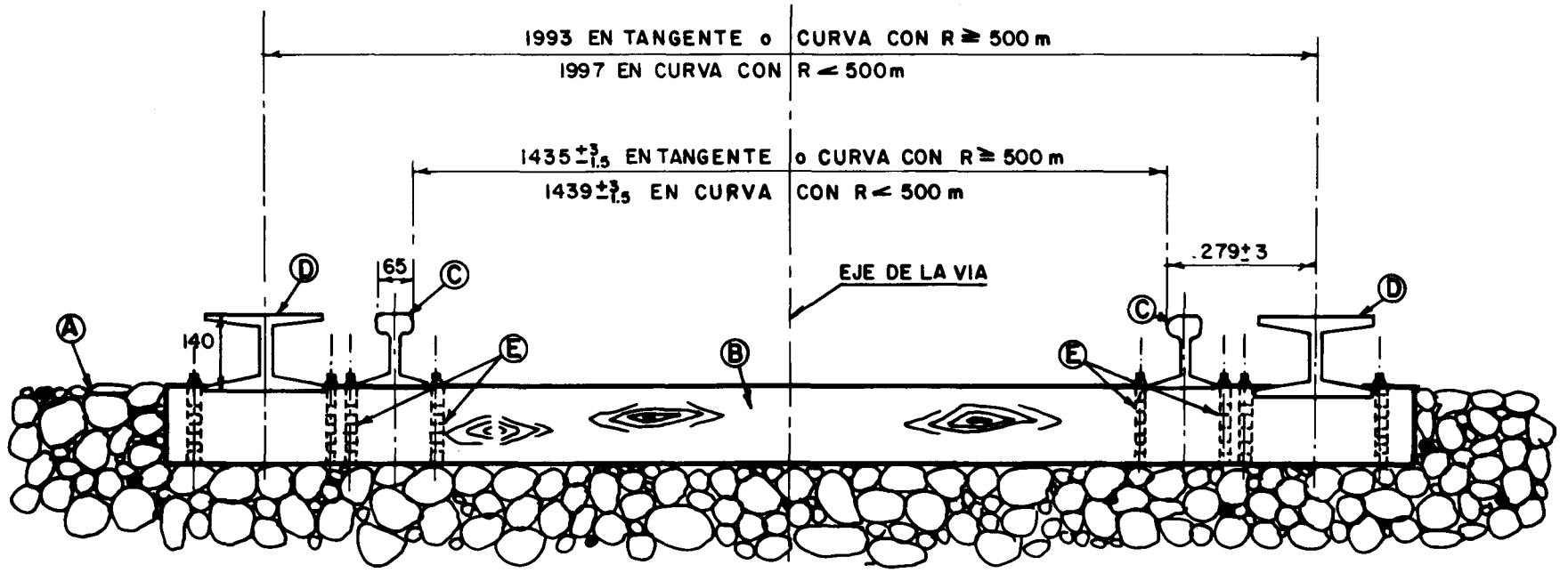
c) Durmientes para vías secundarias. Cuentan con un bloque tipo "O" y uno de tipo "S", siendo cuatro centímetros más largos para que la barra guía quede ubicada a dos centímetros más hacia el exterior de la vía; se denominan durmientes de concreto tipo "SO".

005.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Introducción	3.02.01.001
Adaptación de las áreas de trabajo	3.02.01.002.E
Localización de trazo y perfil	3.02.01.003.E
Colocación de balasto	3.02.01.004.E
Instalación de rieles	3.02.01.006.E
Instalación de pistas	3.02.01.007.E
Instalación de barras guía	3.02.01.008.E
Instalación de aparatos de vía	3.02.01.009.E
Pruebas y puesta en servicio	3.02.01.012.E
Durmientes	4.02.01.001.B

005.C MATERIALES

Véase la cláusula correspondiente a la instalación del sistema de vías con balasto y durmientes en 3.02.01.001 "Introducción".

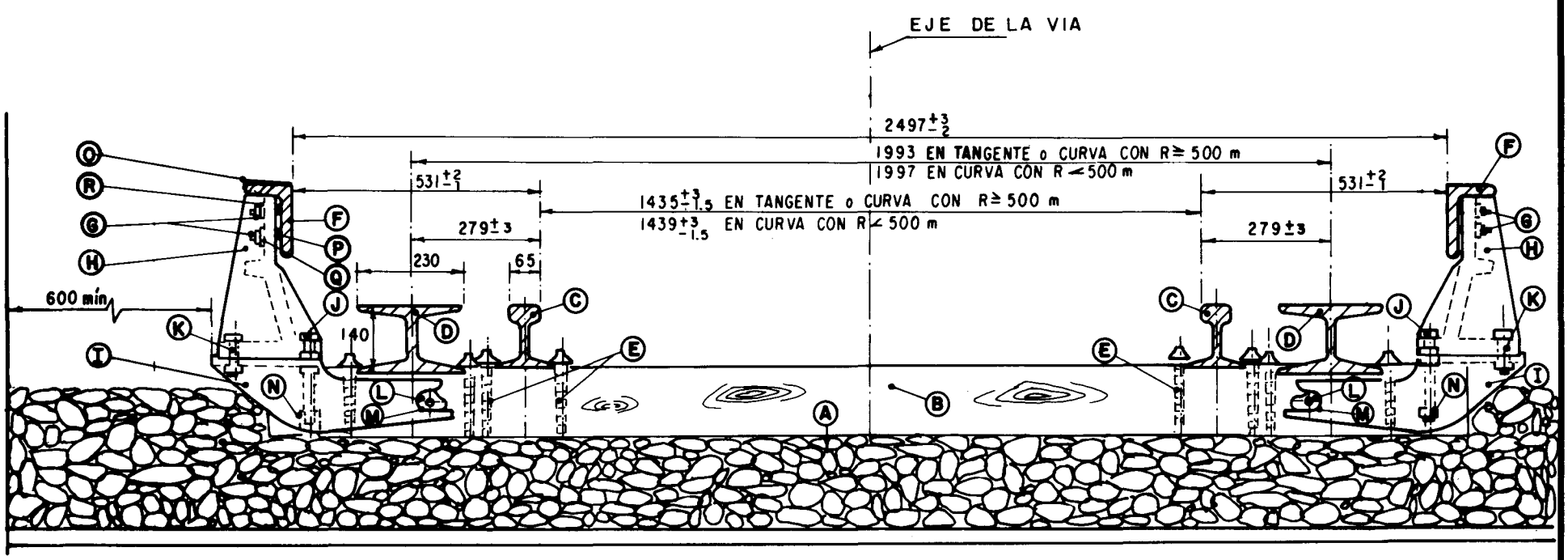


ACOTACIONES, EN mm

NOMENCLATURA

- (A) BALASTO
- (B) DURMIENTE DE MADERA
- (C) RIEL DE SEGURIDAD
- (D) PISTA METALICA
- (E) PERNOS TIRAFONDO

Fig 005-1 Corte de la vía en balasto con durmiente de madera para fijación de rieles y pistas

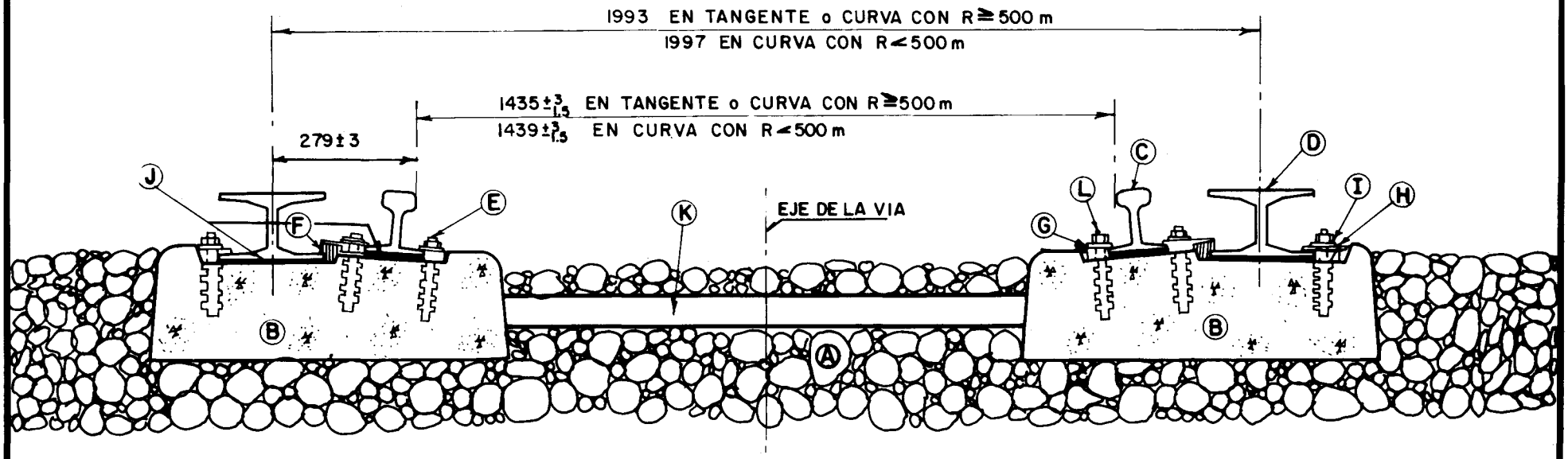


NOMENCLATURA

- (A) BALASTO
- (B) DURMIENTE DE MADERA
- (C) RIEL DE SEGURIDAD
- (D) PISTA METALICA
- (E) PERNOS TIRAFONDO
- (F) BARRA GUIA
- (G) PERNOS NELSON
- (H) AISLADOR
- (I) ZOCLO CON BRIDAS LATERALES
- (J)y(K) TORNILLOS PARA FIJACION DE AISLADOR
- (L) PERNO PARA FIJACION DE CANDADO
- (M) CANDADO PARA FIJACION DE ZOCLO
- (N) CANDELERO
- (O) AISLAMIENTO PARA BARRA GUIA
- (P) CALZA PERMANENTE DE 3 PERFORACIONES
- (Q) MEDIAS CALZAS DE AJUSTE
- (R) ARANDELA L-16-N

ACOTACIONES, EN mm

Fig 005-2 Corte de la vía en balasto con durmiente de madera para fijación de aislador

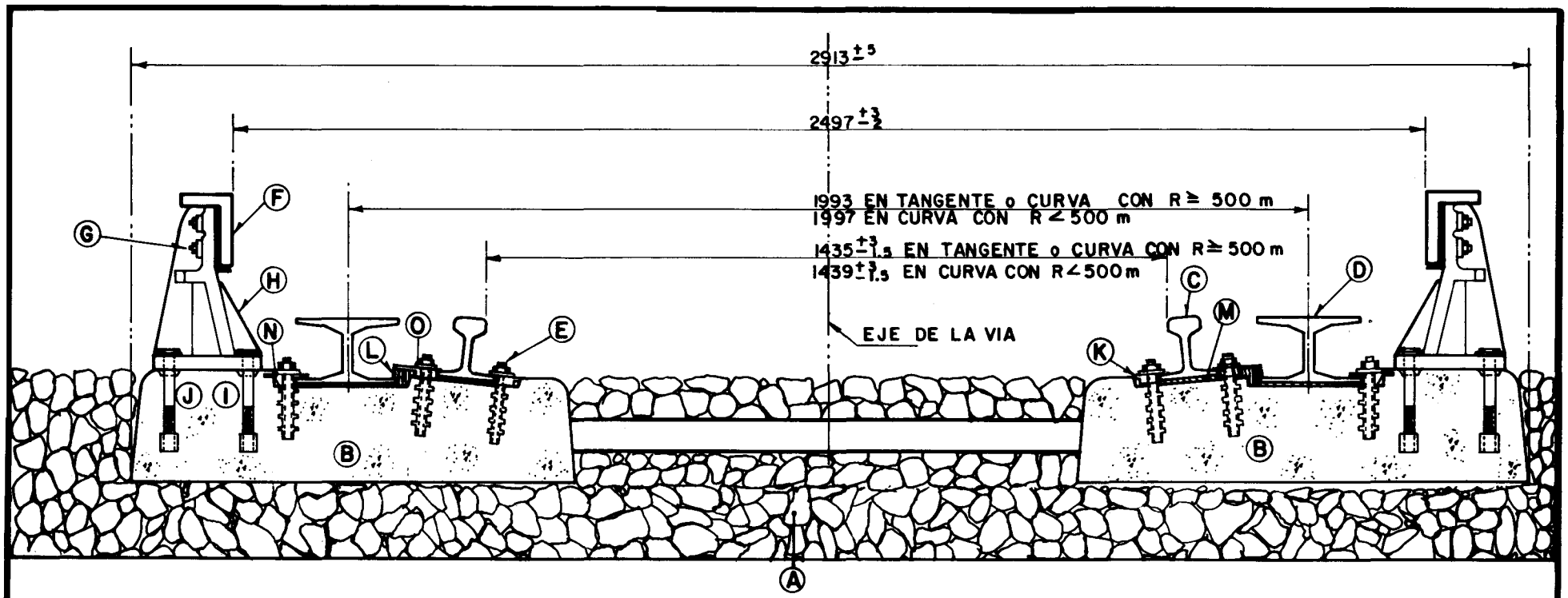


ACOTACIONES, EN mm

NOMENCLATURA

- (A) BALASTO
- (B) DURMIENTE DE CONCRETO TIPO "O"
- (C) RIEL DE SEGURIDAD
- (D) PISTA METALICA
- (E) PERNO TIRAFONDO
- (F) ESTRIBO LATERAL
- (G) GRAPA DE NYLON
- (H) LAMINA DE RESORTE A.P.
- (I) ARANDELA A.P.
- (J) ALMOHADILLA DE CAUCHO PARA RIELES Y PISTAS
- (K) TIRANTE METALICO
- (L) TUERCA

Fig 005-3 Corte de la vía en balasto con durmiente de concreto tipo "O"



NOMENCLATURA

ACOTACIONES , EN mm

- (A) BALASTO
- (B) DURMIENTE DE CONCRETO TIPO "S"
- (C) RIEL DE SEGURIDAD
- (D) PISTA METALICA
- (E) PERNO TIRAFONDO
- (F) BARRA GUIA
- (G) PERNOS NELSON
- (H) AISLADOR
- (I) y (J) TORNILLO PARA FIJACION DE AISLADOR
- (K) GRAPA DE NYLON
- (L) ESTRIBO LATERAL
- (M) ALMOHADILLA DE CAUCHO PARA RIELES Y PISTAS
- (N) LAMINA DE RESORTE A.P.
- (O) ARANDELA ELASTICA A.P.

Fig 005 – 4 Corte de la vía en balasto con durmiente de concreto tipo "S"

005.D EQUIPO

Véase 3.02.01.001.D de "Introducción".

005.E REQUISITOS DE EJECUCION

005.E.01 ESPACIAMIENTO DE LOS DURMIENTES

a) En tramos rectos o en curvas de radio mayor de 500 m, los durmientes se instalan con una separación entre ejes de 0.75 m y en una proporción de tres durmientes ordinarios por cada durmiente soporte de aislador; de acuerdo con lo anterior, la distancia entre ejes de durmientes para aislador es siempre de 300 metros.

b) En curvas de radio menor de 500 m, la separación entre ejes de durmientes será de 0.60 m, medida en el borde de rodamiento del riel ubicado en la fila de radio mayor. En la fila de radio menor la separación será más reducida dependiendo del radio de la curva.

c) En las zonas especiales como aparatos de vía, juntas aislantes, juntas de dilatación, etc., el espaciamiento entre durmientes es diferente, debiendo consultarse los planos de implantación de vía, en los que se indicarán las ubicaciones y separaciones correspondientes.

d) En las líneas superficiales y elevadas, donde se colocarán juntas de dilatación formando tramos de vía cuya longitud dependerá de los radios de curvatura, la cantidad de durmientes a instalar en cada tramo formado será conforme a lo indicado en la tabla 005-1, salvo que el proyecto indique lo contrario.

005.E.02 SEÑALAMIENTOS EN LOS DURMIENTES DE CONCRETO

Todos los durmientes de concreto fabricados deberán estar marcados por lo menos en una de sus caras exteriores extremas; las marcas deberán incluir número, lote y puntos de diferentes colores; todo el marcado se hará en la planta de fabricación o en el sitio donde los durmientes son almacenados.

Un punto verde indicará que los durmientes han pasado con éxito los ensayes de carga y extracción de pernos tirafondo y por lo tanto podrán ser instalados en la vía. Los durmientes con punto rojo no podrán ser colocados en las vías, pues esto significa que no cumplieron con alguno de los ensayes especificados.

005.E.03 MANEJO DE LOS DURMIENTES

El abastecimiento de los durmientes podrá realizarse mediante trenes de servicio y pórticos que permitan depositarlos sin tirarlos sobre la vía. Con los durmientes de concreto deberá tenerse especial cuidado, ya que todos los movimientos a que serán sometidos sea durante su fabricación, traslado a la obra, almacenamiento o colocación en la vía, deberán realizarse con el máximo de precauciones para evitar fisuraciones o desportilladuras en los bloques que los forman; todos aquellos durmientes que se dañen por no manejarse adecuadamente serán repuestos con cargo al Contratista. En caso de que el Representante juzgue necesario hacerles alguna reparación en cuanto a cambio de tirafondos o reposición de almohadillas se procederá como se indica en la cláusula 001.B.02 de estas Especificaciones.

Tabla 005-1 Constitución de tramos de vía tipo entre juntas de dilatación en líneas a la intemperie del Metro de la Ciudad de México

Tipo de línea	Radio de curvatura R, en m	Separación nominal entre:				Número de durmientes en el tramo tipo entre juntas		
		Durmientes consecutivos cm	Durmientes con aisladores cm	Juntas de dilatación m	Rieles mm	Ordinarios	Con aisladores	Total
Superficial	$R \geq 500$	75	300	126	1435	128	44	172
	$R < 500$	60	180	126	1439	140	71	211
Elevada	$R \geq 1000$	75	300	126	1435	128	44	172
	$500 \leq R < 1000$	75	300	72	1435	74	26	100
	$R < 500$	60	180	72	1439	80	41	121
Tramo de estación en líneas a la intemperie	———	75	300	180	1435	182	62	244

005.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.02.01.001 "Introducción".

005.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

Véase 3.02.01.001 "Introducción".

CAPITULO 3.02.01.006

INSTALACION DE RIELES

006.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de operaciones requerido para colocar sobre los durmientes y la primera capa de balasto, los rieles de seguridad de las vías del Metro.

La instalación de rieles comprende en términos generales las siguientes operaciones:

a) Abastecimiento de los rieles a la zona de trabajo.

b) Montaje de los rieles.

c) Soldadura de los rieles por el método aluminotérmico.

d) Acabado, arreglo y bateado.

e) Instalación de juntas de dilatación en líneas a la intemperie.

f) Colocación de juntas aislantes.

g) Colocación de juntas mecánicas.

006.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Introducción	3.02.01.001
Adaptación de las áreas de trabajo	3.02.01.002.E
Localización de trazo y perfil	3.02.01.003.E
Colocación de balasto	3.02.01.004.E
Colocación de durmientes.	3.02.01.005.E
Soldadura aluminotérmica	3.02.01.010.E
Durmientes	4.02.01.001.B
Riel nuevo	4.02.01.001.C.03
Tirafondos	4.02.01.001.D.06
Almohadillas de caucho	4.02.01.001.D.08
Grapas para fijación de rieles y pistas en durmientes de concreto	4.02.01.001.D.13
Material aislante	4.02.01.001.E
Juntas de dilatación	4.02.01.001.C.07
Planchuelas metálicas	4.02.01.001.H
Tornillos y tuercas para vía	4.02.01.001.D.10

006.C MATERIALES

Véase lo indicado en 3.02.01.001 "Introducción" en lo referente a la instalación de vías con balasto y durmientes.

006.D EQUIPO

Véase 3.02.01.001.D de "Introducción".

006.E REQUISITOS DE EJECUCION

006.E.01 ABASTECIMIENTO DE LOS RIELES A LA ZONA DE TRABAJO

Se hará el abastecimiento de los rieles aproximadamente en el sitio de su ubicación final en el caso de líneas a la intemperie, superficiales o elevadas; en el caso de líneas subterráneas en túnel o cajón el abastecimiento de los rieles se hará por los espacios o zonas previamente destinadas para el suministro de materiales, bien sea en zonas intermedias o desde el extremo de las líneas. Se utilizarán vehículos que los lleven hasta su sitio de colocación definitivo, los que circularán por una vía temporal usando los mismos rieles que formarán parte de la vía definitiva. Los rieles se ubicarán fuera del espacio que ocupará una de las vías y se adaptarán para que pueda circular sobre ellos un pórtico de carga rodante. Una vez formada y terminada la primera vía de rieles se podrá usar para la circulación de vehículos de ruedas metálicas que trasladen los materiales de la vía faltante, pudiendo colocarse alternadamente ambas vías.

Para la maniobra de colocación de los rieles podrán utilizarse balancines, tomando las mayores precauciones para evitar accidentes y deterioros. Si los rieles fuesen estropeados, ya sea antes o después de su colocación, siempre que sea posible deberán ser enderezados en frío por medio de una prensa. Esta situación debe considerarse dentro de los gastos del Contratista, quien deberá tener permanentemente en la obra una prensa del tipo aprobado para este fin por el Representante. Si se llegara a reconocer que es imposible enderezar los rieles bajo dichas condiciones, su retiro, reemplazo y transporte del riel o del perfil averiado, correrán a cargo del Contratista.

Salvo en caso de utilizar vagones especiales provistos de grúas, las maniobras de las carga y descarga de rieles deberán efectuarse obligatoriamente mediante rampas. En caso de descarga, los rieles puestos sobre las rampas deberán ser guiados y retenidos por medio de cuerdas y de ganchos firmemente sujetos al vagón. Está estrictamente prohibido tirarlos para cargarlos o descargarlos.

Los rieles podrán transportarse a cuestas, ya sea ayudándose con las manos o con pinzas. Por otra parte, está prohibido para voltear un riel meter las pinzas en los barrenos destinados a los tornillos de las planchuelas; operación que deberá ejecutarse con las manos o con piezas especiales.

Los rieles y los perfiles almacenados nunca deberán ser colocados en el suelo, sino sobre calzas preferentemente de madera.

Está estrictamente prohibido golpear sobre los perfiles o practicar una marca cualquiera por medio de un buril, martillo, maza o sierra.

Si el abastecimiento de los rieles se hace utilizando alcancías, las maniobras deberán efectuarse obligatoriamente por medio de una estructura de repartición de carga.

006.E.02 MONTAJE DE LOS RIELES

La vía de rieles está compuesta por dos rieles del tipo 80 ASCE (39.7 kg/m), fijados sobre durmientes de madera o de concreto reforzado y colocados sobre la primera capa de balasto una vez nivelada; la separación de durmientes se hará según se indica en la cláusula 3.02.01.005.

Durante la fijación de los rieles a los durmientes, la separación entre rieles será conservada obligatoriamente mediante escantillones.

En el caso de durmientes de madera se tendrá mucho cuidado en apretar sucesivamente los tirafondos de un mismo riel, correspondiente a un mismo durmiente. Con el fin de facilitar la introducción de los tirafondos en los durmientes, su punta se untará con grasa, quedando estrictamente prohibida su introducción por percusión.

Para los durmientes de concreto, la colocación de los rieles sobre ellos se hará respetando los siguientes lineamientos:

1. Se extremarán las precauciones para evitar que se dañen las cuerdas de los pernos tirafondo, que estarán parcialmente protegidas mediante sus tuercas correspondientes, evitar raspaduras o desportilladuras en los durmientes de concreto y asimismo, evitar daños en los rieles. Se deja a elección del Contratista emplear cualquier otro dispositivo que no sean las tuercas para proteger las cuerdas de los tirafondos, o incluso podrán no llevar ninguna protección si el Contratista así lo prefiere por facilidad de los trabajos, pero siempre éste será el responsable de que las cuerdas de los tirafondos se encuentren en las condiciones adecuadas.

2. Antes de asentar los rieles sobre los durmientes de concreto, se verificará que no exista basura ni objetos extraños sobre las almohadillas de caucho o hule sobre las que descansarán.

3. Utilizando pórticos para colocar los rieles sobre las almohadillas de hule que constituyen su asiento sobre los durmientes de concreto, se procederá a alinear los rieles utilizando escantillones especiales para esto.

4. A continuación se procederá a retirar las tuercas de los pernos tirafondo adyacentes a los rieles, para colocar las grapas y lograr la primera fijación del riel. La grapa interior que se coloque podrá ser de cualquier número entre el 7 y el 10, de los previstos para la instalación de los durmientes de concreto; sin embargo se escogerá preferentemente una grapa del No. 9 o del No. 10. La grapa central se colocará en esta etapa con su mayor dimensión en el sentido longitudinal de la vía, de modo que la muesca prevista en ella asiente sobre el riel para lograr la fijación inicial de éste, sin invadir el espacio en que posteriormente se alojará la pista; esta grapa central con muesca, podrá ser de cualquiera de los números en que se tenga disponible (fig 006-1).

5. Se apretarán las tuercas de los pernos tirafondo a 8.9 daN-m (9 kg-m), con una tolerancia de + 1 y − 0 daN-m (+ 1 y − 0 kg-m).

6. Como caso particular, en las vías de estructuras elevadas ubicadas en tramos curvos con radios menores de 750 m, en las que se anticipe que será necesario hacer circular trenes de mantenimiento u otros vehículos de ruedas metálicas, será necesario que al fijar el riel, se coloque en el espacio previsto para la pista de rodamiento una plaqueta de acero que tenga la forma y dimensiones de la pista y un largo no menor de 20 cm, la cual se fijará junto con el riel colocando la grapa central en su posición definitiva e instalando así la grapa que está prevista para fijar la pista en el lado exterior a cada vía. Esta plaqueta tiene el propósito de simular la ubicación de la pista para poder colocar las tres grapas de fijación de los elementos de vía en cada bloque de los durmientes de concreto y garantizar así, una transmisión efectiva y segura de cualquier fuerza lateral que los vehículos que circulen en los rieles puedan trasmitir a los durmientes.

En el caso de utilizarse un sistema combinado de durmientes de madera y de concreto, después de alinear los rieles mediante los escantillones, se procederá a la fijación de los durmientes de madera bajo los rieles, para lo cual será necesario levantarlos con una tenaza apropiada y calzarlos al nivel requerido y a continuación se colocarán los tirafondos correspondientes; finalmente se realizará la fijación sobre los durmientes de concreto.

006.E.03 SOLDADURA DE LOS RIELES POR EL METODO ALUMINOTERMICO

Los rieles se fabrican en longitudes nominales de 18.0 m, por lo que es necesario ejecutar soldaduras por el método aluminotérmico indicado en el capítulo 3.03.01.010, para obtener las longitudes continuas de vía previstas en el proyecto. La longitud mínima de riel que se puede soldar es de 4.5 metros.

(A) GRAPA EXTERIOR

(B) GRAPA CENTRAL

(C) GRAPA INTERIOR

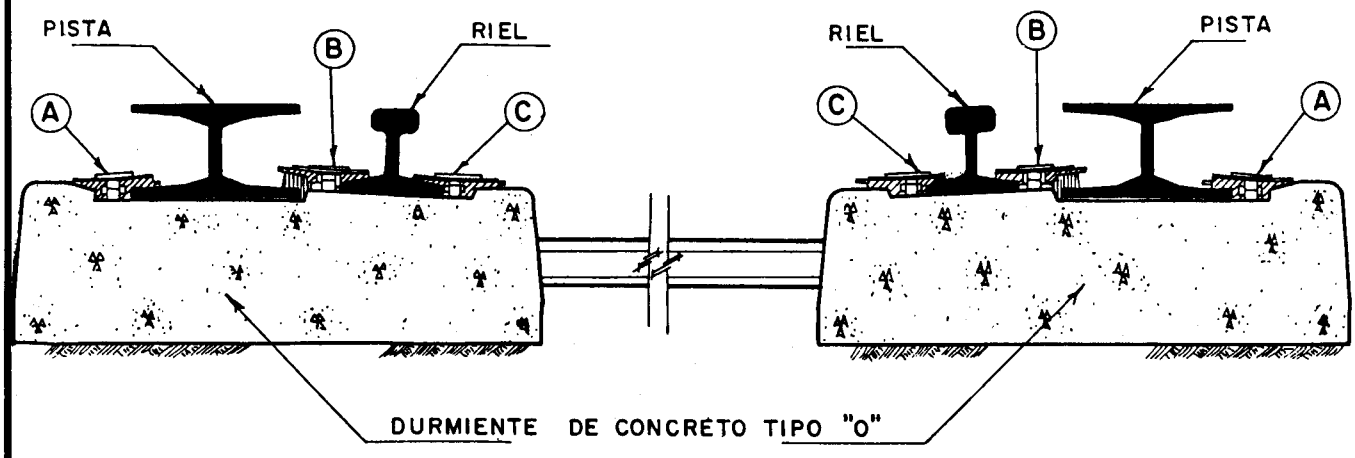


Fig 006-1 Nomenclatura de grapas

Si la soldadura aluminotérmica de los rieles se hace después del armado de la vía, los rieles serán mantenidos por medio de un emplanchuelado provisional o por prensas de apriete, cuyo suministro estará a cargo del Contratista.

El espacio necesario entre extremos de rieles para la ejecución de las soldaduras, será conservado por medio de separadores adecuados. Las juntas de riel serán concordantes y en voladizo entre dos durmientes. No deberá haber ninguna junta de riel soldada a menos de 0.10 m del borde de un durmiente.

El Contratista también podrá llevar tramos de rieles ya soldados.

En tramos en curva, los rieles previamente soldados o colocados por tramos de 18 m, serán curvados al radio requerido, cuando éste sea inferior a 300 m. La curvatura antes de la colocación de los rieles se hará en la obra por medio de prensas apropiadas; la operación se llevará a cabo progresivamente y sin golpes bruscos, debiendo realizarse preferentemente con roladora. Esta operación de curvado deberá hacerse con un cuidado particular en los extremos. Al terminar dicha operación deberá verificarse el correcto curvado por el método de las flechas, con una regla de 1.5 m en los extremos; la tolerancia en las flechas será de $\pm$ 0.125 mm. Los extremos que no puedan ajustarse rigurosamente al radio requerido serán cortados sistemáticamente sin que este corte afecte los costos de obra.

006.E.04 ACABADO, ARREGLO Y BATEADO

Después de la colocación directa de la vía sobre la primera capa de balasto, se procederá al abastecimiento del balasto complementario y a la elevación de la vía hasta el nivel fijado, para su alineación, arreglo y bateado, tal como se indica en el capítulo 3.02.01.004. El arreglo de la vía se realizará a un nivel 0.02 m arriba del especificado en los planos, de manera que el plano de rodamiento se encuentre al nivel fijado después del asentamiento debido al paso de los trenes. Además el bateado se realizará

teniendo instalados los rieles provisionales, que sustituyen a los tramos con los aparatos de dilatación.

Los peraltes necesarios en las curvas y las pendientes serán indicados en los planos de colocación que se entreguen al Contratista.

Después de la operación de bateado, se verificará la alineación de la vía y se harán en su caso, las correcciones necesarias; para la verificación se utilizarán escantillones especiales construidos para tal fin.

Se verificará el apriete de los tirafondos o pernos tirafondo.

006.E.05 COLOCACION DE JUNTAS AISLANTES

La vía de rieles se corta en un cierto número de tramos que sirven para la señalización. Un tramo es separado del inmediato anterior por medio de juntas aislantes situadas en cada fila de riel.

Las juntas aislantes se colocan en voladizo entre dos durmientes, distantes 0.40 m entre ejes y en los puntos indicados en los planos de implantación de las vías.

Una junta aislante de riel incluye un separador aislante ("end-post"), dos planchuelas aislantes y dos plaquetas metálicas que unen los extremos de los rieles. Cada planchuela es fijada por seis tornillos con rondana y tuerca.

Para obtener una "junta perfecta", se realizarán las juntas aislantes mediante cortes con disco o sierra en un mismo tramo de riel. Los barrenos serán realizados obligatoriamente con una plantilla.

Cuando sea necesario crear una junta aislante en curva, los rieles deberán ser curvados previamente cualquiera que sea el radio, con el fin de asegurar la regularidad de las flechas.

006.E.06 INSTALACION DE JUNTAS O APARATOS DE DILATACION EN LINEAS A LA INTEMPERIE

En las líneas a la intemperie es necesario colocar a distancias definidas en el proyecto, juntas de dilatación para absorber los cambios de longitud en los perfiles debido a las variaciones de temperatura a que se vean sometidos; las juntas de dilatación son formadas en tramos de perfiles (riel, pista y barra guía) de 9.00 m de longitud, a los que se les da el nombre de juntas o aparatos de dilatación.

Las separaciones máximas entre juntas de dilatación se obtienen uniendo tramos de 18 m, con un tramo intercalado de 9.0 m de largo y los tramos que contienen a los aparatos de dilatación; estos aparatos deberán instalarse después de formar la vía de rieles, por lo que habrán de preverse tramos de rieles provisionales que los sustituyan temporalmente.

La instalación de los aparatos de dilatación de los rieles deberá efectuarse simultáneamente para las dos filas y además en forma alternada en el sentido del recorrido del tren, es decir, no se instalarán dos aparatos de dilatación consecutivos al mismo tiempo.

Se retirarán los rieles provisionales para sustituirlos por los aparatos de dilatación y se deberán aflojar las fijaciones que sujetan a los rieles en los semitramos que forman la junta de dilatación para liberar de esfuerzos a la vía, colocando además los tramos aflojados sobre rodillos del tipo y en las ubicaciones que al respecto indique el Representante.

La vía sobre los rodillos deberá permanecer así durante un lapso no menor a 24 h. Una vez liberada la vía de esfuerzos, se colocará nuevamente sobre los durmientes, se verificará su alineación y se tomarán los datos correspondientes para efectuar el ajuste del aparato de dilatación, esto es, la separación entre los extremos de los semitramos y la temperatura de los perfiles de la vía de rieles. El ajuste de la abertura sólo podrá efectuarse si la temperatura medida en los perfiles, está comprendida entre 12 y 52°C (285 y 325 K).

Hecho lo anterior, se reapretará la vía de rieles partiendo del centro hacia los extremos de los semitramos aflojados.

El ajuste de la abertura de los aparatos de dilatación se hará de acuerdo con las indicaciones de la tabla 006-1. Los aparatos de dilatación se suministran cerrados y la abertura deseada se obtendrá por medio del desplazamiento del émbolo, mediante un dispositivo que será propuesto por el Contratista y sometido a la aprobación del Representante.

La temperatura promedio de los rieles será determinada midiéndola en una cara del riel en cada una de las dos secciones de riel por unir; el promedio de las mediciones realizadas se utilizará para definir las aberturas de las juntas de las dos filas, de acuerdo a la tabla 006-1, en la que también se indica esquemáticamente la ubicación de las secciones y la cara de los rieles en que se deberá medir la temperatura usando termómetros de contacto.

En los casos particulares de juntas de dilatación en extremo de estación, en zonas de transición de túnel o cajón a superficial o elevado y en zonas próximas a los aparatos de vía, la longitud L para emplear la tabla 006-1 se obtendrá como se indica en las figs 006-2, 006-3 y 006-4.

A partir del momento en que se decida colocar físicamente los aparatos de dilatación en la vía, los rieles ya no deberán ser aflojados, pues esta operación ya fue hecha con anterioridad para obtener la información necesaria para dar la abertura requerida al aparato de dilatación.

Para el caso en que se requiera cerrar el aparato de dilatación por variaciones de longitud de los tramos debido a los efectos térmicos, el Contratista deberá contar en el lugar de instalación, con un marco equipado con sistemas mecánicos o hidráulicos para poder realizar esta operación. Las juntas de dilatación correspondientes a una misma vía deberán conservar la misma orientación, definida por la ubicación del vértice de la junta, de manera que el corte en "V" señalará el sentido de recorrido del tren.

Una vez colocados los aparatos de dilatación se procederá a apretar los tirafondos del tramo de 9.0 m que ocupan.

006.E.07 COLOCACION DE JUNTAS MECANICAS

Antes de armar las juntas mecánicas con planchuelas, las superficies de contacto deberán engrasarse

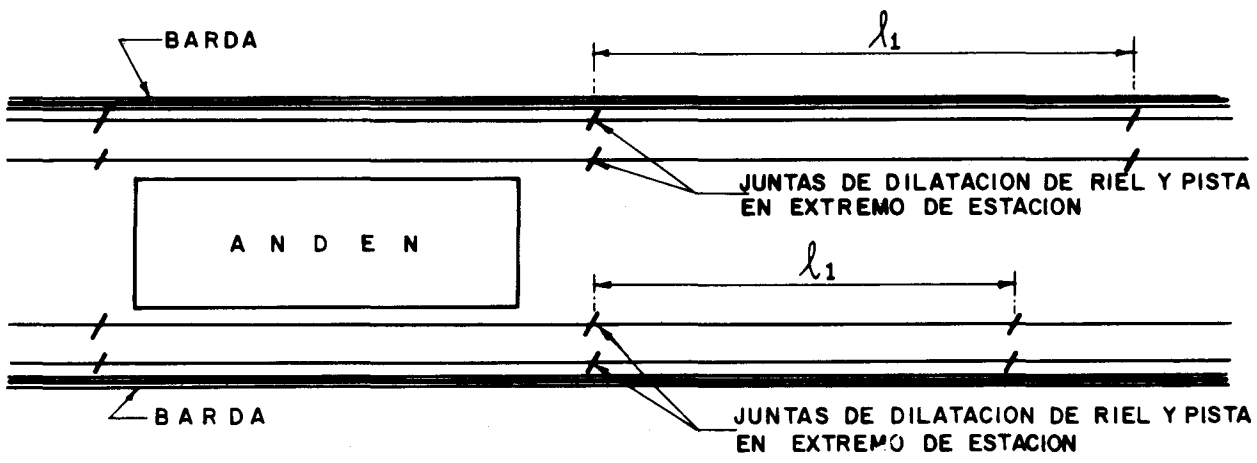


Fig 006-2 Juntas de dilatación en extremo de estación

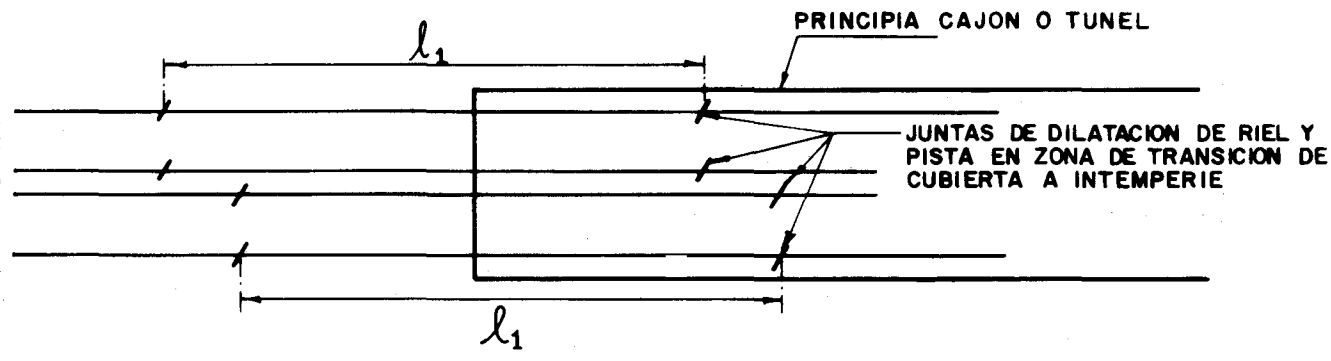


Fig 006-3 Juntas de dilatación en transición de túnel o cajón, a superficial o elevado

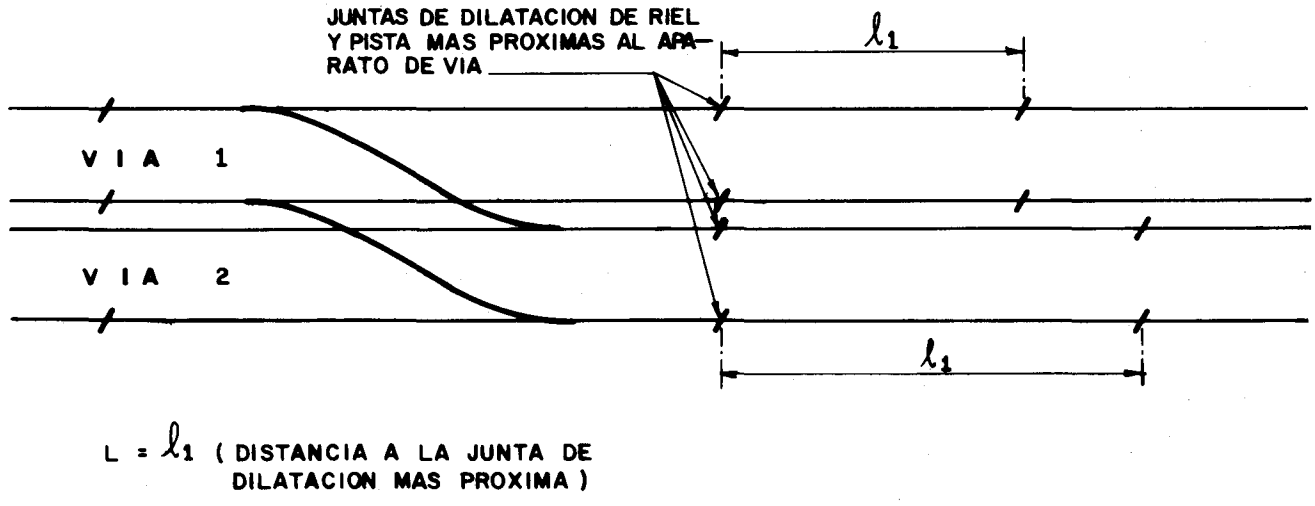


Fig 006-4 Juntas de dilatación próximas al aparato de vía

perfectamente, para permitir su correcto funcionamiento y además evitar su oxidación y rápido deterioro. El dispositivo para que no se afloje la junta está constituido por una rondana de presión y para que la acción de esta rondana sea efectiva, al apriete de la tuerca deberá detenerse antes del aplastamiento completo del dispositivo.

006.E.08 TOLERANCIAS MAXIMAS

a) Vías principales

1. En la nivelación:

— Nivelación de la fila directriz, es decir el riel tomado como referencia para verificar la nivelación, frente a las marcas de referencia: − 0; + 5 mm.

— Nivelación longitudinal de cualquier punto de la fila directriz entre dos marcas distantes 25 m entre sí: ± 3 mm.

— Variación de nivelación longitudinal, entre dos puntos cualesquiera: 0.5 mm/m.

— Nivelación transversal. La nivelación entre dos rieles se mide a cada 3.0 m, tanto en tangente como en curva; en este último caso la tolerancia que deberá tomarse con respecto al peralte práctico de la sobreelevación será de ± 3 mm.

— Variación de la elevación transversal medida sobre una base de 3.0 m: 0.5 mm/m.

2. En el trazo:

— Posición de la fila directriz, en la ubicación de los puntos de referencia: ± 2 mm.

— Alineación en todos los puntos, en línea recta y en curva de radio superior a 150 m, medida con cuerda de 10 m desplazada por intervalos de 5.0 m: ± 2 mm.

— Alineación en todos los puntos en curvas de radio inferior o igual a 150 m, medida con cuerda de 10 m desplazada por intervalos de 2.0 m: ± 2 mm.

— Separación entre rieles, medida a 15 mm por debajo del plano de rodamiento del lado interior: + 3 mm; − 1.5 mm.

— Espaciamiento entre durmientes: ± 30 mm.

— Perpendicularidad de los durmientes medida entre rieles: ± 20 mm.

b) Vías secundarias y vías de los talleres

1. En la nivelación de los rieles:

— Nivelación de la fila directriz frente a los puntos de referencia: + 10 mm; − 0 mm.

— Variación de la nivelación longitudinal entre dos puntos cualesquiera: 1 mm/m.

— Nivelación transversal: ± 5 mm.

— Variación de nivelación transversal: 1 mm/m.

2. En el trazo:

— Posición de la fila directriz, en la ubicación de los puntos de referencia: ± 5 mm.

— Alineación en todos los puntos, en línea recta y en curva de radio superior a 150 m, medida con cuerda de 10 m desplazada por intervalos de 5 m: ± 5 mm.

— Alineación en todos los puntos en curvas de radio inferior o igual a 150 m, medida con cuerda de 10 m desplazada por intervalos de 2.0 m: ± 5 mm.

— Separación entre rieles: + 3 mm; − 1.5 mm.

No se deberá pasar a la siguiente fase de los trabajos de instalación de la vía, hasta que no se haya realizado la recepción y obtenido la conformidad de la supervisión de que la vía de rieles ha quedado conforme al proyecto en trazo, perfil, trocha y sobreelevación, lo que deberá hacerse constar en actas.

006.F SISTEMA DE MEDICION

Será como se indica en la cláusula de sistema de medición para la instalación del sistema de vías con balasto y durmientes de 3.02.01.001 "Introducción". ción".

006.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

Serán conforme a la cláusula correspondiente del capítulo 3.02.01.001 "Introducción".

Tabla 006-1. Abertura de las juntas de dilatación de rieles, en función de la temperatura y de la longitud media de los tramos que se unen, en mm

Temperatura del perfil, en °C(K)	Longitud L promedio de tramos entre juntas de dilatación, en m												
	126	117	108	99	90	81	72	63	54	45	36	27	18
52 (325)	0.5	2.6	4.7	6.8	8.9	11.0	11.2	9.9	8.6	7.3	6.1	4.8	3.5
50 (323)	3.5	5.4	7.3	9.2	11.0	12.9	12.8	11.3	9.8	8.3	6.9	5.4	3.9
48 (321)	6.4	8.1	9.8	11.5	13.2	14.8	14.5	12.8	11.1	9.4	7.8	6.0	4.3
46 (319)	9.4	10.8	12.3	13.8	15.3	16.7	16.2	14.3	12.4	10.4	8.6	6.7	4.8
44 (317)	12.3	13.6	14.8	16.1	17.4	18.6	17.9	15.8	13.6	11.5	9.4	7.3	5.2
42 (315)	15.3	16.3	17.4	18.4	19.5	20.5	19.6	17.2	14.9	12.5	10.3	7.9	5.6
40 (313)	18.2	19.0	19.9	20.7	21.6	22.4	21.3	18.7	16.1	13.6	11.1	8.6	6.0
38 (311)	21.2	21.8	22.4	23.1	23.7	24.8	22.9	20.2	17.4	14.6	12.0	9.2	6.4
36 (309)	24.1	24.5	24.9	25.4	25.8	26.2	24.6	21.7	18.7	15.7	12.8	9.8	6.9
34 (307)	27.1	27.3	27.5	27.7	25.8	28.1	26.3	23.1	19.9	16.7	13.7	10.5	7.3
32 (305)	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	28.0	24.6	21.2	17.8	14.5	11.1	7.7
30 (303)	32.9	32.7	32.5	32.3	32.1	31.9	29.7	26.1	22.5	18.9	15.3	11.7	8.1
28 (301)	35.9	35.5	35.1	34.6	34.2	33.8	31.4	27.5	23.7	19.9	16.2	12.4	8.5
26 (299)	38.8	38.2	37.6	36.9	36.3	35.7	33.1	29.0	25.0	21.0	17.0	13.0	9.0
24 (297)	41.8	41.0	40.1	39.3	38.4	37.6	34.7	30.5	26.3	22.0	17.9	13.6	9.4
22 (295)	44.7	43.7	42.6	41.6	40.5	39.5	36.4	32.0	27.5	23.1	18.7	14.3	9.8
20 (293)	47.7	40.4	45.2	43.9	42.6	41.4	38.1	33.4	28.8	24.1	19.6	14.9	10.2
18 (291)	50.6	49.2	47.7	46.2	44.7	43.3	39.8	34.9	30.0	25.2	20.4	15.5	10.6
16 (289)	53.6	51.9	50.2	48.5	46.8	45.2	41.5	36.4	31.3	26.2	21.2	16.2	11.1
14 (287)	56.5	54.6	52.7	50.8	49.0	47.1	43.2	37.9	32.6	27.3	22.1	16.8	11.5
12 (285)	55.5	57.4	55.3	53.2	51.1	49.0	44.8	39.3	33.8	28.3	22.9	17.4	11.9

CAPITULO 3.02.01.007

INSTALACION DE PISTAS

007.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de operaciones que sirve para colocar las pistas metálicas de rodamiento y cuya función es la de recibir directamente las cargas verticales que transmiten los trenes de pasajeros por medio de ruedas neumáticas. Se colocan al exterior de los rieles y se utilizan también al igual que éstos para el funcionamiento de la señalización y retorno de corriente.

007.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Introducción	3.02.01.001
Adaptación de las áreas de trabajo	3.02.01.002.E
Localización de trazo y perfil	3.02.01.003.E
Colocación de balasto	3.02.01.004.E
Colocación de durmientes	3.02.01.005.E
Instalación de rieles	3.02.01.006.E
Soldadura aluminotérmica	3.02.01.010.E
Durmientes	4.02.01.001.B
Pistas metálicas de rodamiento	4.02.01.001.C.01
Tirafondos	4.02.01.001.D.06
Almohadillas de caucho	4.02.01.001.D.08
Tornillos y tuercas para vía	4.02.01.001.D.10
Grapas para fijación de rieles y pistas en durmientes de concreto	4.02.01.001.D.13
Material aislante	4.02.01.001.E
Juntas de dilatación	4.02.01.001.C.07
Planchuelas metálicas para rieles, pistas y aparatos de vía	4.02.01.001.H

007.C MATERIALES

Véase lo indicado en la cláusula correspondiente a la instalación del sistema de vías con balasto y durmientes del capítulo 3.02.01.001 "Introducción".

007.D EQUIPO

Véase el capítulo 3.02.01.001 "Introducción".

007.E REQUISITOS DE EJECUCION

007.E.01 ABASTECIMIENTO DE LAS PISTAS A LA ZONA DE TRABAJO

El abastecimiento de las pistas a la zona de trabajo se realizará de la forma establecida para los rieles en el inciso 3.02.01.006.E.01.

007.E.02 SOLDADURA DE LAS PISTAS

La pista metálica, constituida por perfiles que pesan aproximadamente 68.4 kg (760 N) por metro lineal, se coloca solamente cuando la vía de rieles está en su sitio definitivo.

La soldadura de las pistas colocadas en su posición definitiva es bastante delicada debido a la cercanía del riel; se necesitan moldes especiales que constan de cinco partes, por lo que es mejor dejar esta operación para los casos absolutamente necesarios. Por lo tanto, las pistas serán soldadas previamente de un extremo al otro en el centro de la vía por grandes tramos y luego colocados en su sitio definitivo.

Antes de colocar cada barra para soldarla, habrá que emparejarla tomando en cuenta las marcas distintivas con pintura blanca sobre cada una de ellas. Estas marcas son necesarias por las tolerancias de laminado y estarán ubicadas entre 0.75 m y 1.5 m de los extremos y son puestas durante el control en fábrica de acuerdo con las disposiciones de fabricación de las pistas, ver cláusulas 4.02.01.001.C.01 y 02. Las marcas permiten conocer:

1. La clasificación de las pistas, según su altura
2. La clasificación de las pistas, según su ancho real
3. Las diferencias en los anchos de las alas
4. Los extremos de las pistas cuyas superficies de emplanchuelado respeten la tolerancia de $\pm$ 0.5 mm.

En cada grupo, de acuerdo con su altura y ancho, se deberá juntar un extremo con otro de un tramo idéntico o similar; por ejemplo, un extremo marcado con dos rayas podrá juntarse con un extremo de una, dos o tres rayas, pero se evitará juntar dos

extremos marcados con una y tres rayas respectivamente. Un procedimiento. Un procedimiento análogo deberá observarse para las alturas. Asimismo, los triángulos que indiquen el ala más ancha, deberán situarse después de la colocación, en la cara de rodamiento de la pista y del lado del riel. Una vez que se hayan tomado estas precauciones, las pistas serán colocadas en el centro de la vía para la ejecución de las soldaduras, según el procedimiento aluminotérmico indicado en 3.02.01.010.

No todas las juntas serán soldadas antes de la colocación de las pistas. Algunas deben ejecutarse en el sitio definitivo como por ejemplo, las juntas en curva. Para facilitar la introducción del molde, la junta deberá estar lo más cerca posible del eje del espacio entre dos durmientes consecutivos. Si es necesario, se harán cortes en los extremos de los perfiles para establecer la unión en buena posición.

Las pistas destinadas a las curvas de radio menor o igual que 350 m serán previamente curvadas por medio de una máquina especialmente instalada con este fin en los talleres. La operación de curvado deberá hacerse con un cuidado particular en los extremos. Al terminar dicha operación deberá verificarse el correcto curvado por el método de las flechas, con una regla de 1.5 m en estos extremos; la tolerancia en las flechas será de $\pm$ 0.125 mm. Los extremos que no puedan ajustarse rigurosamente al radio requerido serán cortados sistemáticamente sin que este corte afecte los gastos de obra.

Después de las soldaduras, los tramos de pista deberán tener las mismas longitudes que los de los tramos correspondientes de riel. No se aceptarán tramos de pista menores de 4.5 m para lograr tramos largos soldados.

007.E.03 MONTAJE DE LAS PISTAS

Después de haber sido soldados los tramos se colocarán sobre los durmientes, que previamente deberán haber sido limpiados para eliminar todos los cuerpos extraños de las superficies de apoyo que podrían quedar entre las pistas y los durmientes.

En el caso de líneas a la intemperie, varios tramos de pista serán soldados para alcanzar la separación entre aparatos de dilatación. Esta longitud será generalmente de 117 m en líneas superficiales, y en tramos de tangente o de curva con radios mayores de 1000 m en líneas elevadas. En curvas con radios menores de 1000 m en líneas elevadas, será de 63 m. Debido a lo anterior su traslado del sitio en que se realizarán las soldaduras al sitio de colocación sobre los durmientes, deberá ejecutarse con equipos especiales que permitan el izado de los tramos de pista en por lo menos seis secciones, distribuidas como se indica en la fig 007-1; este traslado deberá realizarse en forma segura y su colocación sobre los durmientes se hará sin provocar golpes o choques, para evitar que se produzcan daños en los perfiles o en cualquier elemento de la vía.

Una vez depositadas las pistas sobre los durmientes, se ajustará la separación entre éstas y el riel y se fijarán a los durmientes. En el caso de durmientes de madera, los dos tirafondos que en cada durmiente sujetan cada pista serán apretados sucesivamente; en el caso de sistema combinado de durmientes de madera y de concreto, primero se fijará la pista en los de madera.

Para la fijación de las pistas en los durmientes de concreto deberán respetarse los siguientes lineamientos:

1. Se retirarán las tuercas de los pernos tirafondo exteriores a la pista, para colocar la grapa que corresponde a esta ubicación; deberá colocarse la grapa que presente 2 mm o menos de holgura horizontal con la pista y el durmiente. Para esto, será necesario que el personal encargado de realizar esta operación lleve consigo grapas de todos los números existentes, para que pueda determinar a la vista o al tacto, probando varias de ellas, la que mejor ajuste y por consiguiente cumpla con este requisito. Colocada la grapa exterior de la pista, se procederá a apretar su tuerca a 8.9 daN-m (9 kg-m) con tolerancia de + 1 y − 0 daN-m (+ 1 y − 0 kg-m).

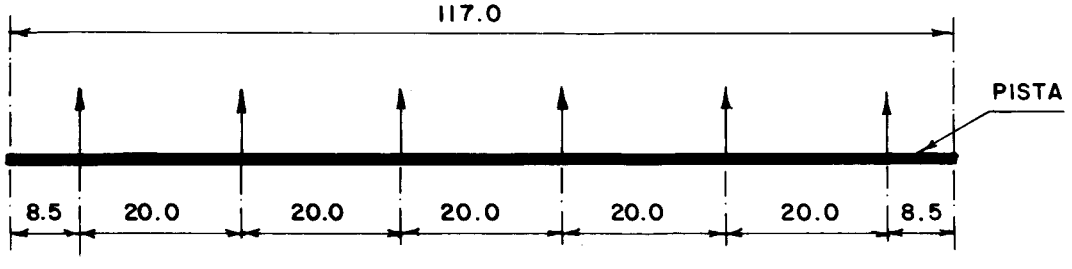


Fig 007-1 Izado de pista para su colocación

2. La tuerca de la grapa central, que está prevista para fijar simultáneamente a la pista y al riel, se aflojará para permitir un giro de 90° en la grapa y lograr que quede en la posición proyectada para la fijación simultánea de estos dos perfiles; se colocará entonces la pieza metálica marcada en el plano del durmiente como estribo o cuña lateral.

3. Al igual que en la grapa exterior de la pista, en la grapa central deberán obtenerse 2 mm o menos de huelgos laterales; para ello, podrá presentarse el caso de que la grapa con muesca utilizada inicialmente para fijar únicamente al riel, tenga que ser cambiada en esta etapa por otra distinta que ajuste en mejor forma y que incluso puede ser una grapa normal sin muesca.

4. En caso necesario podrá utilizarse como grapa central la grapa que se haya colocado como grapa interior del riel, si es que ésta sirve mejor para dejar menos huelgo; en su lugar se colocará la grapa con muesca que inicialmente se haya colocado como grapa central.

5. Debido a que los rieles deben encontrarse alineados y nivelados, la operación de aflojamiento, giro, posible cambio y reapriete de la grapa central, así como de la grapa interior, deberá realizarse durmiente por durmiente, evitando siempre que en dos o más durmientes consecutivos se aflojen al mismo tiempo las tuercas de las grapas que sujetan al riel.

Después de la colocación de los tramos soldados, ninguna soldadura deberá localizarse a menos de 0.10 m del borde de un durmiente.

007.E.04 INSTALACION DE JUNTAS O APARATOS DE DILATACION EN LINEAS A LA INTEMPERIE

Con objeto de mantener las aberturas de las juntas de dilatación de rieles y pistas lo más uniforme posible, deberán instalarse los aparatos de dilatación de las pistas con la abertura promedio que en ese momento presenten las juntas de dilatación de los dos rieles que forman la vía y que fueron instalados con anterioridad. Además, no deberán ser aflojados los tirafondos o grapas que sujeten los tramos de rieles y pistas ya colocados.

007.E.05 COLOCACION DE JUNTAS AISLANTES

Las disposiciones son las mismas a las indicadas en el inciso 006.E.06 para los rieles, de este Libro.

007.E.06 COLOCACION DE JUNTAS MECANICAS

La colocación de las juntas mecánicas se hará de acuerdo a lo indicado en el inciso 006.E.07 para los rieles, de este Libro.

007.E.07 CONEXIONES ELECTRICAS ENTRE RIEL Y PISTA EN VIA ORDINARIA

Los rieles y las pistas están conectados por elementos eléctricos soldados sobre el pie de los perfiles. Hay tres conexiones por fila y por tramo de señalización, es decir, seis en total en la vía. Las conexiones son colocadas en la mitad de los extremos del tramo de señalización y antes de la junta aislante.

007.E.08 TOLERANCIAS EN LA COLOCACION DE PISTAS

a) Distancia del eje de la pista con respecto al borde interior del riel más cercano: $\pm$ 3 mm.

b) Nivel de la pista con respecto al nivel del riel más cercano: + 2 mm; − 0 mm.

007.F SISTEMA DE MEDICION

Será como se indica en la cláusula correspondiente a la instalación del sistema de vías con balasto y durmientes del capítulo 3.02.01.001 "Introducción".

007.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

Véase 3.02.01.001 "Introducción". "

CAPITULO 3.02.01.008

INSTALACION DE BARRAS GUIA

008.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de operaciones requerido para colocar las barras de guiado, cuya función es la de guiar y proporcionar energía eléctrica para el funcionamiento de los trenes de pasajeros. Las barras guía son soportadas por aisladores eléctricos que se fijan a los durmientes.

La instalación de las barras guía, en términos generales comprende las siguientes operaciones:

a) Montaje de los aisladores

b) Montaje provisional de las barras guía, para el trazo de la posición de los pernos autosoldables

c) Retiro de las barras y soldadura de los pernos autosoldables

d) Montaje definitivo y ajuste de las barras guía

e) Soldadura de las barras guía

f) Verificación del ajuste de las barras guía

g) Discontinuidades de las barras guía: cupones neutros y crucetas

h) Esmerilado de las barras guía

i) Grafitado de las caras verticales

008.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Introducción	3.02.01.001
Adaptación de las áreas de trabajo	3.02.01.002.E
Localización de trazo y perfil	3.02.01.003.E
Colocación de balasto	3.02.01.004.E
Colocación de durmientes	3.02.01.005.E
Instalación de rieles	3.02.01.006.E
Instalación de pistas	3.02.01.007.E
Soldadura aluminotérmica	3.02.01.010.E
Soldadura de pernos autosoldables mediante el método Nelson	3.02.01.011.D y E
Durmientes	4.02.01.001.B
Barra guía	4.02.01.001.C.05
Aisladores	4.02.01.001.D.01
Piezas para fijación de aisladores en durmientes de madera	4.02.01.001.D.05
Tornillos y tuercas para vía	4.02.01.001.D.10
Juntas de dilatación	4.02.01.001.C.07
Cupones de protección	4.02.01.004.G

008.C MATERIALES

Véase lo indicado en la clásula 3.02.01.001 correspondiente a la instalación del sistema de vías con balasto y durmientes del capítulo 3.02.01.001 "Introducción".

008.D EQUIPO

Véase lo indicado en 3.02.01.001 "Introducción"

008.E REQUISITOS DE EJECUCION

008.E.01 EN LINEAS SUBTERRANEAS EN TUNEL O CAJON

a) Montaje de los aisladores

El aislador es fijado sobre los durmientes de madera por medio de cuatro tornillos que se fijan a los zoclos metálicos de bridas laterales y a los zoclos plato que se sujetan a los durmientes. En los durmientes de concreto los aisladores son fijados a los durmientes por medio de cuatro tornillos de 22 mm de diámetro y 200 mm de longitud que se sujetan a cuatro tuercas que quedan embebidas en cada bloque de concreto que conforma el durmiente. Una rondana plana y una rondana de presión deben colocarse debajo de la cabeza de cada tornillo. Durante el apriete de los tornillos, es importante asegurarse que el aislador

esté siempre en contacto con el tope trasero del zoclo en los durmientes de madera.

b) Colocación provisional de las barras guía para el trazado de la posición de los pernos autosoldables

1. Barras guía en línea recta

— Las barras guía serán colocadas en forma provisional sobre las cabezas de los aisladores y serán mantenidas en esa posición firmemente por medio de prensas manuales o por cualquier otro modo de fijación, a elección del Contratista.

— Serán colocadas varias barras una tras otra, dejando entre ellas la separación necesaria para la soldadura aluminotérmica.

— La posición de cada perno autosoldable será marcado y trazado de manera precisa en las barras, por medio de una plantilla que podrá servir también para la soldadura de los pernos autosoldables si el Contratista lo juzga útil. En el caso de que se utilice para la soldadura, la plantilla deberá incluir unas guías en la ubicación de los pernos, para facilitar la introducción de la pistola para soldar; sin embargo, las dos plantillas podrán ser distintas. El modo de fijación provisional de la barra, el procedimiento de marcación y los planos de las plantillas, deberán someterse a la aprobación del Representante.

— La primera barra guía deberá colocarse de manera que su extremo quede entre dos aisladores y a 0.20 m o más de la parte más cercana del aislador. Dado que las barras son de una longitud que es múltiplo de la distancia de 3.0 m entre aisladores, la soldadura siguiente será ubicada en principio en la misma posición relativa entre dos aisladores. Sin embargo, debido a las tolerancias y a las separaciones en las uniones soldadas, puede ocurrir que en un momento dado la distancia del aislador más cercano sea inferior a 0.20 m. En este caso, la barra será recortada para lograr las condiciones antes señaladas.

2. Barras guía en curva

— Las barras colocadas en curvas de radio menor o igual que 250 m, serán curvadas con la máquina del taller antes de ser enviadas a la obra. Esta operación deberá hacerse con cuidado particular; especialmente en los extremos que no puedan ajustarse rigurosamente al radio requerido, éstos serán cortados sistemáticamente. Para radios mayores, las barras serán ajustadas a la curvatura prescrita por deformación elástica.

— Las barras serán colocadas sobre los aisladores en las mismas condiciones que en tangente; las ubicaciones de las soldaduras de las barras serán desplazadas rápidamente debido a la diferencia de longitud de las filas. Las barras colocadas en la fila de radio menor requerirán un mayor número de cortes.

c) Retiro de las barras y soldadura de los pernos autosoldables

1. Después del trazado, las barras serán desmontadas y descansarán en la vía, de tal manera que los pernos puedan ser soldados verticalmente con la soldadura en la parte inferior. La soldadura será ejecutada según el método indicado en la cláusula 3.02.01.011. La ubicación de los pernos se obtendrá automáticamente mediante el asiento de la plantilla mencionada anteriormente, la que deberá permitir la colocación exacta de los pernos autosoldables, no solamente en el sentido longitudinal, sino también en el sentido vertical con respecto al ala horizontal de la barra guía.

d) Montaje definitivo y ajuste de las barras guía

1. Antes de colocar las barras, el Contratista deberá medir la cota tomada entre el borde de rodamiento del riel y del aislador por medio de una regla especial, que él mismo deberá estudiar y proporcionar para la aprobación del Representante. En función de las indicaciones del plano de colocación y del espesor teórico de las barras, deducirá el espesor de calzado a efectuar y lo inscribirá en los aisladores, en milímetros. Las calzas de ajuste tienen por objeto llevar la barra guía a la cota prevista con respecto al borde interior de rodamiento del riel más cercano.

2. El espesor del calzado se obtendrá mediante la añadidura de una calza permanente de tres barrenos, de 3 mm de espesor, y de las calzas de espesor variable, cuyo juego estará constituido de la siguiente manera:

— Calzas permanentes de tres barrenos de 3, 5 y 15 mm de espesor.

— Calzas de ajuste fino, separadas en dos partes para facilitar su colocación, de 1, 3 y 4 mm de espesor. Estas calzas se colocarán cuando las barras guía se encuentren puestas sobre los aisladores y antes de apretar las tuercas autofrenadas que las fijarán.

3. En la tabla 008-1 se presenta un ejemplo de las combinaciones posibles de estas calzas, para obtener el espesor deseado.

Tabla 008-1. Calzas

Calzado total, en mm	Ajuste con una calza permanente de tres barrenos, en mm	Ajuste con una o más calzas en dos piezas, en mm
21	15	6
20	15	5
19	10	9
18	10	8
17	10	7
16	5	11
15	5	10
14	5	9
13	5	8
12	5	7
11	3	8
10	3	7
9	3	6
8	3	5
7		7
6		6
5		5
4		4
3		3

En tangente, la cota entre el borde interior del riel y la barra es uniforme; varía en curva según diversos elementos, tales como fila, velocidad y peralte; el Contratista deberá utilizar la tabla de las cotas de elevaciones a respetar para cada curva prevista en el proyecto.

4. Después de la soldadura de los pernos autosoldables las barras serán montadas sobre los aisladores. Las calzas deberán colocarse en el orden siguiente, partiendo de la cara interior de la barra guía:

   — Calza permanente de tres barrenos.

   — Calzas de ajuste en dos partes.

   Las tuercas autofrenadas, después de la colocación de las rondanas, se apretarán con una llave hasta alcanzar un par de 3 daN-m (3.06 kg-m) para limitar el esfuerzo de tracción inducido en los pernos.

5. El Contratista deberá asegurarse que el ala vertical de las barras sea perpendicular al plano de rodamiento y además que las barras hayan sido colocadas respetando las tolerancias incluidas en el inciso 008.E.03 de este Libro.

e) Soldadura de las barras guía con el método aluminotérmico. Se realizará según lo indicado en 3.02.01.010 y teniendo un cuidado muy particular en las curvas, para asegurar la regularidad de la curvatura; habrá que utilizar todo dispositivo adecuado, como tirantes o prensas especiales, para lograr este propósito.

f) Verificación del ajuste de las barras guía. Después del montaje definitivo de la barra guía y de apretar las tuercas autofrenadas, se procederá a la verificación de la separación entre las barras guía y de la separación entre una barra guía y el borde interior del riel más cercano para cada fila.

Si después de la verificación se observan todavía diferencias con respecto a las cotas establecidas, la diferencia será compensada mediante calzas de ajuste en dos partes. La colocación de estas calzas requiere aflojar y posteriormente volver a apretar las tuercas autofrenadas, para lo cual será necesario separar la barra del aislador.

g) Discontinuidades de las barras de corriente, cupones neutros y crucetas

1. Las discontinuidades en las barras guía o de corriente se realizan manteniendo la continuidad del guiado o interrumpido el guiado, como ocurre en el franqueo de los aparatos de vía.

2. En el primer caso, la discontinuidad en la corriente de tracción en la barra de guiado se logra por medio de un cupón neutro, llamado también cupón de seccionamiento o de protección, comprendido por varios bloques aislantes. Los cupones neutros se colocan en línea recta y excepcionalmente en curva de radio superior o igual a 300 m. Los cortes se harán con sierra o disco abrasivo y en una misma barra.

   — En el caso de tres bloques, el ala vertical de las barras deberá ser obligatoriamente esmerilada hasta el blanco del metal, luego limpiada con un solvente y después recubierta con pegamento a base de resina epóxica, del tipo aprobado por el Representante a fin de recubrirla con placas aislantes.

   — La cara más rugosa de las placas aislantes será estriada y luego recubierta con pegamento.

   — Por último, las placas se aplicarán sobre la superficie metálica y serán mantenidas mediante un dispositivo adecuado, proporcionado por el Contratista y aprobado por el Representante.

   — Después del fraguado del pegamento, el Contratista deberá verificar que la placa aislante esté uniforme y completamente adherida a la barra guía.

3. En el caso de la interrupción del guiado la barra finaliza con una cruceta, permitiendo a la escobilla un alejamiento o un acercamiento progresivo a la barra de corriente. Los planos de implantación de vía y de los aparatos de vía proporcionan las posiciones de los cupones neutros y de las crucetas.

h) Esmerilado de las barras guía

1. Las barras guía se entregan con el acabado de laminado. La cara vertical de la barra en la que ruedan los neumáticos guía y se deslizan las escobillas positivas, tiene irregularidades o puntos de óxido que pueden ser molestos en el momento de la puesta en servicio, produciendo

do arcos eléctricos, desgaste prematuro de los neumáticos, etc.; por lo tanto, esta cara deberá esmerilarse hasta lograr quitar todas las irregularidades o puntos de óxido.

2. Los puntos de ataque de las escobillas, es decir, las crucetas, deberán esmerilarse hasta obtener el pulido. El resto de la barra guía deberá esmerilarse en forma más moderada, hasta retirar las irregularidades.

3. Después del esmerilado, a la cara vertical de las barras guía se le aplicará una capa de grasa grafitada.

008.E.02 EN LINEAS SUPERFICIALES Y ELEVADAS

Las disposiciones del inciso anterior 008.E.01 serán complementadas o modificadas de acuerdo con los párrafos siguientes:

a) Montaje de los aisladores

Se utilizarán aisladores especiales para vías a la intemperie, los cuales tienen orificios ovalados. El montaje se hará como se indica en el párrafo 008.E.01.a de esta sección.

b) Montaje provisional de las barras guía y soldadura de los pernos autosoldables

1. La influencia de la dilatación impone proceder a la marcación del sitio de colocación de los pernos y a su soldadura sobre un elemento continuo de barra guía, en las longitudes que marque el proyecto, considerado como mínimo de 18 m procediendo como en la soldadura de las barras puestas sobre los aisladores y en la soldadura de los pernos autosoldables sobre las barras colocadas para este fin sobre la vía.

2. En tangente y en curva de radio mayor o igual que 250 m, el Contratista podrá proceder según uno de los métodos siguientes para lograr las barras del largo definido en los planos de implantación de la vía.

— Todas las maniobras de las barras largas se harán mediante pórticos en número suficiente para evitar cualquier deterioro de los perfiles.

2.1 *Formación de la barra larga soldada antes de soldar los pernos autosoldables.* Las operaciones se llevarán a cabo en el orden siguiente:

— Colocación y fijación de las barras de 18 m sobre los aisladores por medio de prensas manuales, dejando las holguras necesarias para las soldaduras aluminotérmicas.

— Soldadura aluminotérmica de las barras.

— Trazado de la posición de los pernos autosoldables.

— Desmontaje de la barra larga y soldadura de los pernos autosoldables en su posición vertical.

— Nuevo montaje de la barra sobre los aisladores y fijación definitiva.

— Es importante cerciorarse durante las distintas operaciones, que la barra sea siempre continua. Los espacios para las soldaduras serán mantenidos por medio de separadores apropiados; si dichos espacios llegaran a abrirse, será necesario proceder al arrastre de las barras, hasta que vuelvan a quedar las separaciones requeridas en sus extremos.

2.2 *Formación de la barra larga soldada, después de soldar los pernos Nelson.* En este caso es importante proceder durante el curso de las operaciones, como si la barra fuese continua:

— Presentación de las barras sobre los aisladores; las barras estarán en contacto en sus extremos.

— Trazado de la posición de los pernos autosoldables.

— Desmontaje de las barras para colocarlas sobre la vía y soldadura en posición vertical de los pernos Nelson.

— Nuevo montaje de las barras de manera que estén a tope en sus extremos; formación de los espacios necesarios para las soldaduras aluminotérmicas por medio de cortes y ejecución de estas soldaduras.

3. En curvas de radio menor que 250 m, el Contratista deberá utilizar obligatoriamente el método de las barras a tope en sus extremos. Las barras serán previamente curvadas con máquina y los extremos no curvados serán recortados.

c) Juntas o aparatos de dilatación

Se dejarán entre las barras soldadas los espacios necesarios para la colocación posterior de los aparatos de dilatación.

d) Trazado de la posición de los pernos Nelson

1. Con la barra fijada provisionalmente en los aisladores, se marcarán las posiciones que deben ocupar los pernos, para lo cual bastará señalar la ubicación del perno central superior al centro del orificio ovalado del aislador correspondiente.

2. Los pernos deberán quedar exactamente al centro de los orificios de los aisladores, independientemente de la temperatura durante el marcaje, siempre que esté comprendida entre 16° y 48°C (289 y 321 K), medida en la barra y de la distancia entre puntos de anclaje de las barras guía.

e) Anclaje

1. En principio, en un tramo de 126 m de barra guía se instalarán los sistemas de anclaje en

dos aisladores ubicados en el centro entre dos juntas de dilatación y en cada fila; para los tramos de diferente longitud, dependiendo de ésta y del radio, se requiere que tengan por fila, uno o dos aisladores con el sistema de anclaje; éstos se indicarán en los planos de implantación de vía que el Representante proporciona al Contratista.

2. Los pernos de los aisladores con anclaje y los de los topes serán soldados con una plantilla especial. Los topes se soldarán cuando las barras guía estén ya colocadas y fijadas sobre los aisladores.

f) Montaje definitivo y ajuste de las barras guía

1. Para las barras en tangente:

— Cuando ya estén soldados los pernos autosoldables y antes de volver a montar la barra, se colocarán las calzas de ajuste de tres orificios y la calza permanente de talón de acero inoxidable.

— La barra larga así preparada será montada nuevamente sobre los aisladores, cuidando que los pernos autosoldables se encuentren en el centro de los orificios ovalados.

— Se colocará la calza exterior de acero inoxidable y enseguida los topes de anclaje y las tuercas de los pernos en los aisladores anclados.

— Las barras de tope de los anclajes serán soldadas y cuando se requiera ajustar la separación lateral de las barras, serán introducidas las calzas de ajuste fino que están formadas en dos partes.

— Las tuercas de fijación de las barras serán apretadas moderadamente, ya que en una etapa posterior habrá que aflojarlas y volver a apretarlas, después de la introducción de las calzas de ajuste fino.

— El modo de determinación del valor de las calzas que deberán introducirse entre la barra y el aislador, es idéntico al indicado en la cláusula 008.E.01.d. En el cálculo se tomará en cuenta que la calza permanente de talón sólo tiene 2 mm de espesor.

2. Para las barras en curva:

— La barra que descansará sobre los aisladores de anclaje se colocará primero y se procederá a fijar los topes correspondientes; después se colocarán las barras adyacentes tratando de que queden a tope en sus extremos; las tuercas de fijación no se apretarán a fondo.

— Si al momento de realizar la soldadura aluminotérmica de las barras las variaciones de temperatura han abierto las separaciones previstas, será necesario arrastrar las barras para que queden a tope.

— El corte con sierra de los extremos de los elementos para crear la separación y la soldadura, debe efectuarse en forma consecutiva y en un tiempo lo más corto posible.

Sobre una semibarra, únicamente deberá trabajar una cuadrilla de soldadores.

g) Verificación de la posición de los pernos autosoldables

Después de un periodo de estabilización de algunos días, se verificará que a cualquier temperatura de observación los pernos Nelson de los extremos de cada barra estén ubicados con una holgura no menor de 5 mm, con respecto a la pared del orificio ovalado. Esta operación deberá hacerse con el mayor cuidado, para determinar si es necesaria una intervención con el fin de alargar o acortar la barra en algunos milímetros; en estos casos, habrá que ejecutar dicha operación cerca del anclaje.

h) Montaje de los aparatos de dilatación

1. Todas las operaciones necesarias para la colocación de un aparato de dilatación, deberán realizarse sin interrupción y en un tiempo lo más corto posible.

2. Ajuste de la abertura

Las aberturas que deberán dejarse en la junta de dilatación estarán en función:

— De la temperatura promedio de las barras; estas mediciones deberán realizarse inmediatamente antes de fijar la abertura y de realizar las soldaduras.

— De la distancia entre los dos anclajes que comprenden la junta de dilatación a colocar (ver tabla 008-2).

3. Puesta a longitud

El aparato de dilatación se cortará en cada extremo, de manera que pueda insertarse en el espacio existente entre las dos barras que unirá para determinar esta longitud; habrá que tomar en cuenta la dimensión de las separaciones necesarias para las soldaduras.

4. Presentación, soldadura de los pernos Nelson, colocación y soldadura aluminotérmica

Se procederá como para una barra ordinaria, soldando verticalmente los pernos autosoldables sobre la barra guía descansando en la vía después de haber marcado el eje del perno superior de cada aislador. Si las soldaduras aluminotérmicas, debido a la contracción, tienden a abrir la junta de dilatación, se aplicará un factor de corrección al momento de la colocación de los otros aparatos de dilatación; tal factor deberá ser determinado con base en las observaciones que el Contratista realice para este objeto.

Tabla 008-2. Abertura de las juntas de dilatación de barras guía en función de la temperatura y de la longitud media de los tramos que se unen, en mm

Temperatura del perfil, en °C(K)	Longitud promedio de tramos entre junta de dilatación, en m												
	126	117	108	99	90	81	72	63	54	45	36	27	18
64 (337)	2.8	6.7	9.6	12.9	16.3	19.7	23.0	26.4	29.8	33.2	36.5	39.9	43.3
62 (335)	5.8	8.9	12.1	15.3	18.4	21.6	24.7	27.9	31.0	34.2	37.4	40.5	43.7
60 (333)	8.7	11.7	14.6	17.6	20.5	23.5	26.4	29.4	32.3	35.3	38.2	41.2	44.1
58 (331)	11.7	14.4	17.1	19.9	22.6	25.4	28.1	30.8	33.6	36.3	39.0	41.8	44.5
56 (329)	14.6	17.1	19.7	22.2	24.7	27.3	29.8	32.3	34.8	37.4	39.9	42.4	44.9
54 (327)	17.6	19.9	22.2	24.5	26.8	29.2	31.5	33.8	36.1	38.4	40.7	43.1	45.4
52 (325)	20.5	22.6	24.7	26.8	28.9	31.0	33.2	35.3	37.4	39.5	41.6	43.7	45.8
50 (323)	23.5	25.4	27.3	29.2	31.0	32.9	34.8	36.7	38.6	40.5	42.4	44.3	46.2
48 (321)	26.4	28.1	29.8	31.5	33.2	34.8	36.5	38.2	39.9	41.6	43.3	44.9	46.6
46 (319)	29.4	30.8	32.3	33.8	35.3	36.7	38.2	39.7	41.2	42.6	44.1	45.6	47.1
44 (317)	32.3	33.6	34.8	36.1	37.4	38.6	39.9	41.2	42.4	43.7	44.9	46.2	47.5
42 (315)	35.3	36.3	37.4	38.4	39.5	40.5	41.6	42.6	43.7	44.7	45.8	46.8	47.9
40 (313)	38.2	39.0	39.9	40.7	41.6	42.4	43.3	44.1	44.9	45.8	46.6	47.5	48.3
38 (311)	41.2	41.8	42.4	43.1	43.7	44.3	44.9	45.6	46.2	46.8	47.5	48.1	48.7
36 (309)	44.1	44.5	44.9	45.4	45.8	46.2	46.6	47.1	47.5	47.9	48.3	48.7	49.2
34 (307)	47.1	47.3	47.5	47.7	47.9	48.1	48.3	48.5	48.7	48.9	49.2	49.4	49.6
32 (305)	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
30 (303)	52.9	52.7	52.5	52.3	52.1	51.9	51.7	51.5	51.3	51.1	50.8	50.6	50.4
28 (301)	55.9	55.5	55.1	54.6	54.2	53.8	53.4	52.9	52.5	52.1	51.7	51.3	50.8
26 (299)	58.8	58.2	57.6	56.9	56.3	55.7	55.1	54.4	53.8	53.2	52.5	51.9	51.3
24 (297)	61.8	61.0	60.1	59.3	58.4	57.6	56.7	55.9	55.1	54.2	53.4	52.5	51.7
22 (295)	64.7	63.7	62.6	61.6	60.5	59.5	58.4	57.4	56.3	55.3	54.2	53.2	52.1
20 (293)	67.7	66.4	65.2	63.9	62.6	61.4	60.1	58.8	57.6	56.3	55.1	53.8	52.5
18 (291)	70.6	69.2	67.7	66.2	64.7	63.3	61.8	60.3	58.8	57.4	55.9	54.4	52.9
16 (289)	73.6	71.9	70.2	68.5	66.8	65.2	63.5	61.8	60.1	58.4	56.7	55.1	53.4
14 (287)	76.5	74.6	72.7	70.8	69.0	67.1	65.2	63.3	61.4	59.5	57.6	55.7	53.8
12 (285)	79.5	77.4	75.3	73.2	71.1	69.0	66.8	64.7	62.6	60.5	58.4	56.3	54.2
10 (283)	82.4	80.1	77.8	75.5	73.2	70.8	68.5	66.2	63.9	61.6	59.3	56.9	54.6
8 (281)	85.4	82.9	80.3	77.8	75.3	72.7	70.2	67.7	65.2	62.6	60.1	57.6	55.1
6 (279)	88.3	85.6	82.9	80.1	77.4	74.6	71.9	69.2	66.4	63.7	61.0	58.2	55.5
4 (277)	91.3	88.3	85.4	82.4	79.5	76.5	73.6	70.6	67.7	64.7	61.8	58.8	55.9
2 (275)	94.2	91.1	87.9	84.7	81.6	78.4	75.3	72.1	69.0	65.8	62.6	59.5	56.3
0 (273)	97.2	93.8	90.4	87.1	83.7	80.3	77.0	73.6	70.2	66.8	63.5	60.1	56.7

i) Verificación del ajuste de las barras guía

Se procederá como se indica en el párrafo 008.E.01.f. Cuando el Contratista esté seguro de que las distancias queden dentro de las tolerancias, procederá a apretar todas las tuercas de fijación de las barras guía, aplicando un momento de 3 daN-m (3.06 kg-m) medido con una herramienta adecuada.

j) Discontinuidades de las barras de corriente, cupones neutros y crucetas

Las disposiciones son idénticas a las indicadas en el párrafo 008.E.01.g; sin embargo, en las líneas elevadas y superficiales, los cupones neutros se protegerán con aparatos de dilatación, según se indique en el proyecto.

k) Esmerilado de las barras guía

1. Las disposiciones son iguales a las indicadas en el párrafo 008.E.01.h. Para proteger las barras guía de la intemperie, en la parte vertical de la barra será aplicada una capa de una mezcla de aceite-grafito, inmediatamente después del esmerilado.

2. Protección de las barras guía en los aparatos de vía. En líneas elevadas o superficiales deberá protegerse el sitio de los motores de los aparatos de vía; dicha protección consistirá en colocar una tabla de 3 m de longitud, entre la barra guía y el motor. Esta tabla será sostenida por dos soportes de acero y su colocación se hará conforme a las disposiciones de los planos correspondientes.

008.E.03 TOLERANCIAS EN LA COLOCACION DE LAS BARRAS GUIA

a) Separación entre las dos barras guía: + 3 mm; − 2 mm.

b) Separación entre la barra guía y el borde interior del riel más cercano: + 2 mm; − 1 mm.

c) Altura de la barra guía con respecto al nivel de los rieles: ± 5 mm.

008.F SISTEMA DE MEDICION

Será como se indica en la cláusula correspondiente a la instalación del sistema de vías con balasto y durmientes del capítulo 3.02.01.001 "Introducción".

008.G CONCEPTO DE OBRA Y BASES DE PAGO

Será como se indica en 3.02.01.001 "Introducción".

CAPITULO 3.02.01.009

INSTALACION DE APARATOS DE VIA

009.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de operaciones y trabajos necesarios para instalar los aparatos de vía. Estos aparatos de vía permiten el paso del material rodante de una vía a otra, y son un conjunto de elementos metálicos, ensamblados debidamente, que se colocan únicamente en tramos rectos y planos.

Las vías de la red son equipadas con aparatos de vía con desvíos cuya tangente es 0.13 (tan 0.13), montados solos o en comunicación; en los talleres se utilizan aparatos con desvíos tan 0.20.

009.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Introducción	3.02.01.001
Adaptación de las áreas de trabajo	3.02.01.002.E
Localización de trazo y perfil	3.02.01.003.E
Colocación de balasto	3.02.01.004.E
Colocación de durmientes	3.02.01.005.E
Instalación de rieles	3.02.01.006.E
Instalación de pistas	3.02.01.007.E
Instalación de barras guía	3.02.01.008.E
Balasto	4.02.01.001.A
Durmientes	4.02.01.001.B
Barra guía	4.02.01.001.C.05
Aisladores	4.02.01.001.D.01
Tornillos y tuercas para vía	4.02.01.001.D.010
Material aislante	4.02.01.001.E
Aparatos de vía	4.02.01.001.F

009.C MATERIALES

Véase lo indicado en la cláusula correspondiente a la instalación de vías con balasto y durmientes del capítulo 3.02.01.001 "Introducción".

009.D EQUIPO

Véase 3.02.01.001 "Introducción".

009.E REQUISITOS DE EJECUCION

009.E.01 COLOCACION DE LAS MARCAS DE REFERENCIA PARA ALINEACION Y NIVELACION

El Contratista se apegará a las exigencias establecidas en 3.02.01.003.

009.E.02 COLOCACION DE LOS APARATOS DE VIA

a) Los aparatos de vía, incluyendo el sistema de fijación y algunos elementos para su operación, con excepción de la barra guía y sus accesorios, son ensamblados durante la recepción en planta y las piezas serán marcadas para facilitar su reconocimiento y montaje en la obra.

b) En las cabezas de los durmientes de madera perpendiculares a la barra guía, el aislador será fijado normalmente sobre el zoclo con atiesadores laterales. La posición de la ranura y del pasador que asegura la ubicación del zoclo, se comprobará en fábrica mediante una plantilla. En las cabezas de los durmientes que no son perpendiculares a la barra guía, la fijación de los aisladores será asegurada por un zoclo-plato. El montaje de estos zoclos-plato se efectuará durante el montaje de la barra guía en el aparato; el zoclo plato también se coloca en el durmiente soporte de motor.

c) El Contratista deberá proceder a armar los aparatos de vía conforme a las indicaciones del plano respectivo de instalación.

d) En las líneas a la intemperie se colocarán juntas de dilatación de riel, pista de rodamiento y barra guía, a una distancia variable, comprendida entre 5.5 y 27 m, a ambos lados de la zona de transición del aparato. Los planos de implantación de vía definirán la posición exacta.

009.E.03 CONEXIONES EN LOS APARATOS DE VIA

En los aparatos de vía se encuentran cuatro tipos de conexiones:

— Conexiones riel - riel.

— Conexiones riel - pista.

— Conexiones pista - pista (o pieza moldeada - pieza moldeada o pieza moldeada - pista).

— Conexiones riel - contrarriel.

Un plano de ubicación de estas conexiones eléctricas, según el tipo de aparato de vía, será entregado al Contratista con los detalles de colocación del aparato.

009.E.04 TOLERANCIAS

Las tolerancias en la separación entre elementos de un aparato serán las indicadas en la cláusula 4.02.01.001.F.05. Las tolerancias en el nivel transversal y longitudinal serán las correspondientes a la vía principal indicadas en los capítulos 3.02.01.006, 007 y 008.

009.F SISTEMA DE MEDICION

Será como se indica en la cláusula de sistema de medición para la instalación del sistema de vías con balasto y durmientes del capítulo 3.02.01.001 "Introducción".

009.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

Será como se indica en 3.02.01.001 "Introducción".

CAPITULO 3.02.01.010

SOLDADURA ALUMINOTERMICA

010.A DESCRIPCION

Se describe el proceso mediante el cual se logra la unión de los perfiles que forman al sistema de vía del Metro de la Ciudad de México. Este proceso consiste en fusionar el metal de aportación a partir de la reducción exotérmica de óxido de fierro por el aluminio. El metal en fusión obtenido por esta operación es colado en un molde que circunda los extremos de los perfiles por soldar, los cuales han sido calentados previamente hasta una temperatura adecuada. El calor contenido por el colado del metal de aportación permite fundir los extremos del metal base, debido a los aditivos apropiados que contiene la carga.

Según el mismo principio, una variante del método permite suprimir el precalentamiento. Para compensar la aportación de calor proporcionada por esta operación es necesario aumentar la carga de la soldadura. Cualquier otra variante, como por ejemplo el procedimiento llamado "con ligero precalentamiento", deberá someterse a la aprobación del Representante.

Las soldaduras aluminotérmicas se ejecutarán normalmente en las uniones de:

— Rieles de 80 lb/yd (80 ASCE).

— Rieles de 100 lb/yd (100 RE).

— Empalmes entre rieles de 80 y 100 lb/yd.

— Las barras guía y de toma de corriente.

— Las pistas metálicas de rodamiento.

010.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Introducción	3.02.01.001
Instalación de rieles	3.02.01.006.E y 3.02.02.004.E
Instalación de pista	3.02.01.007.E y 3.02.02.005.E
Instalación de barras guía	3.02.01.008.E y 3.02.01.006.E
Pista de rodamiento	4.02.01.001.C.01
Riel nuevo	4.02.01.001.C.03
Barra guía	4.02.01.001.C.05

010.C MATERIALES

Las cargas de soldadura, moldes, clavos, discos de asbesto, bolsas de magnesio, aditivos y cualquier otro material que se requiera para los trabajos de soldadura aluminotérmica, deberán ser de la calidad adecuada para cumplir con los requisitos que establece esta especificación para obtener correctas soldaduras.

010.D EQUIPO

Los equipos de corte y precalentamiento necesarios deberán ser los adecuados y deberán contar con la aprobación del Representante.

010.E REQUISITOS DE EJECUCION

010.E.01 APROBACIONES PREVIAS A OBTENER POR EL CONTRATISTA

Antes de cualquier inicio de ejecución de trabajo, el Contratista deberá solicitar la aprobación del Representante para lo siguiente:

1. Las modalidades de ejecución previstas para la operación de soldado, tales como procedimiento, tipo y dimensiones de los moldes, rebordes residuales, etcétera.

2. El equipo de recorte para los diferentes perfiles.

3. Los equipos utilizados para el precalentamiento.

4. Los técnicos soldadores que ejecutarán el trabajo; para su aceptación se efectuarán soldaduras de prueba.

Las distintas aprobaciones no disminuirán en nada la responsabilidad del Contratista en lo que se refiere a la calidad de las soldaduras, la seguridad de los trabajadores, los riesgos de incendio y los daños que puedan causarse a las instalaciones del Metro.

010.E.02 SOLDADURAS DE PRUEBA

Después de haber obtenido las aprobaciones indicadas en el inciso 010.E.01, el Contratista deberá probar además que las soldaduras que él se propone ejecutar corresponden en todos aspectos a las condiciones establecidas en la presente especificación. Por lo tanto, tendrá que realizar, antes de empezar la obra, un cierto número de soldaduras de prueba que se someterán a los diferentes exámenes prescritos. Los gastos de la puesta a punto, así como los ocasionados por la ejecución de las soldaduras, incluyendo los gastos por concepto de pruebas, estarán a cargo del Contratista.

010.E.03 LUGARES DE REALIZACION DE LAS SOLDADURAS

Todas las soldaduras serán normalmente ejecutadas en la obra. Para los rieles de seguridad y las barras guía, las soldaduras se realizarán en su posición definitiva; en curva, las fijaciones cercanas a la junta podrán ser retiradas y se colocarán de nuevo en su lugar después de la soldadura. Las juntas podrán encontrarse a una distancia mínima de 0.20 m del extremo más sobresaliente de la fijación cercana, como por ejemplo, aisladores para las barras guía. Por lo que a las pistas metálicas se refiere, la soldadura podrá practicarse ya sea en el centro de la vía (en este caso los elementos serán alineados y arreglados sobre las cuñas colocadas en los durmientes), o en la vía misma, con las pistas sujetadas en su posición definitiva. El Contratista deberá tomar en cuenta el espacio disponible para la elaboración de sus moldes.

a) Preparación de la unión

El ancho nominal de la unión será determinado por el proveedor para cada perfil a soldar y según el procedimiento utilizado por una cuña que se coloque entre las dos extremidades del perfil; dicha cuña deberá estar graduada y será preferentemente de metal. En caso que se tengan que recortar los perfiles para obtener la separación deseada, la operación deberá efectuarse mediante recorte mecánico, utilizando sierra mecánica o cortador con disco, ya que el recorte con soplete oxiacetilénico está prohibido. Este recorte deberá ser regular y perpendicular al eje longitudinal del perfil y seguido por una limpieza cuidadosa, para quitarle a la sección las más importantes partículas de óxido.

b) Regulación de la unión

1. Antes de la soldadura, los perfiles deberán ser ajustados cuidadosamente y deberán corresponder entre sí tan exactamente como sea posible. Deberá cuidarse la perfecta alineación de los siguientes conceptos:

   — Para los rieles: la superficie de rodamiento y la cara interna del hongo.

   — Para las barras guía: las caras exteriores, con prioridad para la cara vertical que sirve de superficie de deslizamiento de las escobillas.

   — Para las pistas metálicas: la superficie de rodamiento del ala superior y el extremo de dicha ala del lado del riel.

2. El ajuste debe efectuarse en plano y en perfil, tomando en cuenta las contraflechas indispensables para anular el efecto de contracción al enfriarse la soldadura y además el rebaje ocasionado por el esmerilado; una junta que se alinea muy baja, dejará un hueco después de pulir la soldadura y si la junta se alinea muy alta requerirá mucho trabajo de pulido para nivelarla, lo que deberá verificarse con una regla metálica de un metro de largo. El valor de estas contraflechas, que varían según el tipo de perfil, se deja a juicio del Contratista. Se deberá tener especial cuidado, particularmente en obtener perfiles rigurosamente alineados en sus caras principales. En curva la conservación de la regularidad de la curvatura estará garantizada mediante cualquier dispositivo apropiado, como tirantes o una prensa especial.

c) Moldes

1. Salvo excepciones debidamente justificadas, el Contratista utilizará moldes prefabricados, diseñados para permitir la soldadura de los perfiles ya sea en su posición definitiva en la vía o fuera de élla. De ser necesario, se utilizarán varios tipos de moldes para las soldaduras que corresponden a los mismos perfiles, según la posición en que se realice la soldadura.

   Los cordones de soldadura por reservar se definen en la fig 010-1. Sus dimensiones deberán limitarse a 32 mm de ancho y 16 mm para el espesor; sin embargo, por debajo del pie de los rieles y por debajo del ala inferior de la pista metálica, la saliente del cordón deberá ser menor de 5 mm. Después del acabado, no deberá subsistir ninguna saliente en los lugares siguientes:

   — Sobre las caras horizontales y verticales del hongo de los rieles.

   — Sobre las caras exteriores del ángulo de las barras guía.

   — Sobre el ala superior de la pista metálica.

2. Colocación de los moldes

   Los moldes deberán ser centrados con exactitud respecto a la abertura de la unión. El espacio entre el molde y el perfil será tapado cuidadosamente para evitar fugas de soldadura líquida.

d) Precalentamiento

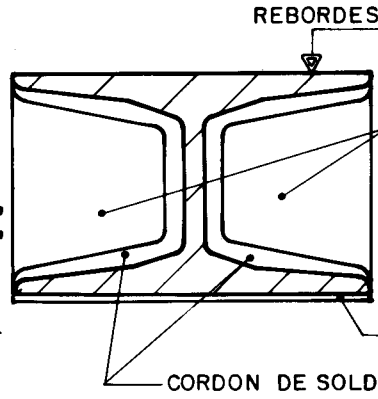
Si se utiliza el procedimiento con precalentamiento, los extremos de los perfiles se llevarán a una temperatura de 1073 K (800°C) aproximadamente; esta operación tiene por objeto también secar los moldes por efecto del calor. La obtención de esta temperatura se controlará mediante la observación de la coloración del acero —rojo cereza claro—, repartido uniformemente sobre toda la superficie de los extremos cuidando que no se fundan; podrá utilizarse cualquier otro método confiable como crayones o termosensores. El precalentamiento se efectuará con una mezcla aire-propano y el equipo incluirá un quemador y un grupo de sobrepresión. La combustión se regulará a manera de obtener una llama reductora, para evitar cualquier oxidación y ambos extremos se calentarán de manera idéntica. El precalentamiento permitirá cerciorarse de la calidad del taponamiento; cualquier fuga de flama obligará a reparar dicho taponamiento. Deberá evitarse cualquier deterioro del molde entre otras medidas, eliminando las partículas de arena suelta.

010.E.04 EJECUCION DE LA SOLDADURA

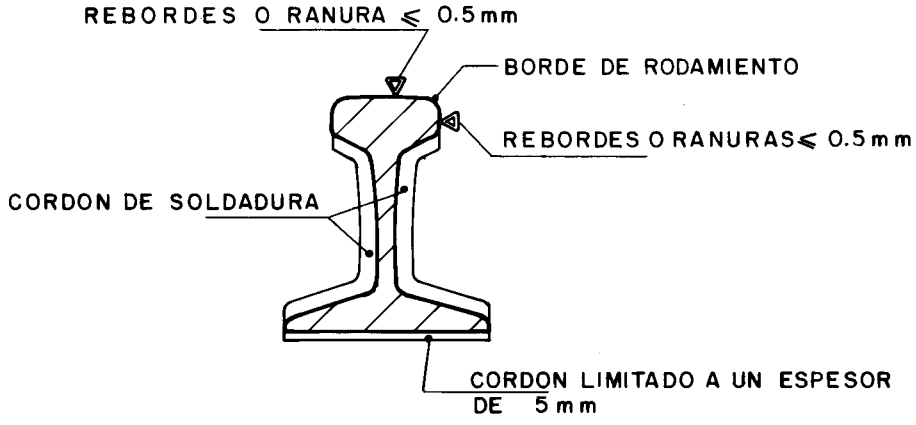
La carga de soldadura apropiada, en cuanto a su cantidad y su calidad para los perfiles por soldar, se

NOTA :

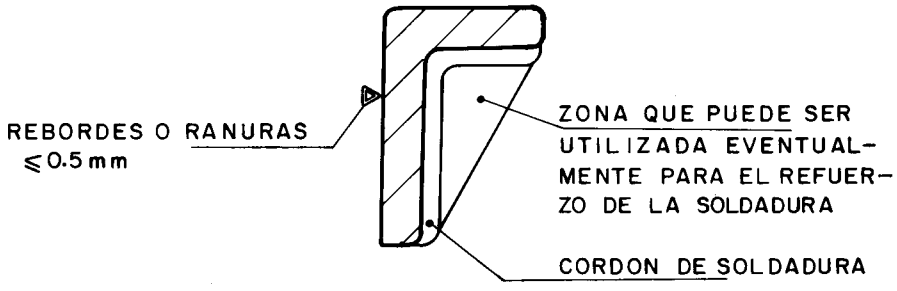
EL ACABADO DE SUPERFICIES QUE TENGAN UN SIMBOLO DE MAQUINADO, ▽ DEBE SER TAL QUE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO O DE GUIA, PLANAS O CURVAS SEGUN EL CASO, NO PRESENTE RANURAS O BORDES MAYORES DE 0.5 mm. LA VERIFICACION SE HARA CON UN CALIBRADOR DE ESPESORES Y UNA REGLA METALICA RIGIDA DE LONGITUD IGUAL A UN METRO



PISTAS METALICAS



RIELES



BARRA GUIA

Fig 010-1 Secciones de la soldadura y tolerancias geométricas para pistas metálicas, rieles y barras guía

encuentra en una bolsa impermeable, etiquetada y con cierre hermético.

La bolsa debe encontrarse en buen estado de conservación. La etiqueta llevará las indicaciones necesarias para identificar el uso de la carga (riel de 80 lb/yd o de 100 lb/yd, barra guía o pista). Con cada carga se suministra el clavo, el disco de asbesto, las bolsitas de magnesio y los productos aditivos. Está estrictamente prohibido formar una carga mezclando dos bolsas diferentes.

a) Preparación del crisol

Antes del empleo, el crisol debe encontrarse perfectamente seco. Cualquier crisol nuevo o que no haya sido utilizado durante algún tiempo o que se haya quedado a la intemperie durante la noche, tendrá que ser secado antes de emplearse. El secado se obtiene ya sea mediante una "colada" falsa o mediante el quemador de precalentamiento.

Después de haber verificado el buen estado del orificio del crisol, se procederá a su obturación mediante el clavo para destapar, el disco de asbesto y el magnesio.

El crisol se colocará en posición de vaciado de tal modo que la altura de caída del chorro de colada sea tan reducida como sea posible. Antes de ser vaciada en el crisol, la carga se homogeneizará por mezclado o batido.

b) La reacción

Tan pronto como se termine el precalentamiento y después de una última verificación de la buena posición del molde, se iniciará la reacción en el crisol mediante un fósforo pirotécnico, previamente encendido.

c) La colada

Inmediatamente después del último borbotón de la reacción en el crisol, el soldador procederá a la colada levantando el clavo con un golpe seco, mediante la pala de balanceo. Al terminarse la colada, el excedente de corindón se escurre en una caja especial, provista de arena seca. Después de la colada, ningún borbotón deberá producirse en el molde.

010.E.05 ACABADO DE LA SOLDADURA

Después de la colada y cuando la soldadura se haya enfriado lo suficiente, se procederá a desmoldar y a seccionar o recortar las mazarotas. Las soldaduras serán pulidas, esmerilándolas cuidadosamente para restablecer tan perfectamente como sea posible la continuidad de la sección del hongo para los rieles, la planicidad de las superficies exteriores para la barra guía y la planicidad de la superficie de rodamiento para las pistas metálicas.

En estas partes no se tolerará ninguna flecha de más de 0.5 mm, como protuberancia o como depresión, medida con una regla de 1.0 m de longitud. Dicha tolerancia no será exigida en la cara horizontal de la barra guía que se igualará con el mayor cuidado. El Contratista deberá señalar, antes de la soldadura, las uniones para las cuales el ala horizontal de la barra guía no pueda ser perfectamente alineada. El Representante se reserva el derecho de analizar cada caso en particular.

Deberá evitarse, en la medida de lo posible, la circulación sobre una soldadura durante un tiempo de 30 minutos después de la colada, con el fin de no incurrir en el riesgo de producción de fisuras.

010.E.06 CONDICIONES DE RECEPCION

La recepción de las soldaduras dará lugar a dos tipos de controles:

a) Control en laboratorio de las cargas de soldadura

1. Naturaleza y proporción de las pruebas. Las cargas de soldaduras serán presentadas para recepción en lotes de 200 unidades, y las necesarias para las pruebas serán tomadas por el agente recepcionista. Una unión idéntica a la realizada en las vías será ejecutada sobre dos tramos de 0.75 m de largo cada uno. La unión se desmoldea, se limpia y se acaba en las mismas condiciones que se indican en el inciso 010.E.05. Se verificará su aspecto, vigilando que no se presente ninguno de los defectos mencionados en el inciso 010.E.06(b-1). Los tramos de ensaye así como las cargas para soldaduras correspondientes se identificarán mediante una marca especial. En cada unión así formada, se realizará una prueba de choque y una de dureza; si los resultados son satisfactorios, los tramos se enviarán a la obra conjuntamente con las cargas. Todas estas pruebas se realizarán en un laboratorio aprobado por el Representante.

2. Pruebas de choque

Estas pruebas se efectuarán mediante un martinete guiado de 2.9 kN (300 kg) que tenga un radio de curvado de 100 mm aproximadamente en su parte de percusión. Los tramos a ensayar serán colocados sobre dos apoyos redondeados, separados a una distancia de 0.50 m entre ejes y que tengan cada uno un radio de curvatura de 100 mm aproximadamente.

— Los rieles se colocarán de manera que el martinete golpee el hongo.

– Las barras guía se colocarán de manera que el martinete golpee el ala de 150 mm en posición horizontal; el ala de 100 mm se encontrará en posición vertical y por debajo, teniendo que acomodar los apoyos para obtener esta disposición.

— Las pistas se colocarán de manera que el martinete golpee la superficie de rodamiento. En todos los casos el martinete caerá exactamente en el área de la soldadura.

La altura de caída inicial del martinete es de 0.50 m y aumentará en 0.50 m después de cada golpe hasta alcanzar 4 m, y posteriormente aumentará en 1.0 m después de cada golpe.

La altura mínima de ruptura admisible deberá

ser de 3.0 m para los rieles, la barra guía y la pista. Si la ruptura se produce a una altura inferior a 3.0 m el lote entero de cargas será rechazado.

3. Prueba de dureza Brinell

La prueba se efectuará sobre la superficie de rodamiento de los tramos para los rieles y las pistas y sobre la parte exterior de ala más larga para la barra guía mediante el método de Brinell, utilizando una esfera de 10 mm con carga de 29.4 kN (3000 kg) durante 15 segundos. Para cada soldadura, se ejecutarán siete ensayes con la esfera en las siguientes partes:

— Tres en el plano mediano de la soldadura en el sentido transversal al perfil: uno en el centro del perfil y los otros dos a 10 mm a ambos lados del primero.

— Cuatro en el centro del perfil siguiendo el sentido longitudinal del perfil, ensayando dos a cada lado de la soldadura y a 200 mm de ésta; los dos ensayes se ubicarán a una separación de 20 mm entre sí.

La diferencia entre el promedio de los tres valores de dureza determinada en el plano mediano de la soldadura y el promedio de los cuatro valores de la dureza medida en el perfil deberá estar comprendida entre:

+ 5 y + 40 unidades Brinell para el riel.

− 15 y + 15 unidades Brinell para la pista y la barra guía.

4. Pruebas adicionales

De no ser satisfactorios los resultados, respecto a los requisitos enunciados anteriormente, podrá efectuarse una prueba adicional de choque y de dureza a solicitud del proveedor. Si la nueva prueba arroja resultados satisfactorios, el lote será aceptado; en caso contrario será rechazado. Por su parte, el Representante podrá pedir cualquier prueba adicional conveniente para cerciorarse de la buena calidad de las cargas para soldadura.

b) Control de la vía

El Contratista procederá a la verificación de las pruebas de las soldaduras que haya realizado y garantizará su conformidad con las prescripciones de la presente especificación técnica; además entregará las actas de verificación y de pruebas al Representante, quien se reservará el derecho de efectuar cualquier control adicional.

1. Verificación del aspecto exterior de las soldaduras en las vías

Esta verificacion deberá incluir todas las soldaduras realizadas.

Después del acabado, la soldadura no deberá presentar:

— Ningún defecto o porosidad en la zona de unión del metal fundido con el metal inicial del perfil.

— Ningún defecto en la unión entre alma y hongo en rieles, entre alas y alma en pistas o entre alas en barras guía.

— Ninguna inclusión en profundidad de corindón ni arena vitrificada sobre el hongo del riel, del lado vertical de las barras guía o de la cara de rodamiento de las pistas.

— Ninguna grieta, burbuja o huella por falta de cohesión o de oxidación y falta de metal por cualquier causa, en toda la superficie del metal fundido.

— Ninguna deformación de los cordones.

La arena que recubre los cordones se eliminará tan pronto como se enfríe la soldadura para permitir la verificación.

2. Verificación de las tolerancias geométricas del conjunto soldado

La planicidad de las uniones se verificará mediante una regla perfectamente rectilínea de 1.0 m de largo y con calibradores de espesor.

La verificación incluye las siguientes partes:

— Para los rieles: sobre la cara superior y la lateral interior del hongo.

— Para las barras guía sobre las dos caras exteriores.

— Para las pistas metálicas: sobre la superficie de rodamiento.

En estas partes no se tolerará ninguna flecha de más de 0.5 mm en protuberancia o depresión. Para las uniones en curva, la tolerancia se medirá a partir de la flecha teórica que corresponde a una cuerda de 1.0 mm; en otros términos la unión no deberá provocar irregularidades en la curvatura.

010.E.06.a Reparación de soldaduras

1. Bajo pena de rechazo y cancelación de la autoridad del soldador, ninguna reparación podrá efectuarse sin la autorización previa del Representante; en particular, queda formalmente prohibido corregir una insuficiencia del volumen de la colada mediante la fusión en el crisol de desechos metálicos, tales como sobrantes de colada, tirafondos, etc., o mediante la fusión con soplete de metal añadido. De ser autorizada una reparación, deberá ejecutarse en las condiciones que determinará el Representante.

2. El rechazo de una soldadura por cualquier motivo dará lugar a la colocación de un tramo intercalado, cuya longitud será de por lo menos 4.0 m. Las dos nuevas soldaduras deberán ejecutarse sucesivamente.

Todos los gastos ocasionados por la colocación del tramo intercalado quedarán a cargo del

Contratista, por concepto de cortes, maniobras, suministros del tramo intercalado, nuevas soldaduras aluminotérmicas, etcétera.

3. Si la proporción de soldaduras con aspecto exterior defectuoso, pero que no den lugar a rechazo, fuera superior al 20 por ciento del total, el Representante podrá aumentar en un año el periodo de garantía previsto en la presente especificación.

   En tal caso el Representante dará al Contratista la notificación correspondiente por escrito.

010.E.07 DISPOSICIONES VARIAS

010.E.07.a Transporte y almacenamiento de los materiales necesarios para ejecutar las soldaduras.

El transporte y el almacenamiento de los materiales necesarios para ejecutar las soldaduras se efectuarán bajo la responsabilidad del Contratista, quien tomará todas las medidas de seguridad y se apegará a los reglamentos vigentes concernientes a materiales peligrosos. Esta observación está dirigida particularmente a la utilización de gasolina y gas propano.

010.E.07.b Gastos de ensayes

Todos los gastos ocasionados por las pruebas adicionales quedarán a cargo del Contratista.

010.E.07.c Periodo de garantía

Las soldaduras serán garantizadas por dos años contados a partir de la fecha de recepción provisional de las vías, pudiéndose ampliar a tres años en los siguientes casos:

— Por aspecto defectuoso, si la proporción de las soldaduras incriminadas es superior al 20 por ciento del número de soldaduras ejecutadas.

— En caso de ruptura o una mala fabricación, observada durante el periodo de garantía; la soldadura será hecha de nuevo por el Contratista y a su cargo.

010.F SISTEMA DE MEDICION

Será de acuerdo a lo que se indica en cláusula correspondiente a la instalación del sistema de vías con balasto y durmientes del capítulo 3.02.01.001 "Introducción".

010.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

Será conforme a lo indicado en 3.02.01.001.

CAPITULO 3.02.01.011

SOLDADURA DE PERNOS AUTOSOLDABLES MEDIANTE EL METODO NELSON

011.A DESCRIPCION

El método Nelson se utiliza para soldar los pernos de acero dulce que sirven para efectuar el montaje y fijación de las barras guía sobre los aisladores. Este método utiliza el calor del arco eléctrico para soldar pernos en un solo extremo sobre superficies metálicas en tiempos muy cortos.

011.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Instalación de barras guía	3.02.01.008.E y 3.02.02.006.E
Barra guía	4.02.01.001.C.05
Aisladores	4.02.01.001.D.01

011.C MATERIALES

Véase lo indicado en la cláusula correspondiente a la instalación de vías con balasto y durmientes del capítulo 3.02.01.001 "Introducción".

011.D EQUIPO

Los trabajos de soldadura de pernos mediante el método Nelson deberán ejecutarse con el siguiente equipo, el que deberá someterse a la aprobación del Representante:

— Equipo de soldadura con corriente continua, cuya tensión en vacío esté comprendida entre 60 y 90 V, capaz de proporcionar una intensidad suficiente para el diámetro de perno previsto.

— Una caja de mando, que permita la regulación y la automatización del ciclo de soldadura que se describe a continuación y que evite el arranque de un nuevo ciclo antes de que se termine el ciclo en curso.

— Una pistola para soldar, con desplazamiento controlado y sus juegos de cables.

— Escantillones para referencias de soldaduras.

011.E REQUISITOS DE EJECUCION

011.E.01 SOLDADURAS DE PRUEBA

Antes de empezar la ejecución, el Contratista deberá demostrar que está en condiciones de ejecutar soldaduras de excelente calidad, cualquiera que sea la posición de la pistola, vertical u horizontal, y con el equipo de soldadura indicado. Para eso, deberá ejecutar, en esas diferentes posiciones, una serie de soldaduras con pernos de 16 mm, sobre muestras de ángulo suministradas por el Representante. El cordón formado en la base del perno deberá ser regular y de buen aspecto. Las soldaduras realizadas no deberán presentar burbujas ni tener una estructura brillante o fibrosa, ni tampoco ser frágiles. Con un martillo se golpeará el perno hasta que se doble a lo largo de la pieza sobre la cual esté soldado. Una buena soldadura debe permitir el doblado sin ruptura ni principio de ruptura.

011.E.02 LUGAR DE REALIZACION DE LAS SOLDADURAS

Las soldaduras deberán realizarse en las líneas y en los talleres del Metro en construcción. El Contratista no dispondrá de ninguna fuente de energía eléctrica, ya que él deberá prever los equipos de soldadura adecuados, tales como baterías de acumuladores o grupos electrógenos, capaces de suministrar la potencia necesaria para la soldadura de pernos de 6 mm. Asimismo, el Contratista deberá proporcionar todo el material necesario para asegurar un buen rendimiento, sin interrupción de la operación de colocación de las barras guía, cualquiera que sea la duración del trabajo.

011.E.03 SUMINISTRO DE PERNOS Y ANILLOS

Los pernos a suministrar tendrán un diámetro de 16 mm; la longitud de la parte roscada, así como la longitud total, en principio de 80 mm, serán precisadas en el pedido. Serán de acero dulce y su extremo llevará una celdilla cerrada por una cápsula engastada y de un flujo especial granular, cuya función es estabilizar el arco y desoxidar el metal líquido.

El anillo fabricado en cerámica será de forma apropiada para moldear el cordón de metal fundido que rodea el perno en su base y asegurar correctamente las otras funciones que le son atribuidas, como proteger el acero contra el aire, evitar las pérdidas de calor en el arco por difusión y conductibilidad del aire ambiente y permitir la salida de los gases durante la última fase del ciclo.

011.E.04 AJUSTE ANTES DE LA SOLDADURA EN SERIE

Antes de empezar los trabajos en serie, y después de cada cambio de material, como equipo de soldadura, caja de mando y pistola, se efectuará una serie de soldaduras para prueba sobre una barra guía muestra, colocada en la obra donde se va a realizar la soldadura y proporcionada por el Representante. Estas pruebas tienen por objeto el ajuste de los distintos parámetros que influyen en la buena calidad de la soldadura, tales como intensidad de la corriente, tiempo de paso del arco, centrado del anillo y longitud de compresión del perno. Se harán tantas pruebas como sean necesarias para obtener tres pernos que resistan perfectamente la prueba de doblado con el martillo, descrita en el mismo 011.E.01. Una vez establecida la intensidad óptima, se determinarán los grados máximos de intensidad, fuera de los cuales la soldadura corre peligro de ser defectuosa.

Durante la ejecución de las soldaduras en serie, la uniformidad de la intensidad suministrada será cuidadosamente controlada.

011.E.05 EJECUCION DE LA SOLDADURA

El problema consiste en fijar la barra guía sobre las cabezas de aisladores mediante pernos de 16 mm de diámetro, soldados en el interior del ángulo. Hay tres pernos por aislador y en montaje definitivo, que son horizontales; sin embargo, la soldadura no será ejecutada después de colocar la barra guía. Esta será simplemente montada provisionalmente en la vía para referenciar los pernos; luego será desarmada y descansada en la vía y se efectuará la soldadura verticalmente, con el ángulo hacia abajo. Debido a la precisión que debe emplearse en esta operación, se usarán escantillones tanto para la marcación de los pernos como para la colocación de la pistola en el momento de la soldadura; además, aunque de una manera general la operación se desarrollará en la forma indicada arriba, el Contratista deberá hacer adaptar un cierto número de pistolas para la soldadura con barras guía instaladas en las peores condiciones de espacio, o sea en la entrevía, que deberán utilizarse para la reparación de pernos rotos durante el montaje y también posteriormente para el mantenimiento de las instalaciones, cuando las líneas estén en servicio.

Al principio de la operación, la pistola cargada con un perno y un anillo de cerámica, que es una especie de crisol que se adapta a la forma del contorno por soldar, se aplicará sobre la parte metálica de la barra guía. Oprimiendo el gatillo, el operador pone en funcionamiento el ciclo de soldadura que es totalmente automático y depende de la regulación de la caja de mando. Primero el perno es levantado, lo que da comienzo al arco eléctrico y se mantiene en esta posición durante el tiempo necesario para la fusión de una cierta longitud del perno (3 mm aproximadamente) y de una parte de la barra. El perno se regresa rápidamente hacia la barra con el metal en fusión, mientras se corta la corriente de la soldadora; cada perno es soldado en un tiempo total no superior a los dos segundos. Le corresponde al operador determinar la intensidad necesaria y regular el tiempo de soldadura, en función del diámetro de los pernos y de la posición de soldadura.

011.E.06 EXAMEN DE LAS SOLDADURAS

Después de ejecutarse los trabajos en serie y antes de colocar las barras guía en la vía, las soldaduras terminadas serán examinadas por el Representante, quien verificará el aspecto del cordón y podrá "sondear" los pernos con el martillo, después de colocar una tuerca para evitar el desgaste de la rosca. Las soldaduras no deberán presentar ninguno de los defectos mencionados en la cláusula 011.E.01; además, deberán ser muy regulares y los pernos deberán estar perfectamente perpendiculares a la superficie sobre la cual estén soldados. Las soldaduras defectuosas se volverán a hacer, por cuenta del Contratista.

011.E.07 DISPOSICIONES DIVERSAS

a) Gastos de pruebas

Todos los gastos de pruebas estarán a cargo del Contratista, incluyendo el suministro de pernos.

b) Periodo de garantía

Las soldaduras estarán garantizadas durante un año, contado a partir de su puesta en servicio efectivo en la vía, esto es, a partir del día de la operación en servicio regular del tramo de la línea sobre el cual hayan sido realizadas. Durante el periodo de garantía, el Contratista deberá reembolsar el importe de los gastos ocasionados por la reparación de cualquier perno roto en la parte de la soldadura. Para el cálculo de este reembolso se tomarán como base los precios que figuren en el contrato.

011.F SISTEMA DE MEDICION

Se ejecutará de acuerdo a lo indicado en 3.02.01.001 "Introducción".

011.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

Será conforme a lo indicado en 3.02.01.001 "Introducción".

CAPITULO 3.02.01.012

PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO

012.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de operaciones y trabajos necesarios para verificar el correcto funcionamiento de las instalaciones y equipos de las vías, con objeto de concluir la instalación de las vías sobre balasto y durmientes.

012.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Introducción	3.02.01.001
Adaptación de las áreas de trabajo	3.02.01.002.E
Localización de trazo y perfil	3.02.01.003.E
Colocación de balasto	3.02.01.004.E
Colocación de durmientes	3.02.01.005.E
Instalación de rieles	3.02.01.006.E
Instalación de pistas	3.02.01.007.E
Instalación de barras guía	3.02.01.008.E
Instalación de aparatos de vía	3.02.01.009.E

012.C MATERIALES

Véase lo indicado en la cláusula correspondiente a la instalación del sistema de vías con balasto y durmientes del capítulo 3.02.01.001 "Introducción".

012.D EQUIPO

Véase 3.02.01.001 "Introducción".

012.E REQUISITOS DE EJECUCION

012.E.01 TERMINACION DE LA VIA

Para dar por correcta la instalación de la vía, deberán realizarse previamente las siguientes actividades:

a) La supervisión efectuará un levantamiento de nivelación y alineación, que comprenderá además, en tramos de interestaciones, la verificación de los gálibos en tangente y en curvas; en las estaciones se verificarán además los gálibos horizontales y verticales de la nariz de andén con respecto a la cara interior del riel más próximo. La verificación de nivelación y alineación comprenderá también las vías de maniobras, zonas de peines, naves de depósito y talleres. Deberán verificarse las cotas de entrevía, trocha y distancias riel-pista y riel-barra guía.

   En las zonas de aparatos de vía se efectuará un levantamiento completo de medidas geométricas y se verificará el empalme correcto de las piezas moldeadas y el funcionamiento adecuado de la carrera de las agujas de los aparatos de vía.

   En el caso de las líneas elevadas y puesto que el peso de los elementos de la vía, de los cables de energía eléctrica y demás elementos que deberán colocarse sobre las estructuras elevadas que constituyen el viaducto, son causa de deformaciones verticales con respecto a la configuración que presentan las trabes antes de colocar la primera capa de balasto y que sirve para establecer las marcas de referencia de nivelación con que se implante la vía, es indispensable que una vez colocados todos los componentes antes descritos del sistema de vía, se realice un ajuste en su elevación, para lograr que se ubique, como antes se especificó, a 2 cm arriba de la elevación señalada en los planos de implantación de vía; será necesario por lo tanto, establecer nuevas marcas de nivelación en secciones ubicadas sobre las columnas y en las secciones medias de las trabes de la estructura en los tramos de tangente y a cada 5.0 m en los tramos curvos, para que con respecto a ellas se ajusten los niveles de la vía, realizando un bateado adicional para alcanzar los niveles requeridos; esta operación se aprovechará para corregir en su caso, la alineación de las vías.

b) Huelgos. En el caso particular de los durmientes de concreto y especialmente en los huelgos presentados por las grapas de fijación de pista y riel, deberá verificarse lo siguiente:

   1. Ninguna grapa deberá quedar con su parte central montada sobre la pista, el riel, el estribo lateral, el durmiente o la almohadilla

   2. Todas las grapas deberán quedar en su posición correcta y serán colocadas paralelamente al eje longitudinal del durmiente

   3. Los huelgos verticales entre las grapas y el durmiente no tienen implicación, por lo que podrán o no existir dichos huelgos; sin embargo, no deberán existir en ningún caso materiales u objetos extraños bajo las grapas o entre los perfiles de vía y los durmientes

4. En las grapas central y exterior, los huelgos laterales deberán ser de 2 mm como máximo por grapa; no obstante, se dará por aceptado que en dichas grapas se presente un huelgo de 4 mm como máximo acumulado. En el caso de que las grapas ya colocadas sean del No. 10 y por lo tanto no se puedan cambiar por otras de mayores dimensiones, el huelgo lateral podrá ser superior y el durmiente será aceptado

5. El huelgo lateral en la grapa interior podrá ser de cualquier magnitud, siempre y cuando la grapa quede colocada correctamente

6. Deberán llevarse registros de holguras, como el mostrado en la tabla 012-1.

c) Lavado superficial del balasto. Para inducir la eliminación por acarreo de los polvos que dentro de los límites especificados contenga el balasto, será necesario que se vierta agua sobre el balasto, uniformemente repartida sobre el área que ocupa y en una cantidad no menor de 70 l/m^2. Esta operación no será necesaria en las líneas elevadas o superficiales, si después de haber colocado la segunda capa de balasto y antes de realizar la limpieza de los drenajes pluviales, se han producido precipitaciones pluviales sobre la vía de por lo menos 300 mm de lámina de lluvia. Sin embargo, dependiendo de los resultados de los muestreos de certificación del balasto colocado en vía, el Representante podrá exigir que el lavado superficial del balasto se realice en cualquier tramo en que lo crea necesario, incrementando inclusive la cantidad de agua por metro cuadrado a distribuir sobre el balasto.

d) Revisión y limpieza de los drenajes de las vías. No podrá darse por bien terminada la vía hasta que se realice una completa revisión y limpieza de los drenajes previstos en las estructuras de apoyo de la vía, para retirar el azolve que haya producido el acarreo de los polvos del balasto, ya sea por el flujo del agua del lavado superficial o la de lluvias. Deberán inspeccionarse y limpiarse todos los registros y tramos de tubería de drenaje entre ellos, desde las estructuras de soporte de las vías hasta los cárcamos previstos para desalojar las aguas drenadas, o bien, hasta la atarjea en que descarguen estas aguas.

e) Inspección del apriete de los pernos y tornillería y fijación. Después del ajuste de niveles de la vía, deberá realizarse una inspección para certificar que se encuentren bien colocados y con sus tuercas, todos los pernos y tornillos de fijación que forman parte del sistema de vía. Además, de manera arbitraria se seleccionarán cinco de cada cien pernos de cada tipo colocado en la vía, para certificar que están debidamente apretados; si la certificación confirma que están debidamente apretadas las tuercas de los pernos seleccionados, se podrá aceptar como correcto el tramo hasta la ubicación de la siguiente sección de certificación; en caso contrario, deberán revisarse todos y cada uno de los pernos, desde la última sección de certificación satisfactoria y hasta cubrir todo el tramo de la vía entre las dos secciones de certificación, adyacentes a cada lado de la sección en que la certificación no resultó confirmatoria del ajuste de los pernos; esta última actividad deberá ser realizada por el Contratista.

f) Aislamiento. Se verificará el aislamiento de las vías con un Megger en caso de que éstos así lo requieran.

g) Retiro de todo material extraño. Previamente a la inspección para la entrega, la vía terminada deberá inspeccionarse en su totalidad y retirar todo elemento y material extraño a la formación de la vía, tales como pernos sueltos, tuercas sueltas, trozos de durmientes, herramientas, restos de cascajo, resto de materiales de obra civil y en fin, todo objeto ajeno a la vía.

Todas las observaciones que resulten de las verificaciones anteriores se le indicarán al Contratista para que en coordinación con el Representante se proceda a su corrección. Se levantarán actas de recepción en donde el Representante, el Contratista y el STC estén de acuerdo en que el tramo de vía está concluido; a estas mismas actas se anexarán todos los pendientes por realizar, si los hubiere, los que deberán estar terminados en su totalidad antes de iniciar las pruebas estáticas y dinámicas o en su defecto deberán tener un avance considerable y se concluirán en los tiempos que lo permitan los programas de pruebas.

012.E.02 PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO

Para la recepción, se elaborará un programa general de pruebas en donde primeramente se verificará el gálibo para el tren, que consiste en hacer pasar un tren por todas las vías y estaciones existentes para constatar distancias del tren con respecto a señales, andenes, vías e instalaciones varias, etc., y corregir las que obstruyan el libre paso de los trenes. Hecho esto, se iniciarán las pruebas estáticas, dinámicas y de recepción de todas las instalaciones, entre el Representante, el Contratista y el STC para detectar anomalías en el funcionamiento y operación de los equipos, procediendo a su corrección antes de la puesta en servicio de la línea.

Horas antes de la primera energización total de la línea se efectuará un recorrido general de ella para retirar todo objeto extraño a la instalación de las vías, que pueda provocar un mal funcionamiento de la energización.

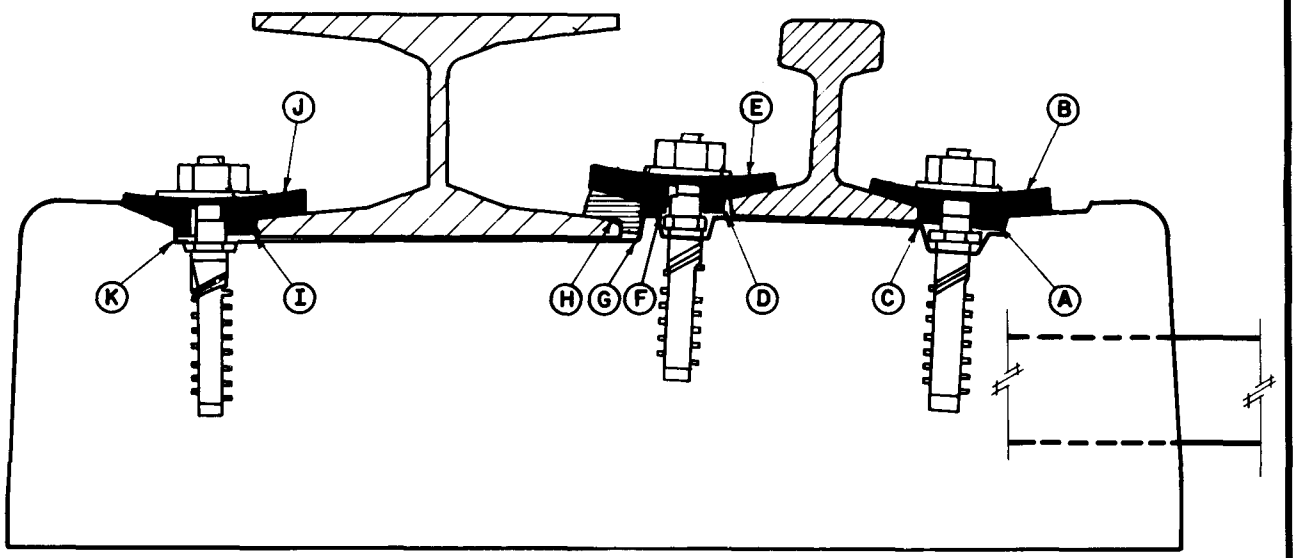
012.F SISTEMA DE MEDICION

Será conforme a lo indicado en 3.02.01.001 "Introducción".

012.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

Será de acuerdo a lo indicado en 3.02.01.001 "Introducción".

Tabla 012-1. Medición de huelgos en caras de las grapas



Línea_____ Vía_____ Fila_____ Fecha_____

CADENAMIENTO	MEDICION DEL HUELGO, EN mm										
	A	No. de grapa B	C	D	No. de grapa E	F	G	H	I	No. de grapa J	K

CAPITULO 3.02.01.013

TRABAJOS DE RENIVELACION Y REALINEACION DE VIAS DESPUES DE LA PUESTA EN SERVICIO

013.A DESCRIPCION

Se describen los trabajos encaminados a rectificar la alineación y nivelación de las vías, que debido al paso de los trenes sobre ellas son alteradas por los asentamientos del balasto; estas alteraciones provocan fatiga del material rodante, falta de confort para los pasajeros y una degradación de los materiales constitutivos de la vía.

Los trabajos de renivelación o realineación se deberán llevar a cabo en primera instancia cuando la deformación de la vía en alineamiento y perfil sobrepase los valores establecidos en las especificaciones de trazo y perfil.

013.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Localización de trazo y perfil	3.02.01.003.E
Colocación de balasto	3.02.01.004.E
Colocación de durmientes	3.02.01.005.E
Instalación de rieles	3.02.01.006.E
Instalación de pistas	3.02.01.007.E
Instalación de barras guía	3.02.01.008.E
Instalación de aparatos de vía	3.02.01.009.E
Balasto	4.02.01.001.A
Durmientes	4.02.01.001.B
Pista de rodamiento	4.02.01.001.C.01
Riel de seguridad	4.02.01.001.C.03
Barra guía	4.02.01.001.C.05
Aparatos de vía	4.02.01.001.F

013.C MATERIALES

Véase lo indicado en la cláusula correspondiente a instalación de vía sobre balasto y durmientes del capítulo 3.02.01.001 "Introducción".

013.D EQUIPO

Véase la cláusula correspondiente a instalación de vía sobre balasto del capítulo 3.02.01.001 "Introducción".

013.E REQUISITOS DE EJECUCION

013.E.01 PROCEDIMIENTOS PARA LA NIVELACION TOPOGRAFICA EN PERFIL

a) Retrazo. Se repondrá el eje de trazo a partir de las referencias que existan dentro del cajón, que fueron el origen de la implantación de la vía. En curvas será necesario que se respeten los elementos de las curvas originales del proyecto, las que deberán ser transferidas invariablemente a los planos actualizados.

   En tramos en tangente, se implantará el eje de trazo y en zonas de curva, deberán trazarse los ejes de cada una de las vías.

b) Obtención de datos. Para poder efectuar la realineación y renivelación de la vía, será necesario contar con los datos de su estado, a partir de mediciones que se efectuarán de acuerdo a la ubicación que ésta tenga dentro del trazo general y poder así determinar las magnitudes en que se deberá hacer la corrección para tener el trazo original de proyecto. Los datos se obtendrán de la siguiente manera:

   1. En tangente. Las secciones transversales se medirán a cada 20 m en las caras interiores de los hongos de riel, a una altura de 15 mm por abajo del nivel de rodamiento.

   2. En zona de curva. Con base en los ejes de vía se verificará la posición del hongo de riel, a una altura de 15 mm por abajo del nivel de rodamiento:

      — En curva de radio igual o mayor que 500 m, a cada 5.0 metros.

      — En curva de radio menor que 500 m, a cada 2.0 metros.

013.E.02 GRAFICAS DE LA INFORMACION

Con objeto de manejar más eficientemente la información obtenida en campo, se procederá a vaciar los datos de las mediciones efectuadas en gráficas trazadas en papel milimétrico a escala conveniente. Con los datos de las gráficas se diseñarán las nuevas rasantes rectificadas, tratando en lo posible de que la nueva rasante quede lo más cerca a la existente y por arriba de ella, debiéndose respetar los siguientes gálibos verticales:

1. En cajón subterráneo, la distancia entre el hongo del riel directriz (riel que define la sobreelevación) y el intradós, será de 4.19 m en tangente y curvas de radio mayor de 500 m y de 4.4 m en curvas de radio menor o igual que 500 m, con tolerancia de ± 0.05 metros.

2. En estación, la distancia entre los hongos de los rieles y el piso terminado de los andenes, será de 1.10 m, con tolerancia de − 0.03 metros.

La diferencia entre los valores de la rasante rectificada y los valores reales, determinará las zonas por renivelar, de acuerdo con las tolerancias indicadas en el inciso 013.E.03.

a) Trazo. El levantamiento de la posición de los hongos de riel en tangente se referirá al eje de trazo, y en curva a cada uno de los ejes de la vía, anotando las lecturas reales obtenidas.

b) Gráficas de flechas. Se dibujará en papel milimétrico la curva teórica de flechas con los datos de proyecto, así como la gráfica de flechas con base en los datos de campo. El análisis de las gráficas determinará las zonas por realinear, de acuerdo a las tolerancias marcadas en el inciso 013.E.03.

013.E.03 TOLERANCIAS

a) En la nivelación longitudinal:

1. Variación de elevación del riel directriz, con respecto a la rasante rectificada: ± 3 mm.

2. Variación de elevación de los puntos de riel directriz entre dos marcas distantes 25 m entre sí: ± 3 mm.

b) En la nivelación transversal:

1. En la zona de clotoide, la nivelación entre dos rieles se mide a cada 5.0 m; en este último caso la tolerancia deberá tomarse con respecto al valor teórico de la sobreelevación: 3 mm/m.

   Variación de la elevación transversal medida sobre una base de 5.0 m: 0.5 mm/m.

c) En el trazo

1. Posición del riel directriz en la ubicación de los puntos de referencia: ± 3 mm.

2. Alineación en todos los puntos, en curvas de radio mayor de 150 m, medidas con cuerda de 10 m desplazada en tramos de 5.0 m: ± 2 mm, considerándose no acumulativa con el inciso 1.

3. Alineación en todos los puntos, en curvas de radio menor o igual que 150 m, medida con cuerda de 10 m desplazada en tramos de 2.0 m: ± 2 mm, considerándose no acumulativa con el inciso 1.

013.E.04 DATOS AL CONSTRUCTOR

a) En la nivelación

1. Para la ejecución de los trabajos de renivelación, se entregarán al Contratista los planos con la rasante corregida, señalando las alturas en que deberá modificarse la posición del hongo de riel de cada vía, indicando su cadenamiento respectivo.

2. Con base en los bancos de nivel utilizados para propagar las nivelaciones en los hongos de riel, se colocarán en los muros puntos fijos a una altura constante, la que servirá de referencia para alcanzar los niveles solicitados. En tangente se colocarán a cada 20 m y en curva de radio menor de 500 m, deberán colocarse a cada 5.0 m; en curvas verticales a cada 10 metros.

b) En el trazo

1. Se entregarán al Contratista los planos con las diferencias numéricas en que se deberá corregir la vía.

2. El Contratista corregirá la posición de las vias, basándose en el eje de trazo para las tangentes y en el eje de vía para las curvas.

c) Verificaciones.

1. El Contratista procederá a la elevación de la vía hasta el nivel fijado para su nivelación, arreglo y bateado. El arreglo de la vía se hará al nivel previsto, de manera que el plano de rodamiento se encuentre al nivel fijado, después del asentamiento provocado por el paso de los trenes. Después de la operación de bateado definitivo, el Representante verificará los niveles de las vías y en su caso se procederá a las correcciones que resulten.

2. Una vez realineada la vía, el Representante procederá a verificar la posición en las zonas donde fue necesario el nuevo alineamiento, así como en tramos adyacentes de 30 m, para verificar que no sufrieron variaciones.

013.E.05 EJECUCION DE LOS TRABAJOS

La modificación de la vía deberá hacerse con el mayor cuidado, apegándose estrictamente a los planos y datos proporcionados por la renivelación.

a) Renivelación. Con base en las referencias marcadas en los muros y con ayuda de los gatos mecánicos para levantar la vía y de bateadoras mecánicas manuales, el Contratista colocará la vía a una altura de nivel de rasante rectificada.

1. Nivelación transversal. Este tipo de nivelación se puede hacer con escantillón de gota, nivel de burbujas o con el equipo topográfico que marque el Representante. Consiste en poner los dos rieles de una misma vía a la misma altura o nivel, en tramos de tangente. En curva debe dársele a un riel respecto al otro de la misma vía, una sobreelevación o peralte, de acuerdo al proyecto.

2. Nivelación longitudinal. Es la actividad que se encarga de dar la forma requerida a la vía a lo largo de la línea (perfil), de acuerdo al proyecto, es decir, se encarga de mantener la vía horizontal en ciertos tramos y estaciones con

pendiente nula; las pendientes negativas o positivas son enlazadas por medio de curvas verticales.

b) Realineación. Teniendo la vía renivelada, el Contratista con ayuda de equipo topográfico y con base en el hongo del riel directriz que colocará según el proyecto de implantación de vía, se ayudará de gatos, escaleras y barretas, así como de cualquier equipo hidráulico para alcanzar las correcciones marcadas. El Contratista deberá verificar perfectamente que la realineación se ajuste a lo solicitado.

c) Bateado y arreglado fino. Teniendo la vía perfectamente nivelada, el Contratista bateará el balasto hasta alcanzar el nivel de rasante rectificado, cuidando que no se desalinee la vía. Se procederá tal y como se indica en la cláusula 3.02.01.004.

013.E.06 CORRECCION DE TRAZO Y PERFIL PARA VIAS CON MAS DE UN AÑO DE PUESTAS EN SERVICIO

Para las vías que tengan más de un año de puestas en servicio y con objeto de hacer una buena corrección de trazo y perfil, se requiere que antes de efectuar el levantamiento topográfico se ejecuten las siguientes actividades:

a) Verificación del alineamiento de los durmientes. Los durmientes instalados en las vías de operación habrán estado sujetos a esfuerzos mecánicos producidos por el paso de los trenes y a desplazamiento por los cambios de temperatura experimentados en los rieles y pistas de rodamiento. Con objeto de garantizar un buen trabajo, se deberá realizar una revisión para alinear todos los durmientes que hayan sufrido desplazamiento, acomodándolos perpendicularmente a la vía.

b) Ajuste a la vía. La recopilación de los datos para el proyecto de corrección requiere que los rieles estén correctamente fijados y perfectamente paralelos. El ajuste de los rieles se realizará en el siguiente orden:

1. Apriete correcto de los tirafondos que fijan el riel directriz con los durmientes de madera o bien la verificación del par especificado de 88 N-m (9 kg-m) del perno tirafondo que sujete al riel directriz con el durmiente de concreto.

2. Verificación de la colocación correcta del riel paralelo de una misma vía. La separación entre rieles de una misma vía, en tangente y curvas de radio mayor o igual que 500 m será de 1.435 m; para curvas de radio menor que 500 m la separación deberá ser de 1.439 metros.

3. Apriete correcto de los tirafondos o pernos tirafondos del segundo riel, según el caso. Para vías con más de un año de haber sido puestas en operación es indispensable cumplir con las cláusulas 013.E.06.a y b, para elaborar un buen proyecto de corrección de trazo y de rasante; de no cumplirse aparecerán las deficiencias en el proyecto de rasante corregida.

c) Levantamiento topográfico. Se realizará el levantamiento topográfico, de acuerdo a lo indicado en 013.E.01.

d) Verificación del apriete de la pista de rodamiento. Las pistas de rodamiento son los elementos de la vía sobre los que incide el paso del material rodante; por tal motivo éstos tienden a aflojarse con mayor rapidez que el riel de seguridad y debido a que con el paso de los trenes las pistas trabajan sobre los durmientes como martinete, se producirán ligeros movimientos que repercuten en el material rodante. Las pistas al igual que los rieles se deberán apretar de la misma forma y con el mismo par de apriete.

e) Verificación de apriete del tornillo del zoclo en durmientes de madera

El aislador descansa sobre un zoclo de bridas laterales, el cual está sujeto al durmiente por medio del candelero fijo al durmiente y por el tornillo de fijación de zoclo. Los esfuerzos laterales producidos por el material rodante son soportados por el zoclo de bridas laterales y a través del tiempo y de movimientos repetitivos, el tornillo de fijación del zoclo tiende a aflojarse, por lo cual y a efecto de garantizar la geometría de la vía al paso de los trenes, dicho tornillo deberá apretarse apropiadamente, ya sea utilizando matracas, llaves "T", o máquinas tirafondeadoras.

f) Verificación del apriete del tornillo de fijación del aislador. Los esfuerzos producidos por el paso de los trenes también inciden sobre los tornillos de fijación del aislador. Estos tornillos deberá verificarse que estén debidamente apretados, utilizando para ello el equipo y la herramienta más apropiada.

g) Ajuste de la barra guía. Debido a que en todo momento el material rodante tiene contacto con las barras guía y que entre el aislador y la barra guía se colocan calzas de ajuste que con el paso de los trenes y el tiempo se comprimen, la separación entre barras tiende a variar ligeramente; con objeto de proporcionar un guiado uniforme se deberán reajustar las barras guía. Para obtener un ajuste correcto se deberá respetar la distancia entre la parte interior del hongo del riel de una vía y la barra guía del aislador más cercano. La distancia que deberá respetarse será de 531 mm, + 2 mm, − 1 mm. El ajuste de la barra guía en curvas peraltadas deberá efectuarse respetando las cotas de ajuste de cada hilera de barra guía en forma individual, ya que estas cotas de ajuste son diferentes entre sí. Para efectuar este trabajo correctamente el Contratista deberá contar con el proyecto de ajuste de la barra guía para cada una de las curvas que tengan que corregirse. La distancia entre barras guía no deberá exceder de 2497 mm + 3 mm, − 2 mm.

013.F SISTEMA DE MEDICION

Véase la cláusula correspondiente a la instalación de vía sobre concreto del capítulo 3.02.01.001 "Introducción".

013.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

Se harán de acuerdo a lo indicado en la cláusula correspondiente a instalación de vía sobre concreto del capítulo 3.02.01.001 "Introducción".

CAPITULO 3.02.02.001

INTRODUCCION

001.A ALCANCE

En esta sección se incluyen las especificaciones generales que establecen los trabajos necesarios para equipar las vías del Metro donde se utilice el sistema de fijación de vía directa sobre losas de concreto.

En el Metro se denomina **vía** al conjunto de elementos que permiten soportar, guiar y alimentar eléctricamente al material rodante.

Se entiende por **vías principales** aquéllas en las cuales el material rodante circula con usuarios y en servicio normal.

Las **vías secundarias** están ubicadas en zonas de maniobras, enlace de líneas y en talleres; por ellas circulan los trenes vacíos y a baja velocidad. El sistema de fijación sobre concreto se tiene en las vías sobre losa, las vías de lavado y las vías sobre fosas.

Las vías principales sobre concreto están constituidas generalmente por los elementos siguientes, identificados en la fig 001-1:

1. Losa de concreto simple
2. Riel de seguridad
3. Pista de rodamiento
4. Aislador para barra guía
5. Barra guía
6. Calza aislante para riel
7. Calza aislante para pista
8. Almohadilla acanalada de hule para riel
9. Almohadilla acanalada de hule para pista
10. Grapas para sujeción de riel y pista
11. Varilla corrugada roscada para fijación de riel y pista
12. Tuerca autofrenada para fijación de riel y pista (M-22)
13. Rondanas de presión y planas
14. Tornillos para fijación de aislador, milimétricos M-22
15. Anclajes para fijación de tornillos de aislador
16. Calza aislante para aislador
17. Mortero de relleno para calzas
18. Mortero de sellamiento de fijaciones

Alguno de estos elementos se describen a continuación:

La **losa de concreto simple** es el elemento sobre el cual se apoyan y fijan los elementos componentes de la vía y que además transmite y distribuye hacia la losa estructural, las cargas producidas por los trenes que circulan en la vía.

Los dos **rieles de seguridad** que existen en cada una de las vías, corresponden a perfiles 80 ASCE (peso de 80 lb/yd, 39.807 kg/m); sus funciones son asegurar el retorno de corriente, participar en el funcionamiento de la señalización y para la circulación de los trenes de servicio equipados exclusivamente con ruedas metálicas; son utilizados excepcionalmente para el rodamiento de los trenes de pasajeros en caso de que falle alguno de los neumáticos portadores o como guiado de los trenes también de pasajeros en caso de baja presión del neumático de guiado.

Las **pistas de rodamiento** para las ruedas neumáticas de los trenes de pasajeros sirven también para el retorno de corriente y para el funcionamiento de la señalización; las pistas están constituidas por perfiles metálicos en forma de I, de alas anchas y son colocadas al exterior de los rieles; al igual que los rieles son fijados a la losa de concreto, sobre la cual se sujetan mediante varillas corrugadas roscadas y/o piezas especiales.

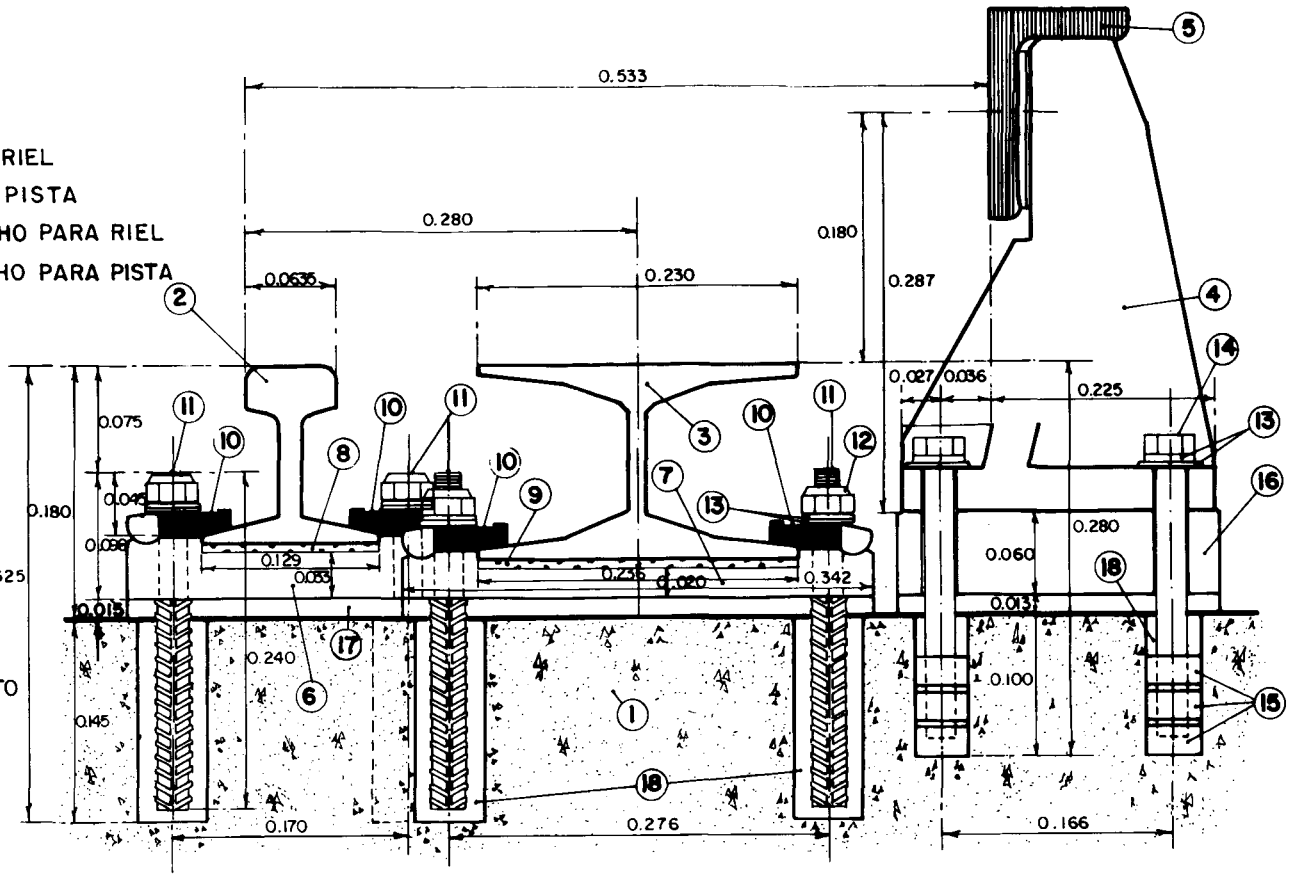
Los **aisladores** son las piezas de geometría particular, que se fijan al exterior de los rieles y pistas que tienen como finalidad dar apoyo y fijar a la barra guía y de toma de corriente; estos aisladores poseen características dieléctricas y mecánicas determinadas para cumplir con las condiciones de aislamiento definidas por el proyecto.

Las **barras guía** metálicas, en forma de ángulo de lados desiguales, aseguran el guiado de los trenes de pasajeros y su alimentación en corriente de tracción y soporte mecánico del tapete de pilotaje automático; se apoyan en los aisladores a los cuales se fijan mediante pernos autosoldables y tuercas autofrenadas.

Los aparatos de vía sirven para conectar dos o más vías entre sí y están constituidos, además de las agujas, por piezas monobloques en acero al manganeso que integran a su vez a los rieles de seguridad y a las pistas de rodamiento; estas piezas son emplanchueladas entre sí.

NOMENCLATURA

1. LOSA DE CONCRETO
2. RIEL DE SEGURIDAD
3. PISTA METALICA
4. AISLADOR
5. BARRA GUIA
6. CALZA AISLANTE PARA RIEL
7. CALZA AISLANTE PARA PISTA
8. ALMOHADILLA DE CAUCHO PARA RIEL
9. ALMOHADILLA DE CAUCHO PARA PISTA
10. GRAPA METALICA
11. VARILLA DE FIJACION
12. TUERCA AUTOFRENADA
13. ARANDELA
14. TORNILLO PARA FIJACION DE AISLADOR
15. ANCLAJE CON CONOS DE PLOMO
16. CALZA PARA AISLADOR
17. MORTERO DE RELLENO
18. MORTERO DE SELLAMIENTO



ACOTACIONES, EN m

Fig 001-1 Sección tipo de una fila de vía sobre concreto

El material de fijación está compuesto por piezas de diferentes tipos y utilización, como vástagos roscados, varillas corrugadas roscadas, grapas, almohadillas de hule, calzas aislantes, tuercas, rondanas, tornillos, conos de plomo, morteros especiales, etcétera.

Los equipos o piezas especiales son los aparatos de dilatación, cajas inductivas, conexiones eléctricas, zonas neutras, juntas aislantes, juntas mecánicas, topes al final de las vías, etcétera.

021.A.01 INSTALACION DE VIAS PRINCIPALES

Los trabajos para la instalación de las vías principales con fijación directa sobre concreto son las siguientes:

— Adaptación de las áreas de trabajo

— Localización del trazo y perfil

— Instalación de rieles

— Instalación de pistas

— Instalación de barras guía

— Instalación de aparatos de vía

— Pruebas y puesta en servicio

En esta parte se señala el procedimiento para instalar las vías principales con el sistema de piso de concreto simple. En el caso de las vías secundarias sobre concreto también deberán respetarse los lineamientos generales que a continuación se indican:

a) Vía sobre losa

1. Este tipo de vía se colocará sobre una losa de concreto cuyas dimensiones son 2.60 x 1.65 metros.

2. Los rieles se apoyarán de manera continua sobre toda su longitud y serán sujetados a cada 0.75 m por grapas sostenidas por dos anclas empotradas en el concreto de la losa.

3. El lecho de apoyo de los rieles, cuyo espesor es de 3 cm aproximadamente, estará reforzado con una malla metálica.

4. Estas vías serán aisladas eléctricamente, excepto las ubicadas en el edificio de los vehículos auxiliares en nave de gran revisión. El aislamiento se realizará por una parte, mediante una almohadilla pegada debajo del patín del riel y por otra con una plaqueta aislante colocada entre las grapas y el patín del riel.

5 Esta vía no incluye barras de corriente.

6. La ejecución de los trabajos se desarrollará con con el siguiente orden:

— La losa se colocará formando cajas huecas en las que posteriormente se instalarán las anclas de fijación del riel y se colará el espacio hueco.

— Colocación de los rieles sobre cuñas; alineamiento y nivelación para ejecutar soldaduras.

— Soldadura aluminotérmica de los rieles.

— Adhesión de la banda aislante debajo del patín del riel.

— Colocación de los rieles sobre cuñas y sujeción con varillas separadoras; alineación y nivelación.

— Colocación de las anclas en su ubicación exacta, sostenidas con una plantilla que suministrará el Contratista; colado de la caja hueca con mortero de cemento Portland, en proporción de 600 kg de cemento por metro cúbico de arena.

— Colocación de la malla metálica de refuerzo y colado del lecho de apoyo de los rieles con mortero de cemento dosificado como antes se señaló, lo suficientemente seco para lograr la sección requerida bajo los rieles.

— Colocación de las grapas y de las plaquetas aislantes; se apretarán las tuercas cuando el mortero tenga suficiente resistencia.

— Retiro de las cuñas.

— Colado del concreto de relleno entre rieles y al exterior de ellos, dejando los espacios indicados en el proyecto; después del fraguado se rellenarán estos espacios con un producto bituminoso aislante. Los niveles se enlazarán convenientemente con las superficies cercanas y presentarán el mismo acabado. La dosificación del concreto será la siguiente:

70 *l* de grava, 500 *l* de arena y 350 kg de cemento Portland.

b) Vía de lavado

1. La vía de lavado incluye una barra de corriente fijada con aisladores de poliéster, montados horizontalmente sobre un muro lateral del andén.

2. Los rieles se apoyarán sobre bases continuas de concreto, coladas y ancladas en la losa inferior.

3. El procedimiento para la fijación de los rieles sobre las bases continuas de concreto, será igual al indicado anteriormente para la fijación de la vía sobre la losa.

c) Vía sobre fosa de revisión

1. Los rieles descansarán sobre los bordes de las fosas y serán fijados por medio de un dispositivo llamado estribo, el cual se encuentra empotrado en el concreto a cada 0.75 m y forma parte de los trabajos del Contratista de obra electromecánica.

2. El estribo está constituido por una solera de acero, de 60 x 10 mm y dos tornillos HM 16, pasados y soldados a este elemento. Estos tornillos sirven para fijar el estribo al patín del riel, al cual previamente se le deben formar los dos barrenos correspondientes, conforme a lo que se indique en el proyecto.

3. Los rieles deberán quedar aislados eléctricamente, por lo cual se requiere de fundas aislantes en los tornillos de fijación del estribo, así como una banda aislante pegada bajo el patín del riel y rondanas aislantes colocadas arriba de las cuñas inclinadas del patín.

4. Las distintas operaciones de montaje se llevarán a cabo según el siguiente orden:

   — El Contratista de obra civil construirá toda la fosa, formando en la zona de apoyo de los rieles las cajas en que posteriormente se alojarán los estribos de fijación de la vía; el armado no se interrumpirá en estas cajas, que se ubicarán a cada 0.75 m. Entre las cajas el colado alcanzará un nivel de 0.03 m inferior al apoyo de los rieles.

   — Se realizarán perforaciones en el patín de los rieles para lograr la ubicación exacta de los barrenos; para ello se empleará una plantilla.

   — Se alinearán y medirán los rieles fuera de la fosa para realizar la soldadura aluminotérmica de ellos.

   — Se colocará la banda aislante bajo el patín del riel y perforarán los barrenos correspondientes en dicha banda, con un diámetro de 17 milímetrós.

   — Montaje de los estribos de fijación en el riel.

   — Colocación de los rieles sobre cuñas; su alineación y nivelación a lo largo de la fosa, por medio de varillas separadoras.

   — Soldadura de los estribos de fijación al armado de la fosa en las cajas.

   — Empotramiento de los estribos de fijación del riel, mediante el colado de las cajas usando mortero de cemento de baja plasticidad.

   — Retiro de las cuñas y de las varillas separadoras.

   — Colocación de la malla metálica y colado con mortero de cemento para formar el lecho de apoyo de los rieles entre los estribos de fijación. Donde lo indique el proyecto se colocará el producto bituminoso aislante en el hueco previsto entre el riel y el concreto.

Para precisar el significado de algunos términos empleados en esta sección, se han formulado las definiciones de términos a que se refiere el capítulo 1.01.01.008 del Libro 1 "Generalidades y terminología".

001.B REFERENCIAS

Véase 3.02.01.001.B "Referencias de este Libro, aplicables en este caso a los requisitos que deben cumplir tanto los materiales como la instalación de las vías con fijación directa sobre concreto.

001.C MATERIALES

Véase 3.02.01.001.C "Materiales" de este Libro en lo referente a instalación de vías con balasto y durmientes.

001.D EQUIPO

Véase 3.02.01.001.D "Equipo" de este Libro.

001.E REQUISITOS DE EJECUCION

Véase 3.02.01.001.E "Requisitos de ejecución" de este Libro.

001.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.02.01.001.G "Sistema de medición" de este Libro.

001.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

Véase 3.02.01.001.G "Conceptos de obra y bases de pago" de este Libro.

CAPITULO 3.02.02.002

ADAPTACION DE LAS AREAS DE TRABAJO

002.A DESCRIPCION

Se describe la serie de trabajos necesarios para la implantación y colocación de las vías con el sistema de fijación sobre concreto, para el paso de los trenes del Metro.

002.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Trazos y nivelaciones	3.01.01.003.E
Demoliciones y desmantelamientos	3.01.01.004.E
Estructuras de concreto reforzado	3.01.01.012.E
Limpieza	3.01.01.033.E
Introducción	3.02.02.001
Localización de trazo y perfil	3.02.02.003.E
Instalación de rieles	3.02.02.004.E
Instalación de pistas	3.02.02.005.E
Instalación de barras guía	3.02.02.006.E
Instalación de aparatos de vía	3.02.02.007.E
Seguridad	3.01.07.013.E
Cementos	4.01.01.001.A
Agregados para concreto	4.01.01.001.B
Agua para concreto hidráulico	4.01.01.001.C
Aditivos para concreto	4.01.01.001.D
Líquidos para curado de concreto	4.01.01.001.F
Concreto hidráulico	4.01.01.001.G

002.C MATERIALES

Véase la cláusula correspondiente a instalación de vías con fijación directa sobre concreto del capítulo 3.02.02.001 "Introducción".

002.D EQUIPO

Véase la cláusula correspondiente a instalación de vías con fijación directa sobre concreto del capítulo 3.02.02.001 "Introducción".

002.E REQUISITOS DE EJECUCION

002.E.01 MARCAS DE REFERENCIA PARA EL COLADO DE LA LOSA DE PISO

Antes de iniciar los trabajos, es necesario que la obra civil del tramo se encuentre perfectamente terminada, colocadas las coladeras y registros, ajustadas las canaletas y libres de rezaga de material y selladas las filtraciones; así también se verificará no sobresalga ningún objeto de los muros o losa de techo, debiendo eliminarse si existiera. Se deberá hacer la prueba hidráulica a los drenes laterales, introduciendo agua en la parte más alta de la pendiente, de preferencia con colorante para observar que el agua corra a la perfección por los drenes hasta el cárcamo. El marcaje de los puntos de referencia servirá para determinar el nivel definitivo de la losa de concreto en que se fijarán los elementos que componen la vía, marcándose en curva específicamente, cuáles son los puntos de la vía 1 o 2.

002.E.02 COLADO DE LA LOSA DE CONCRETO

La losa de concreto simple que alojará los elementos de fijación de la vía, deberá presentar las siguientes características:

Espesor mínimo: 20 cm.

Resistencia del concreto: $f'_c = 200$ kg/cm^2.

El concreto deberá tener un grado de calidad "B" con un agregado de tamaño máximo de 20 mm (3/4") y un revenimiento en obra de 10 $\pm$ 2.5 cm, sin aditivo. Así mismo, en la obra se incluirá un aditivo fluidizante reductor de agua para poder bombearlo, logrando que el revenimiento con el fluidizante no sobrepase de 18 centímetros.

Antes de proceder al colado de la losa de apoyo para las vías, se deberá preparar la losa estructural dejada por obra civil, la cual será limpiada perfectamente de todo material suelto y lavada con ácido muriático al 18 por ciento, y en proporción 1:1 con agua. Se eliminará con agua todo residuo del ácido aplicado y se dejará la superficie saturada con el agua. Posteriormente se aplicará una membrana de liga a base de látex, para reforzar la unión de concreto viejo y nuevo; así mismo, se deberán dejar las preparaciones necesarias para cajas de nducción, ductos y para todos los materiales que deban quedar ahogados o en contacto con el concreto que for-

me la losa; igualmente se deberán prever los desniveles necesarios para la instalación de los aparatos de vía, así como las fosas antisuicidas en estación, según lo indicado por el proyecto.

El colado de la losa deberá ser por bombeo y con tuberías que permitan llevarlo hasta su lugar de colocación. Se deberá tener especial atención en la precisión geométrica de la losa, para evitar desbastes y uso de demasiado material que interfiera con los avances de obra. La tolerancia máxima en la superficie de la losa será de 5 mm de desnivel por cada 3.0 m de longitud. Podrán hacerse correcciones cuando sea necesario sobre las franjas del piso que sirven de apoyo a las calzas que soportan a los rieles y a las pistas de rodamiento, por medio de desbaste de la superficie, si ésta rebasa la cota de proyecto o con la aplicación de mortero de relleno cuando la cota sea inferior a la de proyecto. Para la correcta nivelación de la losa se emplearán cimbras metálicas con dispositivos niveladores que permitan que la superficie no sobrepase la tolerancia máxima de proyecto.

El acabado final en la zona de apoyo de los elementos de la vía se hará con reglas vibratorias y llanas metálicas; en andadores laterales se hará con escobillado.

002.E.03 CURADO

El curado se efectuará mediante la aplicación de un producto especial sobre la superficie de la losa, el cual formará una membrana impermeable que impedirá la pérdida de humedad del concreto, lo que permitirá mejores condiciones para que alcance la resistencia especificada. Este producto de curado deberá colocarse cuando la losa haya adquirido la resistencia necesaria para evitar que queden marcas sobre la superficie terminada. La membrana deberá permanecer por un tiempo mínimo de siete días y durante este lapso se evitará la circulación de personal y de equipo.

002.F SISTEMA DE MEDICION

Los conceptos de trabajo, se medirán según lo indicado en el capítulo 3.02.02.001 "Introducción", aplicable a la instalación de vías con fijación directa sobre concreto.

002.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

Se hará de acuerdo con lo indicado en el capítulo 3.02.02.001 "Introducción" en lo referente a la instalación de vías con fijación directa sobre concreto.

CAPITULO 3.02.02.003

LOCALIZACION DE TRAZO Y PERFIL

003.A DESCRIPCION

Son los trabajos necesarios para ubicar las marcas de referencia para la localización de los ejes y las rasantes de las vías fijadas sobre losas de concreto.

003.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Introducción	3.02.02.001
Adaptación de las áreas de trabajo	3.02.02.002.E
Trazos y nivelaciones	3.01.01.003.E

003.C MATERIALES

Véase lo indicado en la cláusula correspondiente del capítulo 3.02.02.001 "Introducción".

003.D EQUIPO

Véase la cláusula correspondiente a instalación de vías con fijación directa sobre concreto del capítulo 3.02.02.001 "Introducción".

003.E REQUISITOS DE EJECUCION

003.E.01 MARCAS DE REFERENCIA PARA ALINEACION

a) Colocación de marcas de referencia en tangentes

Se colocarán sobre el eje del túnel y a cada 30 m. Si lo juzga necesario el Contratista, podrá colocar marcas en los ejes de cada vía, con referencia a la línea anteriormente trazada para el eje del túnel.

b) Colocación de marcas de referencia para vías en curva.

En curvas circulares y en los enlaces parabólicos o clotoides, serán colocadas marcas de referencia sobre el eje de cada vía a intervalos regulares. Este intervalo será una fracción de la curva y será de dos metros. Si lo juzga necesario el Contratista, podrá colocar marcas complementarias en la forma en que se considere apropiado en el proyecto de instalación de vías.

003.E.02 MARCAS PARA NIVELACION

a) Nivelación en tangentes

Los niveles de las vías en tangentes serán logrados ayudándose de puntos colocados regularmente sobre los dos muros adyacentes a la vía, a una altura constante por arriba de los niveles que deberán lograrse. Si lo juzga necesario el Contratista, podrá instalar referencias adicionales a distancias regulares para nivelar el eje de cada vía.

b) Nivelación en curvas

Al igual que en tangentes, se marcarán sobre el muro correspondiente de cada vía los niveles a una altura constante, según el nivel definido a obtener; estos niveles estarán referidos a la fila baja de rieles para cada vía. El Contratista podrá instalar sus propias marcas de referencia, de acuerdo a las mismas condiciones que en tangente.

c) Condiciones generales

La fabricación y la utilización de los dispositivos que se coloquen para marcas de alineamiento y nivelación, excepto los impuestos por el Representante, deberán ser sometidas previamente a su aprobación. Al término de los trabajos, todas las marcas de referencia colocadas sobre el piso serán retiradas y las perforaciones hechas para este fin serán convenientemente arregladas por el Contratista, utilizando un mortero de cemento a fin de restablecer la continuidad del piso. Durante el transcurso de sus trabajos, el Contratista deberá verificar la exactitud de la colocación de todas las marcas de alineación y nivelación y deberá hacer saber al Representante lo más pronto posible los errores que él haya constatado, a fin de que sean efectuadas las correcciones correspondientes.

La implantación y localización del trazo y del perfil de la vía serán de acuerdo con lo indicado en los planos de proyecto autorizados por el Representante.

003.F SISTEMA DE MEDICION

Se ejecutará de acuerdo a lo indicado en el capítulo 3.02.02.001 "Introducción" en lo referente a instalación de vías con fijación directa sobre concreto.

003.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

Véase el capítulo 3.02.02.001 "Introducción" en lo referente a la instalación de vías con fijación directa sobre concreto.

CAPITULO 3.02.02.004

INSTALACION DE RIELES

004.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de operaciones que sirve para colocar los rieles que fórman parte de las vías del Metro, fijadas directamente sobre losas de concreto.

La instalación de rieles sobre losas de concreto en túnel comprende en términos generales las siguientes operaciones:

— Perforación de los agujeros en la losa de apoyo para las varillas de fijación de los rieles

— Colocación de los rieles

— Soldadura de los rieles por el método aluminotérmico

— Colocación de los elementos de fijación y colocación de los tirantes para la alineación y nivelación

— Alineación y nivelación

— Sellamiento de las varillas y relleno de las calzas con mortero

— Retiro de los tirantes

— Colocación de las juntas aislantes

004.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Instalación de rieles	3.02.01.006.E
Introducción	3.02.02.001
Adaptación de las áreas de trabajo	3.02.02.002.E
Localización de trazo y perfil	3.02.02.003.E
Riel de seguridad	4.02.01.001.C.03
Calzas aislantes para rieles y pistas	4.02.01.001.D.02
Almohadillas de caucho	4.02.01.001.D.08
Tornillos y tuercas para vía	4.02.01.001.D.10
Grapas metálicas para la fijación directa en vía sobre concreto	4.02.01.001.D.14
Material aislante	4.02.01.001.E
Mortero de sellamiento para fijación de vía en losa de concreto	4.02.01.001.G.01
Mortero de sellamiento para fijación de vía en fosas	4.02.01.001.G.03
Mortero de relleno bajo calzas aislantes en vía sobre concreto	4.02.01.001.G.04
Varillas de fijación de rieles, pistas y aparatos de vía, en vía sobre concreto	4.02.01.001.G.05
Acero estructural	4.01.01.005.C
Alambre de acero para mallas soldadas	4.01.01.005.F

004.C MATERIALES

Véase lo indicado en la cláusula correspondiente del capítulo 3.02.02.001 "Introducción".

004.D EQUIPO

Véase el capítulo 3.02.02.001 "Introducción" en lo referente a la instalación de vía con fijación directa sobre losa de concreto.

004.E REQUISITOS DE EJECUCION

004.E.01 PERFORACION DE ORIFICIOS EN LA LOSA PARA LAS VARILLAS DE FIJACION DE LOS RIELES

a) Vías en tangente

1. Cada riel se colocará sobre calzas aislantes, distantes 0.75 m de eje a eje; cada una de las calzas se mantendrá en su sitio por medio de dos varillas fijadas al piso de concreto. Se realizarán para cada vía cuatro agujeros a cada 0.75 m; cada agujero deberá tener nominalmente 50 mm de diámetro y 145 mm de profundidad, con respecto al nivel del piso. Los cuatro agujeros necesarios para la instalación del par de rieles se realizarán no antes de siete días después del colado de la losa. Deberán ser perforados perpendicularmente al plano del piso por medio de una plantilla que sirva de guía y con los accesorios necesarios para lograr la longitud conveniente. En el caso de que se obtenga una separación mayor que la tolerancia especificada, el Contratista ejecutará por

su cuenta la perforación de los agujeros en un diámetro más grande y proporcionará el complemento del material necesario para su correcto sellamiento.

2. Para evitar que los errores se acumulen longitudinalmente deberán colocarse marcas sobre el eje de cada vía, para la posición consecutiva de la plantilla de perforación.

3. Todos los agujeros deberán ser limpiados, retirando perfectamente el polvo y los desechos que se introduzcan en ellos durante su perforación e incluso podrán ser obturados hasta la operación siguiente.

b) Vías en curva

1. Los rieles en curva serán colocados en la misma forma que en tangente, pero las calzas aislantes no llevarán necesariamente el mismo distanciamiento en las dos filas de rieles. Los orificios para anclaje serán ubicados para cada una de las vías dividiendo la curva del riel de radio mayor, en cuerdas trazadas en el borde exterior del riel con la longitud que se indica a continuación:

   — Para un radio menor de 500 m, la cuerda será igual o menor que 3.0 m (cinco veces el módulo de 0.60 m).

   — Para un radio mayor o igual que 500 m, la cuerda será igual o menor que 6.0 m (ocho veces el módulo de 0.75 m).

   Según la longitud de la cuerda, sobre la fila del radio mayor las calzas aislantes serán igualmente colocadas a intervalos de 0.75 o 0.60 m según el radio, y el borde exterior del riel de cada fila servirá de referencia para la implantación. Sobre la fila de radio en las calzas serán espaciadas a 0.75 o 0.60 m sobre una longitud de cuerda dada y la diferencia con la otra fila será ajustada totalmente en una sola distancia comprendida entre dos calzas.

2. Es responsabilidad del Contratista fabricar las plantillas necesarias para que los orificios sean realizados a las distancias prescritas.

3. Para evitar la acumulación de errores, se recomienda trazar los ejes de las calzas de los extremos de las plantillas sobre todo el desarrollo de la curva, antes de proceder a realizar los primeros orificios.

4. Todos los agujeros deberán ser limpiados retirando perfectamente el polvo y los desechos que se introduzcan en ellos durante su perforación e incluso podrán ser obturados hasta la operación siguiente.

5. Para las curvas donde el radio sea igual o menor que 150 m los orificios deberán ser realizados según el radio de la curva.

004.E.02 COLOCACION DE RIELES

a) Vías en tangente

1. Los rieles deberán ser transportados y depositados en su lugar final sobre piezas de asiento provisionales. El Contratista deberá tomar en cuenta que las juntas entre los rieles deberán quedar a más de 130 mm del eje transversal de las perforaciones, con el fin de que las soldaduras no interfieran con las calzas de asiento. Los rieles serán colocados dejando en el lugar de las soldaduras a ejecutar, separadores que formen la abertura de las juntas que se requiera para la soldadura; los rieles serán entonces soldados por el proceso aluminotérmico, descrito en el capítulo 3.02.01.010.

2. Las calzas aislantes con las almohadillas de caucho acanaladas serán a continuación sujetadas a los rieles por medio de las varillas de fijación, de las grapas, de las diferentes rondanas y además por las tuercas autofrenadas, teniendo cuidado de repartir las calzas de asiento en el sentido longitudinal, de tal forma que las varillas se encuentren sobre el eje de los orificios. Antes de apretar las tuercas, las cuerdas de las varillas de fijación deberán ser aceitadas. La varilla será mantenida en su posición evitando que gire durante el apretado de la tuerca para evitar que se dañe la calza aislante.

3. Los rieles serán colocados en los tirantes metálicos, que son los que mantienen perfectamente verticales y alineados a los rieles y estarán formados por varias partes, a fin de facilitar su desmontaje después de la colocación de la vía. La separación entre caras anteriores de los hongos de los rieles será de 1435 mm. Los tirantes servirán para alinear y nivelar el riel con referencia a las diferentes marcas de nivelación y alineamiento colocadas anteriormente. Deberán estar bien apoyados en el piso de concreto con el fin de evitar que se desplacen durante la alineación y nivelación, quedando espaciados 3.0 m entre sí. Se deberá poner especial cuidado en la operación de alineamiento y nivelación.

4. Los tirantes y las placas estarán a cargo del Contratista y el plano de los elementos deberá ser sometido a la aprobación del Representante.

b) Vías en curva

1. Los rieles ya soldados serán colocados en su sitio final por deformación elástica si el radio de la curva es mayor o igual que 300 m; en caso contrario se curvarán previamente al radio requerido. Las exigencias para la colocación en tangente deberán ser aplicadas en su totalidad para el resto de la operación.

2. El primer riel colocado enseguida de los rieles en tangente deberá ser instalado en uno de sus extremos en el intervalo entre dos calzas aislantes. A medida que se prosiga con la colocación de la vía, los extremos de los rieles tenderán a aproximarse a los ejes de los orificios de anclaje, principalmente en la fila de pequeño radio. En ningún caso, la distancia entre la junta así constituida y el eje de los orificios deberá ser inferior a 130 mm, con objeto de que la soldadura aluminotérmica no in-

terfiera con las calzas aislantes. Para lograr este objetivo, se deberán realizar cortes en los perfiles; estos cortes se efectuarán para permitir el máximo de posibilidades posteriores y deberán efectuarse con sierra mecánica o cortadora de disco.

3. La colocación de tramos de longitud inferior a 4.5 m no está permitida.

4. Los tirantes de sujeción serán colocados a una distancia máxima de 2.0 m entre ellos para curvas con radio menor que 500 m; para aquellas curvas con radio mayor o igual que 500 m, la separación entre tirantes de sujeción será la misma que en tangente, es decir, a 3 m como máximo.

5. La separación entre las caras interiores de los rieles deberá ser de 1435 mm para las curvas con radio mayor o igual que 500 m y de 1439 mm para las curvas con radio menor que 500 m.

6. La vía de rieles será enseguida colocada en su posición precisa y será sólidamente ajustada lateralmente.

004.E.03 SELLAMIENTO DE LAS VARILLAS Y RELLENO CON MORTERO BAJO LAS CALZAS AISLANTES

a) Sellamiento de las varillas de fijación

1. Antes de la introducción del mortero de sellamiento, el piso deberá ser cuidadosamente lavado con agua, los orificios serán limpiados y el agua que se les haya introducido será extraída por medio de aire comprimido; el Contratista deberá evitar manchar las estructuras con los equipos utilizados.

2. El sellamiento será realizado utilizando un mortero expansivo que será introducido por gravedad en el espacio comprendido entre las varillas y el orificio realizado, debiendo efectuarse justo hasta el nivel del piso sin sobrepasarlo. Se deberá asegurar que la mezcla tenga la fluidez necesaria para llenar perfectamente los orificios. El excedente del mortero deberá enrasarse al nivel de concreto del piso, a fin de facilitar el relleno bajo las calzas aislantes de los rieles. El mortero a utilizar, deberá cumplir lo señalado en la cláusula 4.02.01.001.G.01. La resistencia al arrancamiento ahí descrita deberá cumplirse.

3. La vía recién sellada deberá ser protegida contra eventuales choques.

4. Todos los detalles de colocación en obra, así como la elección de la plasticidad y de los tiempos de fraguado de la mezcla serán determinados de común acuerdo con el Representante.

b) Relleno bajo las calzas aislantes

1. El relleno bajo las calzas aislantes será realizado después del sellamiento de las varillas de fijación y después de un tiempo determinado de acuerdo con el Representante y que dependerá del producto utilizado. Esta espera resulta de la necesidad de permitir al sellamiento un tiempo de fraguado suficiente.

2. Antes de cualquier operación, la zona de apoyo deberá ser cuidadosamente limpiada y limadas todas las asperezas que presente. El relleno será enseguida ejecutado por medio de un producto especial definido en la cláusula 4.02.01.001.G.04, el que deberá ser suficientemente plástico y consistente para introducirlo convenientemente y sin hundimientos bajo la calza aislante. El espacio teórico libre entre la calza y el piso deberá ser de 15 milímetros.

3. La mezcla será colocada por un método apropiado sometido a la aprobación del Representante y se pondrá especial cuidado en realizar un relleno completo, pero evitando ejercer una presión que dé por resultado levantar la vía y desnivelarla. El relleno bajo las calzas terminará con cortes verticales en el perímetro de éstas.

4. Antes de iniciar los trabajos, el Contratista efectuará la instalación de dos tramos de riel en una zona de ensayo, elegida por el Representante, para que éste pueda juzgar el método empleado. Según los resultados obtenidos, el Representante autorizará que los trabajos continúen realizándose en las mismas condiciones o prescribirá los cambios necesarios al método de trabajo.

5. El Representante se reservará el derecho de determinar las longitudes convenientes para controlar la calidad de fijación de los rieles durante los trabajos; este control podrá ser de 15 m de longitud de vía para 1500 m de vía presentada para recepción. La zona en la cual se efectuará la revisión de control será seleccionada por el Representante y en ella se retirarán los rieles y calzas para observar los rellenos y tomándolos como base, determinar la calidad del trabajo presentado. En el caso de que el control muestre una mala calidad en los trabajos en alguna sección de la vía, el Representante se reservará el derecho de hacerla demoler con los gastos a cargo del Contratista. Se decidirá demoler ya sea la parte revisada de la vía o todo el conjunto de 1500 m presentados.

004.E.04 RETIRO DE LOS TIRANTES DE SUJECION

Una vez que el relleno bajo las calzas tenga una edad de cuando menos 72 horas, el apriete de las tuercas será ajustado para obtener un par de 54 N-m (5.5 kg-m) mediante una llave especial que marque el par de apriete. Después de esto, los tirantes de nivelación y alineación serán retirados con cuidado, evitando los choques sobre los rieles y las partes selladas. La nivelación y el alineamiento de los rieles serán cuidadosamente verificados después del retiro de los tirantes.

Las rectificaciones a realizar en caso necesario, serán ordenadas por el Representante.

Los gastos ocasionados por el control de la fijación, así como los originados por la realización de la zona

prototipo, y todos aquéllos ocasionados por las reparaciones correrán a cargo del Contratista.

004.E.05 COLOCACION DE LAS JUNTAS AISLANTES DE RIELES 80 ASCE

La colocación de las juntas aislantes de rieles, se efectuará conforme a lo indicado en el capítulo 3.02.01.006.

004.E.06 TOLERANCIAS MAXIMAS ADMISIBLES EN VIAS PRINCIPALES

a) Perforación de los orificios

1. Profundidad de los agujeros con respecto al nivel del piso: − 0 mm, + 5 mm.
2. Posición transversal de los orificios con respecto al eje de la vía: ± 3 mm.
3. Posición longitudinal: ± 5 mm.
4. Los dos orificios de una misma calza aislante deberán ser perfectamente perpendiculares al eje de la vía y perpendiculares al plano de piso.

b) Alineación de los rieles

1. Posición de la fila directriz frente a las marcas: ± 2 mm.
2. Alineación en todos los puntos, en línea recta y en curva de radio superior a 150 m, medido con una cuerdo de 10 m desplazada en intervalos de 5.0 m: ± 2 mm.
3. Alineación en todos los puntos en curvas de radio menor o igual que 150 m, medido con cuerda de 10 m desplazada en intervalos de 2.0 m: ± 2 mm.
4. Separación entre rieles: + 3 mm, − 1.5 mm.

c) Nivelación de los rieles

1. Nivel de la fila directriz frente a las marcas: − 0 mm, + 5 mm.
2. Nivelación longitudinal de cualquier punto de la fila directriz entre dos marcas separadas 25 m entre sí: ± 3 mm.
3. Nivelación transversal: la nivelación entre dos rieles se medirá a cada 3.0 m en tangente y curva; en este último caso la tolerancia se deberá tomar con respecto al peralte práctico de la sobreelevación: ± 3 mm.
4. Variación de la nivelación transversal medida sobre una base de 3.0 m: 0.5 mm/m.

004.E.07 TOLERANCIAS MAXIMAS ADMISIBLES EN LAS VIAS SECUNDARIAS Y VIAS DE TALLERES

a) En el trazo.

1. Posición de la fila directriz frente a las marcas: ± 5 mm.
2. Alineación en tangente y en curva, medida con una cuerda de 10 m desplazada a intervalos de 5.0 m: ± 5 mm.
3. Separación entre rieles: + 3 mm, − 1.5 mm.

b) En la nivelación de la vía.

1. Nivelación de la fila directriz frente a los puntos de referencia: − 0 mm, + 10 mm.
2. Variación de la nivelación longitudinal entre dos puntos cualesquiera: 1 mm/m.
3. Nivelación transversal: ± 5 mm.
4. Variación de nivelación transversal: 1 mm/m.

004.F SISTEMA DE MEDICION

Véase la cláusula correspondiente a instalación de vía con fijación directa sobre concreto en el capítulo 3.02.02.001 "Introducción".

004.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

Véase el capítulo 3.02.02.001 "Introducción" en lo referente a instalación de vía con fijación directa sobre concreto.

CAPITULO 3.02.02.005

INSTALACION DE PISTAS

005.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de operaciones que tienen por objeto colocar en su posición correcta las pistas metálicas de rodamiento, que se tienden y fijan sobre la losa de concreto en forma directa.

La instalación de las pistas metálicas comprende, en términos generales, las operaciones siguientes:

— Perforación de los agujeros en la losa de apoyo para las varillas de fijación.

— Soldadura de las pistas por el método aluminotérmico.

— Colocación de las pistas.

— Colocación de los elementos de fijación y tirantes para alineación y nivelación.

— Alineación y nivelación.

— Sellamiento de las varillas y relleno de las calzas con mortero.

— Retiro de los tirantes de alineación y nivelación.

— Colocación de las juntas aislantes.

— Conexiones eléctricas.

005.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Instalación de pistas	3.02.01.007.E
Adaptación de las áreas de trabajo	3.02.01.002.E
Localización de trazo y perfil	3.02.01.003.E
Introducción	3.02.02.001
Pista de rodamiento	4.02.01.001.C.01
Juntas de dilatación	4.02.01.001.C.07
Calzas de aislantes para rieles, pistas y aparatos de vía	4.02.01.001.D.02
Almohadillas de caucho	4.02.01.001.D.08
Tornillos y tuercas para vía	4.02.01.001.D.10
Grapas metálicas para la fijación directa en vía sobre concreto	4.02.01.001.D.14
Material aislante	4.02.01.001.E
Mortero de sellamiento para fijación de vía en losa de concreto	4.02.01.001.G.01
Mortero de relleno bajo calzas aislantes en vía sobre concreto	4.02.01.001.G.04
Varillas de fijación de rieles, pistas y aparatos de vía, en vía sobre concreto	4.02.01.001.G.05

005.C MATERIALES

Los materiales necesarios para los trabajos de instalación de pistas, deberán cumplir con lo indicado en las cláusulas correspondientes del capítulo 3.02.02.001 "Introducción".

005.D EQUIPO

Será de acuerdo a lo indicado en el capítulo 3.02.02.001 "Introducción".

005.E REQUISITOS DE EJECUCION

005.E.01 INSTALACION DE PISTAS DE RODAMIENTO METALICAS

La instalación de las pistas metálicas deberá realizarse respetando todo lo concerniente a la perforación de agujeros en la losa tangente y en curva, colocación de los perfiles, distancia entre ejes de calzas, sellamiento de las varillas, relleno con mortero bajo las calzas aislantes y retiro de los tirantes de sujeción, especificado para los rieles en la cláusula 3.02.02.004.E, tomando además en cuenta los siguientes aspectos:

a) Los agujeros necesarios para la instalación de las pistas podrán realizarse con la misma plantilla utilizada para la perforación de los agujeros para la fijación de los rieles, por lo que se podrán efectuar al mismo tiempo que los requeridos para estos últimos.

b) La soldaura aluminotérmica de las pistas deberá realizarse tomando en cuenta las marcas distintivas pintadas en ellas y según lo indicado en 3.02.01.007.

c) La separación máxima, en recta o en curva con radio mayor o igual que 500 m, entre tirantes para la alineación y nivelación de las pistas será de 6.0 m; para curvas de menor radio será de 3.0 metros.

d) Las pistas serán colocadas en su lugar final por deformación elástica si el radio de la curva es mayor que 350 m; en caso contrario se curvarán previamente.

e) La distancia mínima entre una junta para soldadura y el eje de los orificios para la fijación de las pistas será de 250 milímetros.

f) La instalación de las juntas aislantes de las pistas se efectuará como se indica en 3.02.01.007.

g) Las tolerancias máximas admisibles para la perforación de los agujeros en la losa, serán las indicadas en el párrafo 3.02.02.004.E.06.a. Las tolerancias para la alineación y nivelación de las pistas serán las siguientes:

1. Distancia del eje de las pistas respecto al borde interior del riel más cercano: ± 3 mm.

2. Nivel de las pistas con respecto al riel más cercano: + 2 mm, − 0 mm.

3. Nivelación transversal de una pista con respecto a la otra, verificada en la ubicación de cada aislador: ± 2 mm.

4. Nivelación transversal de una pista con respecto a sí misma: ± 1 mm.

005.F SISTEMA DE MEDICION

Será de acuerdo a lo indicado en el capítulo 3.02.02.001 "Introducción", en lo referente a instalación de vía con fijación directa sobre concreto.

005.G CONCEPTO DE OBRA Y BASES DE PAGO

Véase la cláusula correspondiente en el capítulo 3.02.02.001 "Introducción".

CAPITULO 3.02.02.006

INSTALACION DE BARRAS GUIA

006.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de operaciones necesarias para ubicar en su posición correcta los dos perfiles angulares, que se encuentran en los exteriores de los rieles y de las pistas y que descansan sobre aisladores fijados al piso; la función de las barras guía es asegurar el guiado y la alimentación en corriente de tracción de los trenes.

La instalación de las barras guía comprende, en términos generales, las siguientes operaciones:

— Emparejamiento del piso en la zona de asiento del aislador.

— Perforación de los agujeros para la colocación de los anclajes con conos de plomo.

— Colocación de los anclajes con conos de plomo.

— Colocación de los tornillos provisionales sin cabeza, en los anclajes con conos de plomo.

— Sellamiento del espacio anular entre los tornillos y las paredes de los agujeros.

— Revestimiento del piso en el sitio de asiento de los aisladores.

— Montaje de la calza y del aislador.

— Colocación de los tornillos permanentes.

— Montaje provisional de las barras guía para el trazado de la posición de los pernos Nelson.

— Retiro de las barras y soldadura de los pernos Nelson.

— Montaje definitivo y ajuste de la barras guía.

— Soldadura de las barras guía.

— Discontinuidades de las barras guía: cupones neutros y crucetas.

— Esmerilado de las barras guía.

006.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Introducción	3.02.02.001
Adaptación de las áreas de trabajo	3.02.02.002.E
Localización de trazo y perfil	3.02.02.003.E
Instalación de rieles	3.02.02.004.E
Instalación de pistas	3.02.02.005.E
Instalación del sistema de pilotaje automático	3.02.05
Barra guía	4.02.01.001.C.05
Aisladores	4.02.01.001.D.01
Tornillos y tuercas para vía	4.02.01.001.D.11
Mortero de sellamiento para fijación de vía en losa de concreto	4.02.01.001.G.01
Mortero para relleno bajo calzas aislantes en vía sobre concreto	4.02.01.001.G.04
Anclaje con conos de plomo para fijación de tornillos de aisladores en vía sobre concreto	4.02.01.001.G.07
Material aislante	4.02.01.001.E
Pilotaje automático	5.02.03.004
Instalación de barras guía	3.02.01.008.E

006.C MATERIALES

Los materiales necesarios para los trabajos de instalación de barras guía, deberán cumplir con lo indicado en la cláusula correspondiente del capítulo 3.02.02.001 "Introducción".

006.D EQUIPO

Será de acuerdo con lo citado en el capítulo 3.02.02.001 "Introducción".

006.E REQUISITOS DE EJECUCION

006.E.01 EMPAREJAMIENTO DEL PISO EN LA ZONA DE ASIENTO DEL AISLADOR

Se verificará el nivel del piso en el sitio de asiento de los aisladores por medio de un escantillón y se efectuará el emparejamiento necesario. La distancia comprendida entre el plano de rodamiento del riel y

el piso bajo el aislador deberá ser igual o mayor que 175 milímetros.

006.E.02 PERFORACION DE LOS AGUJEROS PARA LA COLOCACION DE LOS TORNILLOS EN LOS ANCLAJES CON CONOS DE PLOMO

a) Los agujeros se harán de 38 mm de diámetro y 100 mm de profundidad con respecto al piso, o bien, 280 mm con respecto al plano de rodamiento, para los cuatro agujeros.

b) Los agujeros deberán ser perfectamente perpendiculares al plano de la vía y deberán perforarse según las tolerancias indicadas en el párrafo 3.02.02.004.E.06.a Para que dichas tolerancias sean respetadas, es indispensable que el equipo de perforación sea correctamente guiado por una plantilla de precisión, sólidamente sujetada a la vía de rieles, formada por cuatro tubos largos para cada una de las dos filas de una vía simple y perfectamente colocados unos con respecto a los otros; además, otra plantilla deberá ser ajustable para realizar las perforaciones en curva, donde la distancia con respecto a la línea directriz de la vía férrea es variable.

c) La atención del Contratista estará especialmente dirigida a la precisión demandada para la realización de los cuatro agujeros para que los tornillos entren sin dificultad en los orificios realizados en las calzas y en la base de los aisladores.

d) El diseño de las plantillas será sometido a la aprobación previa del Representante, quien podrá después del ensaye inicial, pedir todos los arreglos que juzgue necesarios en función de los resultados obtenidos.

e) Después de la perforación, los agujeros serán limpiados tal como se hace para los de los rieles y pistas.

006.E.03 COLOCACION DE LOS ANCLAJES CON CONOS DE PLOMO

a) Antes de la colocación de los anclajes, la profundidad de los agujeros será verificada por el inspector del Representante por medio de un escantillón que tome como referencia el plano de rodamiento de la vía de rieles; dicho escantillón deberá ser aprobado por el Representante y será a cargo del Contratista.

b) Si en la verificación aparecieran profundidades fuera de las tolerancias, la cota marcada será obtenida según el caso, ya sea profundizando el agujero o colocando en el fondo de éste una rondana metálica de 35 mm de diámetro y del espesor apropiado, proporcionada por el Contratista. Después de esto, los anclajes con conos de plomo serán colocados según la técnica recomendada por el fabricante.

El inspector del Representante podrá verificar para cada agujero, el ajuste correcto de los anclajes. El control de la calidad de los anclajes será hecho conforme a las indicaciones dadas en la cláusula 4.02.01.001.G.07.

006.E.04 SELLAMIENTO DEL ESPACIO ANULAR COMPRENDIDO ENTRE EL TORNILLO Y LAS PAREDES DEL AGUJERO

Esta operación tiene por objeto evitar que los tornillos se desplacen lateralmente bajo el efecto de las fuerzas laterales transmitidas por los vehículos a las barras guía y a sus soportes.

Este trabajo se realizará con los tornillos provisionales sin cabeza, que serán proporcionados por el Contratista, quedando prohibido utilizar los tornillos definitivos con recorte de cabezas. Los cuatro tornillos provisionales de cada soporte serán atornillados hasta la profundidad requerida en los orificios. Un mortero especial, especificado en la cláusula 4.02.01.001.G.01, será introducido en el espacio comprendido entre el tornillo y el agujero hasta el nivel del piso. Se tomarán todas las precauciones posibles para evitar que el mortero se introduzca en el anclaje y además que el mortero quede adherido al tornillo provisional. Por ejemplo, el tornillo podrá ser cubierto por un desmoldeante o provisto de una funda de cartón de poco espesor. Cualquiera que sea el procedimiento adoptado y como medida de precaución, los tornillos serán aflojados en una vuelta en el momento en que el mortero inicie su fraguado.

006.E.05 REVESTIMIENTO DEL PISO PARA LA COLOCACION DE LOS AISLADORES

Es esencial que la cara vertical del aislador contra la que se apoya la barra guía quede perfectamente perpendicular al plano de rodamiento de la vía, paralela al eje de la vía y situada exactamente con respecto al borde de rodamiento interior del riel más cercano. Además, la parte superior del aislador, sobre la que descansa el ala horizontal de la barra, deberá también estar colocada a la altura exacta con respecto al plano de rodamiento de la vía. La perpendicularidad del aislador con su calza, con el plano de la vía y su nivel, serán obtenidos automáticamente con la aplicación de un producto especial sobre el piso, en el lugar de colocación de los aisladores.

Las dimensiones y la posición del revestimiento por realizar son definidos en el proyecto. Su espesor teórico es cercano a 13 mm, pero se debe considerar el nivel real del piso en cada sitio.

El producto especial para el revestimiento será el mismo que el utilizado para rellenar bajo las calzas de rieles y pistas y se describe en la cláusula 4.02.01.001.G.04.

Antes de la aplicación del producto, el piso deberá ser cuidadosamente limpiado.

El nivel final de revestimiento será obtenido utilizando el propio aislador y a la calza como herramientas de trabajo. La calza y el aislador se sujetarán provisionalmente con alguna herramienta, dejada a elección del Contratista. Se cuidará de no dañar la calza.

006.E.06 MONTAJE DE LOS AISLADORES

En el momento en que el mortero haya fraguado lo suficiente para soportar a la calza y al aislador, és-

tos serán colocados sobre el material de revestimiento utilizando como guía a los pernos provisionales sin cabeza, previamente sellados. El aislador con su calza alcanzará su altura prevista con respecto a la vía férrea. Dicha altura, la perpendicularidad de la cara del aislador con respecto al plano de la vía y su paralelismo, así como la distancia teórica del aislador con respecto al borde interior del riel más cercano de acuerdo al proyecto, serán obtenidos mediante un escantillón que tome como referencia a los rieles. Dicho escantillón servirá al mismo tiempo como pieza de verificación.

La colocación de los tornillos permanentes de los aisladores y su apriete definitivo será realizado una vez que los sellamientos y rellenos hayan adquirido la resistencia suficiente para soportar los esfuerzos sin daño alguno. Antes de su apriete, a 147.1 N-m (15 kg-m), las cuerdas de los tornillos se aceitarán.

006.E.07 TOLERANCIAS

a) Perforación de los agujeros:

1. Profundidad de los agujeros medida con respecto al plano de rodamiento: ± 3 mm.
2. Eje de los agujeros en los dos sentidos: ± 1 mm.
3. Distancia de los agujeros con respecto al eje de la vía: ± 3 mm, − 0 mm.

b) Posición de los tornillos de fijación:

1. Eje de tornillos en los dos sentidos: ± 1 mm.
2. Distancia teórica de los tornillos con respecto al eje de la vía: + 3 mm, − 0 mm.

c) Montaje del aislador:

1. Distancia teórica del aislador con respecto al interior del riel más cercano: + 5 mm, − 2 mm.
2. Paralelismo de la cara del aislador con respecto al borde interior del riel más cercano: ± 1 mm.
3. Altura del aislador con respecto al plano de rodamiento: ± 2 mm.

006.E.08 COLOCACION DE LAS BARRAS GUIA

Todos los trabajos referentes al montaje y colocación de las barras guía, como son el montaje provisional de las barras guía para el trazado de la posición de los pernos autosoldables, el retiro de las barras para la soldadura de los pernos, su montaje definitivo y ajuste, la soldadura aluminotérmica, los cupones neutros, crucetas, el esmerilado de las barras guía y su protección, se realizarán según las instrucciones dadas en 3.02.01.008.

Se tendrá precaución de no realizar los trabajos referentes al montaje y colocación antes de los siete días como mínimo, previstos para que el revestimiento del piso en la zona del aislador adquiera la resistencia mínima especificada.

Las tolerancias serán las indicadas en 3.02.01.008.

006.F SISTEMA DE MEDICION

Véase la cláusula correspondiente en el capítulo 3.02.02.001 "Introducción".

006.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

Véase el capítulo 3.02.02.001 "Introducción".

CAPITULO 3.02.02.007

INSTALACION DE APARATOS DE VIA

007.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de operaciones y trabajos necesarios para instalar los aparatos de vía. Estos aparatos de vía permiten el traslado del material rodante de una vía a otra, y constituyen un conjunto de elementos metálicos ensamblados debidamente que se colocan únicamente en tramos tangentes y planos.

La instalación de aparatos de vía, en términos generales comprende las operaciones siguientes:

— Colocación de marcas de referencia para alineación y nivelación

— Montaje y ensamblado del aparato de vía sobre apoyos provisionales

— Alineación inicial del aparato de vía

— Perforación de los agujeros para las varillas de fijación

— Colocación de las calzas de los aparatos y de las fijaciones

— Alineación y nivelación final del aparato de vía

— Sellamiento de las varillas de fijación

— Relleno bajo las calzas

— Colocación de barras guía

— Conexiones eléctricas

007.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Introducción	3.02.02.001
Adaptación de las áreas de trabajo	3.02.02.002.E
Localización de trazo y perfil	3.02.02.003.E
Instalación de rieles	3.02.02.004.E
Instalación de barras guía	3.02.02.006.E
Riel de seguridad	4.02.01.001.C.03
Barra guía	4.02.01.001.C.05
Aisladores	4.02.01.001.D.01
Calzas aislantes	4.02.01.001.D.02
Tornillos y tuercas para vía	4.02.01.001.D.10
Grapas metálicas para la fijación directa en vía sobre concreto	4.02.01.001.D.14
Material aislante	4.02.01.001.E
Aparatos de vía	4.02.01.001.F
Mortero de sellamiento para fijación de vía en losa de concreto	4.02.01.001.G.01
Mortero de relleno bajo calzas aislantes en vía sobre concreto	4.02.01.001.G.04
Varillas de fijación de rieles, pistas y aparatos de vía sobre concreto	4.02.01.001.G.05

007.C MATERIALES

Véase lo indicado en el capítulo 3.02.02.001 "Introducción" en lo referente a instalación de vías con fijación directa sobre concreto.

007.D EQUIPO

Véase el capítulo 3.02.02.001 "Introducción" en lo referente a instalación de vías con fijación directa sobre concreto.

007.E REQUISITOS DE EJECUCION

007.E.01 COLOCACION DE LAS MARCAS DE REFERENCIA PARA ALINEACION Y NIVELACION

El Contratista se apegará a las exigencias establecidas en 3.02.02.003.

007.E.02 MONTAJE Y ENSAMBLADO DEL APARATO DE VIA SOBRE APOYOS PROVISIONALES

Se preverá una fosa a diversos niveles en el piso para la colocación de cada aparato de acuerdo con

el proyecto, así como fosas transversales para el paso de los materiales de maniobra de cada aparato de vía.

Los aparatos serán ensamblados durante la recepción en la planta y cada pieza será marcada antes de desmontarla, para facilitar su reconocimiento y montaje en la obra.

El Contratista deberá transportar el conjunto a la obra, montarlo y ensamblarlo en la vía de acuerdo con los planos respectivos de colocación.

007.E.03 ALINEACION INICIAL DEL APARATO DE VIA

El aparato será alineado por medio de tirantes metálicos rígidos, suministrados por el Contratista y apropiados para mantener la alineación y la separación de las piezas.

007.E.04 PERFORACION DE LOS AGUJEROS PARA LAS VARILLAS DE FIJACION

Los agujeros serán marcados en las ubicaciones previstas en los planos de colocación. Deberán perforarse perpendicularmente utilizando una plantilla que guíe al dispositivo hasta obtener una longitud conveniente.

La posición de los agujeros con respecto a la línea directriz de cada riel o pieza moldeada que funcione como riel, no podrá tener una desviación con respecto a la cota teórica, de más de tres milímetros, la que será verificada con un escantillón suministrado por el Contratista. En el caso de una desviación mayor, el Contratista tendrá que realizar a su cargo la ampliación del agujero y el complemento del material necesario para el sellamiento.

El Contratista deberá sujetar sólidamente el aparato de vía al piso, para evitar que las vibraciones producidas por las perforaciones lo desplacen.

007.E.05 COLOCACION DE LAS CALZAS AISLANTES DEL APARATO DE VIA

Las calzas aislantes serán montadas con sus fijaciones respectivas. La implantación de las calzas será mostrada en los planos de colocación de cada aparato.

007.E.06 ALINEACION Y NIVELACION FINAL DEL APARATO DE VIA

El aparato será alineado y nivelado utilizando tirantes metálicos rígidos, que podrán ser los mismos que fueron utilizados para la instalación de las pistas.

007.E.07 SELLAMIENTO DE LAS VARILLAS DE FIJACION

El sellamiento se realizará de manera idéntica al de las varillas de los rieles y pistas, utilizando el producto descrito en el párrafo 3.02.02.004.E.03.a.

007.E.08 RELLENOS BAJO LAS CALZAS AISLANTES

El relleno se realizará de la misma forma que para los rieles y pistas, indicado en la cláusula 3.02.02.004.E.03.b y utilizando el material descrito en la cláusula 4.02.01.001.G.04.

007.E.09 TOLERANCIAS MAXIMAS ADMISIBLES

1. Profundidad de los agujeros con respecto al nivel del piso: − 0, + 5 mm.

2. Las tolerancias en la separación entre elementos de un aparato de vía serán los indicados en la cláusula 4.02.01.001.F.05.

3. Las tolerancias de alineación y de nivelación longitudinal serán las mismas que las de la vía principal, indicadas en los capítulos 3.02.02.004, 005 y 006.

007.E.10 COLOCACION DE BARRAS GUIA EN ZONAS DE APARATOS DE VIA

El procedimiento para la perforación de los agujeros para la fijación de los aisladores es el mismo que el indicado en 3.02.02.006, pero la plantilla de perforación a utilizar según el caso, será la plantilla ajustable o la plantilla para zona de crucetas.

La operación de colocación de los aisladores será la misma que la mencionada en el capítulo 3.02.02.006, salvo que el espesor de la calza para el aislador varía entre 13 y 43 mm, su longitud depende del nivel del piso y además se utilizan tornillos de 250 milímetros.

El montaje y ajuste de las barras guía es igual al mencionado en 3.02.01.008, salvo que para el ajuste de la barra, la distancia entre el borde interior del riel más cercano y la cara vertical de la barra guía, será indicada en el plano de colocación de cada aparato.

007.E.11 CONEXIONES ELECTRICAS EN LOS APARATOS DE VIA

En los aparatos de vía se efectúan cuatro tipos de conexiones:

— Conexiones riel - riel.

— Conexiones riel - contrarriel.

— Conexiones riel - pista.

— Conexiones riel - pista (o pieza moldeada-pieza moldeada, o pieza moldeada-pista).

Un plano de ubicación de estas conexiones eléctricas, según el tipo de aparato de vía, será entregado al Contratista con los planos de colocación del aparato.

007.F SISTEMA DE MEDICION

Se medirá para pago de acuerdo a lo indicado en el capítulo 3.02.02.001 "Introducción" en lo referente a instalación de vías con fijación directa sobre concreto.

007.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

Véase el capítulo 3.02.02.001 "Introducción" para instalación de vías con fijación directa sobre concreto.

CAPITULO 3.02.02.008

PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO

008.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de operaciones y trabajos necesarios para verificar el correcto funcionamiento de las instalaciones y equipos de las vías, con objeto de concluir la instalación de las vías sobre losa de concreto.

008.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Introducción	3.02.02.001
Adaptación de las áreas de trabajo	3.02.02.002.E
Localización de trazo y perfil	3.02.02.003.E
Instalación de rieles	3.02.02.004.E
Instalación de pista	3.02.02.005.E
Instalación de barras guía	3.02.02.006.E
Instalación de aparatos de vía	3.02.02.007.E

008.C MATERIALES

Estarán de acuerdo a lo indicado en la cláusula correspondiente a la instalación del sistema de vías con fijación directa sobre concreto del capítulo 3.02.02.001 "Introducción".

008.D EQUIPO

Véase la cláusula correspondiente en el capítulo 3.02.02.001 "Introducción".

008.E REQUISITOS DE EJECUCION

008.E.01 TERMINACION DE LA VIA

Para dar por correcta la instalación de la vía, deberán realizarse previamente las siguientes actividades:

a) La supervisión efectuará un levantamiento de nivelación y alineación, que en interestaciones comprenderá además la verificación de los gálibos en rectas y curvas. En las estaciones se verificarán además los gálibos horizontales y verticales de la nariz de andén con respecto a la cara interior del riel más próximo. La verificación de nivelación y alineación comprenderá también las vías secundarias. Deberán verificarse las cotas de entrevía, trocha y distancias riel-pista y riel-barra guía. En las zonas de aparatos de vía se efectuará un levantamiento completo de medidas geométricas y se verificará el empalme correcto de las piezas moldeadas y el adecuado funcionamiento de la carrera de las agujas de los aparatos de vía.

b) Revisión y limpieza de los drenajes de las vías. No podrá darse por terminada la vía hasta que se realice una completa revisión y limpieza de los drenajes previstos en las estructuras de apoyo de la vía. Deberán inspeccionarse y limpiarse todos los registros y tramos de tubería de drenaje colocados entre ellos, desde las estructuras de soporte de las vías hasta los cárcamos de drenaje previstos.

c) Inspección del apriete en los sistemas de fijación de la vía. Después del ajuste de niveles de la vía, deberá realizarse una inspección para certificar que se encuentran bien colocados y con sus tuercas, todos los dispositivos de sujeción del sistema de vía. Se seleccionarán al azar, cinco de cada 100 fijaciones de cada tipo colocado en la vía, para certificar que están debidamente apretadas las tuercas. Si la certificación confirma que están debidamente apretadas, se aceptará como correcto el tramo hasta la ubicación del siguiente tramo de verificación; en caso contrario, será necesario revisar cada una de las fijaciones desde la última sección de certificación satisfactoria y hasta cubrir todo el tramo de la vía entre dos secciones de certificación, adyacentes a cada lado de la sección en que la verificación no resultó confirmatoria del ajuste de las fijaciones; esta última actividad deberá ser realizada por el Contratista.

d) Se verificará el aislamiento de las vías a través de un Megger, en caso de que éstas así lo requieran.

e) Retiro de todo material extraño. Previamente a la inspección para la entrega, la vía terminada deberá inspeccionarse en su totalidad y retirar todo elemento y material extraño a la formación de la vía, tales como herramientas, restos de cascajo o materiales de obra civil y en fin, todo objeto ajeno a la vía.

f) Todas las observaciones que resulten de las verificaciones anteriores se le indicarán al Contratista para que en coordinación con el Representante se proceda a su corrección. Se levantarán actas de recepción en donde el Representante, el Contra-

tista y el STC estén de acuerdo en que el tramo de vía está concluido; en estas mismas actas se anexarán todos los pendientes por realizar, si los hubiere, los que deberán estar terminados en su totalidad antes de iniciar las pruebas estáticas y dinámicas o en su defecto deberán tener un avance considerable y se concluirán en los tiempos que lo permitan los programas de pruebas.

008.E.02 PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO

Para la recepción se elaborará un programa general de pruebas en donde en primera instancia se verificará el gálibo para el tren, que consiste en hacer pasar un tren por todas las vías y estaciones existentes para constatar distancias del tren con respecto a señales, andenes, vías e instalaciones varias, etc., y corregir las que obstruyen el libre paso de los trenes. Hecho esto, se iniciarán las pruebas estáticas, dinámicas y de recepción de todas las instalaciones, entre el Representante, el Contratista y el STC para detectar anomalías en el funcionamiento y operación de los equipos, procediendo a su corrección antes de la puesta en servicio de la línea.

Horas antes de la primera energización total de la línea se efectuará un recorrido general de ella para retirar todo objeto extraño a la instalación de las vías que pueda provocar un mal funcionamiento de la energización.

008.F SISTEMA DE MEDICION

Será conforme a lo que se indica en 3.02.02.001.

008.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

Será de acuerdo con lo que se indica en 3.02.02.001.

CAPITULO 3.02.03.001

INTRODUCCION A LA INSTALACION DE REDES ELECTRICAS

001.A ALCANCE

La presente especificación es aplicable a las secciones 3.02.03, 3.02.04 y 3.02.10 en las que se incluyen las especificaciones que establecen los trabajos necesarios para equipar las instalaciones del Metro de la Ciudad de México, con los sistemas o equipos eléctricos correspondientes para la distribución de la energía eléctrica en alta y baja tensión, así como la alimentación de tracción, respectivamente.

El Metro cuenta con las siguientes instalaciones que conforman su red de distribución de energía eléctrica:

— Redes eléctricas en alta tensión (sección 3.02.03).

— Redes eléctricas en baja tensión (sección 3.02.04).

— Sistema de tracción (sección 3.02.10).

001.A.01 INSTALACION DE REDES ELECTRICAS EN ALTA TENSION

Se incluyen los trabajos de instalación efectuados a partir de la red de suministro de energía eléctrica, la cual comprende las cabeceras de alumbrado y fuerza, y su interconexión, con las subestaciones de alumbrado y fuerza, así como con las de ventilación mayor, ubicadas tanto en terminales como en estaciones.

a) Sistema de alimentación para las cabeceras de alumbrado y fuerza. Estas subestaciones se encuentran ubicadas en los extremos de cada línea y están destinadas a suministrar la energía eléctrica a las subestaciones de alumbrado y fuerza, instaladas en cada estación.

   1. Composición de las cabeceras de alimentación. Una cabecera de alimentación, básicamente y en forma general, está constituida por los siguientes elementos:

      — Celdas de alta tensión (secciones de llegada, enlace y protección del transformador).

      — Interruptores de alta tensión.

      — Transformador de servicios auxiliares.

      — Armarios de automaticidad y control.

      — Armario de interconexión.

      — Armario de interfaz.

      — Transferencia en baja tensión.

   2. Cada subestación está alimentada por una corriente eléctrica de 23 kV, 60 Hz, tres fases, a partir de la red de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro (CLFC), la cual puede variar en ± 10 por ciento. Las cabeceras son alimentadas por dos fuentes provenientes de diferentes subestaciones de la compañía suministradora y a cuyos alimentadores se les denomina "Normal" y "Emergente", los cuales son conectados a una transferencia automática en 23 kV.

   3. La acometida en 23 kV, llega a las celdas de alta tensión a través de un juego de desconectadores en aire del tipo trifásico, de operación manual en grupo, ubicado en la caseta denominada de STC, de la cual se alimenta a la cabecera propiamente dicha, llegando a un desconectador con carga y repartiéndose posteriormente a los interruptores de potencia, los que a su vez alimentan a las subestaciones de alumbrado y fuerza de cada estación, uno para alimentar la vía 1 y otro para la vía 2. A su vez también alimentan al transformador de servicios auxiliares, el cual reduce la tensión a 220 V para emplearse en los circuitos de control (armarios de automaticidad).

      La alimentación en 23 kV a las subestaciones de alumbrado y fuerza de la línea puede realizarse en forma alternada, es decir, alimentar por un extremo de la línea a una vía y por el otro extremo a la otra o también se pueden alimentar ambas vías desde una sola cabecera.

b) Sistema de alimentación para las subestaciones de alumbrado y fuerza denominadas vía 1 y vía 2. Estas subestaciones se encuentran localizadas en cada estación y están destinadas a suministrar la energía eléctrica necesaria para cubrir las necesidades de alumbrado y fuerza de las mencionadas estaciones.

   1. Composición de las subestaciones vía 1 y vía 2. Básicamente y en forma general, están constituidas por los siguientes elementos:

      — Celdas de alta tensión (secciones de llegada, enlace y protección del transformador).

      — Desconectadores en aire, operación con carga.

      — Desconectador con carga y fusibles para protección del transformador.

      — Transformador.

      — Buses y accesorios.

      — Cuchillas para conexión a tierra.

2. Cada subestación está alimentada por una corriente eléctrica de 23 kV, 60 Hz, tres fases, a partir de las subestaciones de alumbrado y fuerza, llamadas cabeceras de alimentación; la alimentación se realiza por medio de dos alimentadores trifásicos independientes entre sí, que corren a lo largo de toda la línea. Uno de ellos alimenta todas las subestaciones que se encuentran localizadas del lado de la vía 1 y el otro alimenta a las que se localizan del lado de la vía 2.

3. La acometida en 23 kV, llega a las celdas de alta tensión de la primera subestación, a partir de la cabecera de alimentación a través de un interruptor de potencia y situado en esta última, repartiéndose posteriormente a las demás subestaciones de la línea mediante un desconectador de operación manual en grupo con carga, alojado en la sección de enlace, alimentando así a la siguiente subestación a través de otro desconectador con carga, alojado en la sección de acometida o llegada y así sucesivamente hasta la interconexión de todas las subestaciones de la línea. A su vez también alimentan al transformador de servicios auxiliares, el cual reduce la tensión a 220-127 V para la alimentación de los tableros generales, uno denominado "A", correspondiente a la subestación vía 1 y el "B", de la subestación vía 2. Asimismo, de estos tableros se deriva al tablero preferente llamado "P". La alimentación a este tablero "P" se efectúa por dos fuentes diferentes, provenientes de los tableros "A" y "B" y a cuyos alimentadores se les utiliza como "Normal" y "Emergente", respectivamente, los cuales son conectados a un equipo de transferencia automática en baja tensión.

001.A.02 INSTALACION DE REDES ELECTRICAS EN BAJA TENSION

Son los trabajos de instalación correspondientes al suministro de energía eléctrica para cubrir las necesidades de alumbrado y fuerza requeridos en los accesos, vestíbulos, andenes, equipo para extracción de aire, local técnico y todos los demás espacios complementarios que forman parte de las estaciones y que en forma general cuentan con los siguientes sistemas: alumbrado normal, alumbrado de emergencia, distribución de fuerza en baja tensión, sonido local, relojes, teléfonos, señales direccionales, señalamientos, nichos de seguridad, y tierras. Para tal fin las subestaciones de alumbrado y fuerza cuentan con los siguientes equipos que forman la sección de baja tensión, correspondientes a los tableros principales "A", "B" y "P".

— Transformador trifásico de distribución de servicio interior, conexión delta-estrella, 23 kV/220-127 volts, 60 Hz, aislamiento tipo "SI", sumergido en silicón líquido.

— Tablero general preferente, con equipo de transferencia automática e interruptores derivados termomagnéticos de servicio preferencial.

— Gabinetes autosoportados en piso, con tableros de alumbrado y distribución, con interruptores derivados termomagnéticos: servicio normal, servicio preferencial y de emergencia.

— Transferencia automática en baja tensión.

1 Los tableros de distribución secundaria de alumbrado y distribución de servicio normal, están alimentados desde el tablero general de distribución de cada una de las subestaciones, y los de servicio preferencial, desde el tablero general preferencial, el cual a su vez está alimentado por las dos subestaciones, dos por estación, una para vía 1 y otra para vía 2, por la subestación de vía 1 normalmente y en caso de falla automáticamente entra en operación la alimentación de vía 2, por medio de una transferencia automática.

2. En caso de falta de alimentación a los tableros generales de distribución de servicio normal y preferencial, se cuenta con un sistema de alumbrado de emergencia, con dispositivos denominados Fuentes Autónomas de Emergencia (FAE), las cuales están convenientemente distribuidas a lo largo de las interestaciones y en las estaciones. En ausencia total de corriente alterna estos dispositivos FAE operan sobre la luminaria para brindar la iluminación requerida, en caso de evacuación de trenes y estaciones.

3. El sistema de distribución de fuerza alimenta a los motores de ventilación, motores de extracción de aire, bombas sumergibles para cárcamos, motores para escaleras mecánicas, contactos trifásicos, monofásicos y salidas especiales, etcétera.

4. La iluminación de las estaciones está proyectada según la importancia o función de cada zona, variando desde 500 luxes en el área de torniquetes a 300 luxes en andenes y accesos.

001.A.03 INSTALACION DEL SISTEMA DE ALIMENTACION DE CORRIENTE DE TRACCION

Son los trabajos de instalación encaminados a la distribución en la línea de la tensión de alimentación de los trenes en 750 V corriente directa, la cual es proporcionada por las subestaciones de rectificación distribuidas a lo largo de la línea. La transmisión de la energía se realiza de la subestación de rectificación a un nicho ubicado en la línea, del cual se manda a la barra de alimentación o barra guía, instalada a lo largo de toda la línea, que es la que energiza a través de las escobillas positivas a los motores del tren, efectuándose el retorno de la corriente por medio de las escobillas negativas, que hacen contacto en el riel, el cual está en paralelo con la pista de rodamiento. En condiciones normales de operación todos los equipos necesarios para la distribución se encuentran cerrados, existiendo continuidad eléctrica en toda la línea. La trayectoria de la subestación de rectificación al nicho se realiza por cable de 240 mm^2, con aislamiento XLP para 1 kV, que es llevado a través de ductos y/o por galerías.

001.A.03.a Subestaciones de rectificación (PR)

Es el lugar donde se realiza la transformación de la energía eléctrica de corriente alterna (CA) de alto voltaje en energía eléctrica de corriente continua para alimentar los motores de tracción de los trenes. Cada subestación de rectificación es alimentada en 23 kV, 60 Hz, a partir de circuitos alimentadores que provienen de dos diferentes subestaciones pertene-

cientes a la CLFC. A estos circuitos alimentadores se les denomina "Preferente" y "Emergente". Las subestaciones de rectificación aseguran la transformación de energía de 23 kV CA a 750 volts CC y alimentan las vías por medio de interruptores ultrarrápidos.

1. Composición de las subestaciones de rectificación. Una subestación de rectificación se compone básicamente y en forma general de los siguientes elementos:

   — Acometida de alta tensión de la CLFC.

   — Recepción en alta tensión por el STC, que comprende: transformador de servicios auxiliares con su protección y de interruptor de potencia para cerrar y abrir el puesto de rectificación.

   — Transformador de potencia (4515 kVA), tipo intemperie, con enfriamiento natural.

   — Rectificador (4000 kW), con posibilidad de sobrecarga de 50 por ciento durante tres horas; también podrá suministrar tres veces su corriente nominal durante un minuto sin calentamiento anormal.

   — Contactor de seccionamiento para RS de tipo S (con seccionamiento en línea).

   — Gabinetes de control, enlace y protección (en baja tensión).

   — Dos seccionadores, para corriente continua (positivo y negativo) para conectar el PR a las vías.

2. La acometida llega a las celdas de alta tensión a través de un juego de cuchillas desconectadoras de operación manual en grupo sin carga. Posteriormente, se reparte la alimentación para el transformador de servicios auxiliares y al interruptor de alta tensión. El transformador de servicios auxiliares, reduce los 23 kV en 220 V, los que se emplean para la alimentación de los circuitos de control, ventilación cuando se requiera y alumbrado y fuerza del PR. Por medio de un interruptor de alta tensión se alimenta en 23 kV el transformador de potencia, el cual reduce la tensión para alimentar el rectificador del que se obtienen los 750 V de corriente continua, que alimentan las vías.

001.A.03.b Nichos. Los nichos en la línea son locales que alojan equipo eléctrico, los cuales permiten aislar la subestación de rectificación de la línea y son de dos tipos:

— Nicho para subestación de rectificación en T (sin seccionamiento), el cual consta de dos seccionadores manuales de 5000 A que alimentan una vía.

— Nicho para subestación de rectificación en S (con seccionamiento), que se ubica en lugares que dividen la línea en dos zonas eléctricas, para lo cual existen tramos de barra guía separados por bloques aislantes; dichos tramos se alimentan a través de cuatro contactores telemandados de 800 A (CTP) ubicados en estos nichos y que dependen de la posición del CS para evitar que un tren haga un puenteo entre una zona energizada y otra en libranza. Además se instalan cuatro seccionadores manuales de 5000 A para alimentar las vías de las dos zonas adyacentes.

001.A.03.c Aislamiento. La línea puede ser aislada eléctricamente en zonas y éstas en secciones; el aislamiento por zonas se realiza por medio de un contactor (6000 A tipo CS) telemandado, ubicado dentro de algunas subestaciones de rectificación (PR en S). Las secciones se dividen por medio de seccionadores de aislamiento telemandado (6000 A tipo SIT), los que se ubicarán dentro de nichos o locales a lo largo de la línea; además, en éstos se instalan cuatro seccionadores manuales (3000 A) para alimentar las vías de las secciones adyacentes.

001.A.03.d Enlace. El enlace entre dos líneas se realiza a través de dos interruptores telemandados (3000 A, tipo IVE), instalados en nichos localizados en la vía de enlace, uno por línea.

001.A.03.e Locales. En las secciones terminales se incluyen tres locales con el equipo necesario para la alimentación de la corriente de tracción.

1. Local con contactor en terminal, telemandado (3000 A, tipo CT) y un seccionador inversor bipolar (3000 A). Este equipo aisla el fondo de la estación terminal y la estación misma, de las vías secundarias ubicadas al fondo de ésta.

2. Nicho de vías secundarias en el cual se tiene instalado un interruptor telemandado (3000 A, IVS), un seccionador inversor bipolar (3000 A) y seccionadores manuales (3000 y 1500 A). Este equipo alimenta el fondo de la terminal.

3. Nicho de vía de garage, en el cual se instalan seccionadores manuales (1500 A) que alimentan las vías de garage (uno por vía), y las vías del peine (tres o cuatro vías por seccionador).

001.A.03.f Talleres. Los talleres cuentan con los siguientes locales para la alimentación de la corriente de tracción:

1. Caseta de tracción I. Aquí se encuentra el equipo para alimentar las posiciones de garage el cual consiste en dos interruptores telemandados (3000 A, tipo IVG), un seccionador inversor bipolar (3000 A) que puentea el IVG para que en caso de falla de éste, la maniobra se efectúe manualmente, y seccionadores manuales de 1500 amperes.

2. Caseta de tracción II. Aquí se encuentra el equipo que alimenta la nave de pequeña revisión y la vía P, el cual consiste en dos interruptores telemandados (3000 A, tipo IVP), dos interruptores telemandados (1800 A, tipo IVL e IVSOP), dos seccionadores inversores bipolares (3000 A) y seccionadores manuales de 1500 amperes.

001.B REFERENCIAS

Véase 3.02.01.001.B "Referencias" de este Libro, aplicables en este caso a los requisitos que deben cumplir tanto los materiales como la instalación y los equipos correspondientes a redes eléctricas y sistemas de tracción.

001.C MATERIALES

Los materiales productos y/o equipos que se utilicen en la ejecución de la instalación de redes eléctricas y del sistema de tracción serán los indicados en el proyecto y deberán cumplir con:

a) Los requisitos de calidad establecidos en los Libros 4 y 5 de estas Especificaciones.

b) Las especificaciones sobre materiales y equipos que fije el proyecto prevalecerán en lo que corresponda sobre las especificaciones de los Libros 4 y 5 y las de estas secciones, en caso de que hubiera discrepancias entre ellas.

Véase 3.02.01.001.C "Materiales" de este Libro.

001.D EQUIPO

Véase 3.02.01.001.D "Equipo" de este Libro.

001.E REQUISITOS DE EJECUCION

Véase 3.02.01.001.E "Requisitos de ejecución" de este Libro, aplicables a la instalación de redes eléctricas y de tracción.

001.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.02.01.001.F "Sistema de medición" de este Libro, en lo aplicable a instalación de redes eléctricas y de tracción.

001.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

Véase 3.02.01.001.G "Conceptos de obra y base de pago" de este Libro.

CAPITULO 3.02.03.002

ALIMENTACION ELECTRICA DE ALTA TENSION

002.A DESCRIPCION

Se describen los trabajos de instalación a partir de la red de suministro de energía eléctrica, que comprenden las cabeceras de alumbrado y fuerza del sistema eléctrico del Metro de la Ciudad de México, para alimentar las subestaciones de alumbrado, fuerza y ventilación mayor, ubicadas tanto en terminales como en estaciones.

La cabecera constará básicamente de dos interruptores de potencia, que suministrarán energía eléctrica a la primera subestación de alumbrado y fuerza de cada vía.

002.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Introducción a la instalación de redes eléctricas	3.02.03.001.C, D, E y G
Señalamiento	3.01.07.012
Seguridad	3.01.07.013
Instalación de cables de alta tensión	3.02.03.004.E, F y G
Materiales y productos para redes eléctricas	4.02.01.002.C
Proyecto y protección de instalaciones	RIE-SECOFI Capítulo 2 Sección 201

002.C MATERIALES

Véase lo indicado en el capítulo 3.02.03.001, en lo referente a la instalación de redes eléctricas.

002.D EQUIPO

Deberá cumplir con lo señalado en la cláusula correspondiente del capítulo 3.02.03.001 de "Introducción a la instalación de redes eléctricas".

002.E REQUISITOS DE EJECUCION

La alimentación eléctrica en alta tensión de la red de distribución del Metro de la Ciudad de México, proviene directamente de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) o de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro (CLFC), de acuerdo con los datos vigentes del proyecto.

Las cabeceras de alimentación para subestaciones de alumbrado y fuerza se instalarán generalmente en cada extremo de las líneas del Metro; éstas recibirán la alimentación en 23 kV de dos alimentadores trifásicos provenientes de dos subestaciones distintas de la CLFC a través de una transferencia automática.

El arreglo en alta tensión tendrá flexibilidad para seguir alimentando el alumbrado y fuerza en toda la línea, aun cuando ocurran dos fallas de cable o de una cabecera y en un cable. En situación normal una cabecera alimenta las subestaciones de una vía y la cabecera del otro extremo alimenta las de la otra vía.

002.E.01 LOCAL DE ACOMETIDA DE STC

Se suministrarán, instalarán y conectarán tres barras de cobre de 6.3 x 19 mm del equipo de medición de la CLFC a tres boquillas pasamuro, ubicadas en la frontera de la CLFC y STC.

Se elaborará un chasis soporte para el montaje de una cuchilla desconectadora trifásica de operación en grupo y una cuchilla de tierras también de operación en grupo.

Los soportes de cuchillas se montarán en el muro por medio de taquetes expansivos y pernos roscados, de 19 mm de diámetro, con una profundidad mínima del barreno de 70 mm. En caso de que estas cuchillas se suministren en un gabinete, se requerirá un soporte para anclar el gabinete al piso, instalándolo a nivel.

La conexión de todos los soportes a tierra se hará mediante conductor desnudo de cobre calibre 2/0 y zapata de ojillo.

002.E.02 CONEXION DE LA CASETA AL LOCAL DE STC EN CABECERA

Se instalarán dos circuitos trifásicos en paralelo, a base de cable de EPR o XLP del calibre 2/0; estos cables podrán estar en ducto, galería o trinchera, dependiendo del proyecto.

Se elaborarán seis mufas monofásicas tipo TIP, para cable de EPR o XLP calibre 2/0.

Se instalarán soportes para las mufas y su montaje en ambos extremos de los circuitos.

002.E.03 CELDAS DE ALTA TENSION

Las celdas deberán quedar a nivel, cualquiera que sea la terminación del piso, fijando el conjunto mediante anclas barreno a la losa de piso.

Se conectará cada una de las celdas a la red de tierras.

Se colocarán rampas para facilitar el desplazamiento del interruptor de potencia dentro y fuera de la celda, con material aislante, como Celorón o Micarta.

Se fijarán los soportes para mufas a la salida de cada interruptor de potencia y del transformador de auxiliares; el cable será con aislamiento del tipo seco EPR o XLP, calibre 2/0.

Durante su manejo e instalación se deberá respetar el radio mínimo permisible para el cable.

Se elaborarán seis mufas monofásicas del tipo TIP para el cable y se colocarán en los soportes correspondientes, efectuando la conexión a tierra de las cuchillas de tierra correspondientes.

Se colocará, conectará y fijará el transformador de auxiliares con cable monopolar de EPR o XLP, calibre 2/0, en el primario y cable con aislamiento deslizante y resistente al fuego para 600 V en el secundario. La conexión del primario con el seccionador de protección tendrá por lo menos un cono de alivio en sus dos extremos.

Se conectarán a tierra todos los chasis soporte de seccionadores y del transformador de auxiliares, así como del interruptor cuando éste se desconecte y salga de su celda.

002.E.04 ARMARIOS

Se fabricarán e instalarán bases soporte para fijación de armarios de automaticidad, interconexiones y de interfaces, conectándolos a tierra con cable de cobre desnudo y zapata de ojillo.

002.E.05 INTERCONEXIONES

Las conexiones de cada equipo del armario de interconexiones se harán con cable multiconductor para 600 V, resistente al fuego, con calibre mínimo del No. 12.

Los cables se instalarán en trincheras preparadas para tal fin por la obra civil; en los casos en que no exista trinchera, se llevarán en charolas.

Los cables se deberán peinar, agrupar y sujetar con cinturón de plástico.

Las bajadas de cada caja hacia la trinchera se harán con tubo conduit de PVC del diámetro adecuado; todos los cables se identificarán en sus dos extremos con marcas del tipo permanente.

002.E.06 TRANSFERENCIA EN BAJA TENSION

Se instalará y conectará una transferencia en baja tensión colocada sobre el muro y conectada por el lado preferente al secundario del transformador de auxiliares y por el otro a un circuito preferencial de las subestaciones de alumbrado y fuerza; la salida alimentará los circuitos de control de la cabecera.

002.F SISTEMA DE MEDICION

Será de acuerdo a lo indicado en el capítulo 3.02.03.001 de "Introducción a la instalación de redes eléctricas".

002.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Se considerarán como se indica en la cláusula correspondiente del capítulo 3.02.03.001 de "Introducción a la instalación de redes eléctricas".

CAPITULO 3.02.03.003

INSTALACION DE SUBESTACIONES

003.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de trabajos encaminados a realizar el montaje, conexión y pruebas necesarias para la puesta en servicio de las subestaciones de alumbrado y fuerza de cada estación en vía 1 y vía 2, así como las de ventilación mayor utilizadas en las instalaciones del Metro de la Ciudad de México.

El alcance de esta especificación comprende básicamente los conceptos de montaje, conexión y pruebas del siguiente equipo, que conforma en general estas subestaciones:

— Gabinetes autosoportados.

— Desconectador con carga.

— Desconectador con carga y fusibles de protección.

— Cuchillas de puesta a tierra.

— Interruptor principal, en su caso.

— Transformador.

003.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Introducción a la instalación de redes eléctricas	3.02.03.001.C, D, F y G
Alimentación eléctrica en alta tensión	3.02.03.002.E, F y G
Instalación de cables de alta tensión	3.02.03.004.E, F y G
Sistemas de tierra	4.02.01.002.I
Subestaciones de alumbrado y fuerza	5.02.04.001
Tableros de alta tensión	5.02.04.005
Subestaciones de ventilación	5.02.04.018
Subestaciones	RIE-SECOFI Capítulo 6 Secciones 604 y 605

003.C MATERIALES

Véase cláusula correspondiente en el capítulo 3.02.03.001 de "Introducción a la instalación de redes eléctricas".

003.D EQUIPO

Deberán cumplir con lo señalado en el capítulo 3.02.03.001 de "Introducción a la instalación de redes eléctricas".

003.E REQUISITOS DE EJECUCION

Salvo indicaciones en contrario por parte del proyecto, las subestaciones antes descritas se instalarán en forma general de acuerdo a lo señalado en el capítulo 6 del Reglamento de Instalaciones Eléctricas (RIE) que se menciona en las Referencias, en las secciones que correspondan de acuerdo al material y a las indicaciones del proyecto; de manera particular, se considerará lo que a continuación se indica:

— En general las subestaciones serán entregadas completamente armadas y equipadas por el proveedor. Cuando por limitaciones de transporte los tableros estén subdivididos, serán colocados en su lugar una vez que se desee instalar la unidad. La base del tablero completo, que generalmente consta de canales de fierro, deberá quedar a nivel sobre el concreto.

— Estando el tablero alineado y armado se procederá a efectuar las diferentes conexiones eléctricas, verificar el estado de los equipos y realizar las calibraciones de los elementos desconectadores. En caso de que el transformador quede alojado en los gabinetes, la conexión se hará por medio de cables.

— Si el transformador queda alejado, la conexión con el tablero será con cable aislado instalado en ductos o trincheras.

003.E.01 CONEXIONES ELECTRICAS

Las conexiones eléctricas entre todos los equipos se efectuarán empleando cable, tubo o barra de cobre o aluminio, de acuerdo a las indicaciones del diseño. Si las conexiones son entre cobre y cobre, deberán limpiarse cuidadosamente las superficies de contacto con fibra metálica y lija, para después estañarlas. Cuando las conexiones sean de aluminio a aluminio o de aluminio a cobre, también deberán limpiarse correctamente las superficies en contacto con lija, fibra metálica o cepillo de alambre y en seguida aplicar una pasta inhibidora de oxidación antes de cerrar el conector. Sobre las superficies de aluminio siempre se forma una película de óxido que tiene el efecto de causar una alta resistencia de contacto

entre conductor y conector, por lo cual, para asegurar uniones de baja resistencia inicial, esta película de óxido deberá eliminarse y evitar que se vuelva a producir mediante la aplicación del inhibidor. Los conectores podrán ser mecánicos o de compresión de acuerdo con el diseño.

Conforme al proyecto, la salida del transformador podrá conectarse con un tramo de barras aéreas al centro de distribución de baja tensión o por cable aislado resistente al fuego y deslizante instalado en un ducto o trinchera.

003.E.02 SISTEMAS DE CONEXION A TIERRA

Independientemente del tipo de instalación de la subestación, ésta deberá contar con un sistema de conexión a tierra, debiéndose tener especial cuidado de conectar todas las partes metálicas de interruptores, cuchillas, estructuras, tanques de transformadores, cercas, barandales, etc., al sistema de tierra, con objeto de proteger al personal. Los equipos eléctricos grandes, como los transformadores o los interruptores en general, tienen en alguna parte una placa conductora para la conexión a tierra, efectuándose la conexión al cable de tierra con conector mecánico o con zapata soldada con estaño.

En el caso de las cuchillas desconectadoras de operación en grupo, el mecanismo de operación deberá estar rígidamente conectado a tierra. Aun en el caso de que la estructura sea metálica, las bases de las cuchillas, las placas del interruptor y del transformador, deberán conectarse al sistema de tierra con cable de cobre conectado a la estructura. En los sistemas de conexión a tierra se harán las derivaciones o uniones con conectores de compresión, con empalmes fundidos o soldables.

003.E.03 PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO

a) Cuchillas desconectadoras. Después de haber instalado las cuchillas de acuerdo con el diseño, se harán los ajustes recomendados en el instructivo del equipo. Basándose en éste, también deberá verificarse su correcta operación haciendo las siguientes observaciones:

   1. La presión y la superficie de contacto entre mordaza y navaja deberá ser la recomendada.

   2. En posición de cerrado, el trinquete deberá estar en posición que impida la apertura accidental de las cuchillas por vibraciones.

   3. Cuando las cuchillas sean de operación en grupo, durante la maniobra de cierre, las tres fases deberán cerrar el circuito simultáneamente.

b) Interruptores. Para el ajuste de los interruptores deberán seguirse todos los pasos indicados en el instructivo correspondiente. La calibración de la longitud de la carrera y de los tiempos de apertura y cierre deberán coincidir también con las indicaciones del instructivo mencionado.

c) Transformadores. Cuando el tiempo transcurrido entre el embarque y la fecha de instalación haya sido largo, deberán sacarse muestras del fluido para comprobar si éste está exento de agua. Aunque en la fábrica se le efectúen todas las pruebas de aceptación, en el campo se deberán realizar las que se mencionan a continuación, antes de ponerlo en servicio:

   — Deberá verificarse que todas las terminales de los embobinados estén firmemente conectadas. En caso de tener cambiador de derivaciones, deberá verificarse la correcta posición y precisión de los contactos móviles.

   — Si hay algún transformador de corriente instalado en las terminales o en las bobinas, deberá asegurarse de que sus secundarios estén en circuito corto o conectados a la carga de un instrumento, con bobina de corriente, como pueden ser un amperímetro o un relevador de inducción.

   — Para determinar si el embobinado no ha absorbido humedad durante el transporte y durante el montaje en el lugar, será necesario determinar la resistencia del aislamiento, haciendo uso de un Megger y comparando con las lecturas tomadas en fábrica.

   — Si la resistencia de aislamiento disminuye, deberá efectuarse el secado de las bobinas siguiendo alguno de los procesos recomendables para estos casos.

   — Si el transformador se ha encontrado correcto en todos los aspectos y todos sus accesorios e instrumentos están funcionando adecuadamente, es conveniente aplicarle tensión nominal y dejarlo trabajando en vacío durante 15 minutos, antes de conectarle la carga.

d) Sistemas de tierra. Por ser muy importante la eficiencia del sistema de tierras, ya que de él depende la seguridad del equipo y del personal, es necesario tomar mediciones de la resistencia de contacto entre varillas y tierra antes de poner en servicio la subestación.

   El procedimiento para medir la tierra será por medio de un teluróhmetro, aparato de construcción especial, para medir el valor de las resistencias de contacto de las varillas a tierra.

   El valor de las resistencias de contacto de las varillas de tierra en redes de alta tensión, no deberá superar los cinco ohms.

003.F SISTEMA DE MEDICION

Se efectuará de acuerdo a lo indicado en el capítulo 3.02.03.001 de "Introducción a la instalación de redes eléctricas".

003.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Se considerará como lo indicado en la cláusula correspondiente del capítulo 3.02.03.001 de "Introducción a la instalación de redes eléctricas".

CAPITULO 3.02.03.004

INSTALACION DE CABLES DE ALTA TENSION

004.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de trabajos necesarios que deberán ser considerados para la instalación de cables de alta tensión.

004.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Introducción a la instalación de redes eléctricas	3.02.03.001.C, D, F y G
Alimentación eléctrica de alta tensión	3.02.03.002.E, F y G
Materiales y productos para redes eléctricas	4.02.01.002
Métodos de instalación, conductores y canalizaciones	RIE-SECOFI Capítulo 3 Sección 301

004.C MATERIALES

Deberán cumplir con lo señalado en la cláusula correspondiente a materiales del capítulo 3.02.03.001 de "Introducción a la instalación de redes eléctricas".

004.D EQUIPO

Deberá cumplir con la cláusula correspondiente del capítulo 3.02.03.001 de "Introducción a la instalación de redes eléctricas".

004.E REQUISITOS DE EJECUCION

La colocación de cables para las instalaciones eléctricas, se efectuará de acuerdo a lo siguiente, salvo indicaciones contrarias del proyecto:

a) Cables en charolas. Se instalarán tres cables de calibre 2/0 AWG para alta tensión como máximo salvo indicaciones en contrario por parte del proyecto. La capacidad de conducción de corriente de los conductores estará condicionada en cada caso por los factores de agrupamiento.

b) Tendido de cables. Se llevará a cabo teniendo en cuenta las recomendaciones que al respecto dé el proveedor y procurando cumplir con lo siguiente:

1. Radio de curvatura. Se evitará en forma absoluta que durante la instalación y colocación definitiva de los cables se tengan radios de curvatura menores de 0.40 metros.

2. Identificación de cables. Todos los cables en las charolas y en las terminales quedarán identificados en forma permanente, empleando conductores con forros de diferentes colores, de acuerdo con el siguiente código:

   — FASE A: color negro

   — FASE B: color verde

   — FASE C: color rojo

   Para identificación de los conductores en calibres que únicamente se fabrican con forro de aislamiento color negro u otro, se emplearán materiales indelebles para identificación. Sin excepción, todos los conductores deberán ser identificados en sus extremos y a cada 50 m con un número formado por el número del circuito. Las marcas de identificación serán permanentes a base de placas metálicas marcadas con letras y números de golpe y no serán aceptadas marcas provisionales en el forro.

c) Empalmes de cables en charolas

1. Al instalar varios cables en una misma charola, se evitará que los empalmes queden coincidiendo entre sí en una misma sección transversal. Entre dos empalmes consecutivos en una charola deberá dejarse una distancia mínima de 0.50 metros.

2. Colocación definitiva de los cables en charolas. Una vez terminado el tendido de cables, se procederá a amarrar los cables por circuito, en triángulo, empleando hilos de cáñamo o cinturones de plástico.

3. Cables del sistema de tierras. Las charolas o soporterías metálicas de alta tensión se conectarán a tierra a cada 50 m, con cable de cobre desnudo suave de calibre 2/0, empleando conexiones termosoldables y zapatas termosoldables y zapatas terminales para soldar. La desviación a tierra después de conectar los soportes de las charolas de alta tensión, rematará en una varilla de cobre de 13 mm de diámetro y 3 m de longitud.

004.E.01 CABLES EN DUCTOS

a) Ductos con cables de alta tensión. Todos los cables en el interior de los registros, deberán que-

dar identificados en forma permanente con placas metálicas marcadas con números y letras de golpe o algún otro material que no se deteriore.

b) Factor de relleno en ductos. Se recomienda instalar un solo cable por ducto en tal forma que el factor de relleno no exceda del 40 por ciento del área del ducto.

c) Radios de curvatura. Los radios de curvatura de los cables de energía dentro de los registros, en ningún caso deberán ser menores que los especificados por los proveedores de los cables.

d) Apoyo para cables. Al salir de los ductos los cables deberán tener tramos rectos no menores de 15 cm, antes de dar comienzo a una curva.

e) Cuidado de los cables. En el interior de los registros, los cables deberán quedar apoyados en ménsulas provistas de porcelana u otro material similar, con objeto de que puedan moverse con libertad durante los ciclos de expansión o contracción. Si se considera conveniente, algunos cables donde pudieran producirse fallas deberán forrarse con cintas no combustibles, para evitar que la falla en uno de ellos se transfiera a los otros cables. Para bajar al fondo de los registros, no deberán usarse los cables instalados como escalera.

f) Espiras de cable dentro de los registros. Las espiras y las curvas de cable en los registros servirán para absorber las dilataciones y contracciones del cable, a la vez que permitan contar con una reserva para casos imprevistos de corte y elaboración de mufas.

g) Anclas. Enfrente de las bocas de los ductos y en la pared opuesta dentro de los registros deberán instalarse anclas durante la construcción, para facilitar el jalado de los cables.

h) Puesta a tierra. Las cubiertas metálicas y las pantallas de los cables, deberán conectarse sólidamente a tierra por lo menos en cada empalme y mufa terminal. La puesta a tierra en los registros se hará con varillas de cobre de 16 mm de diámetro y 3 m de longitud, en tal forma que la resistencia no exceda de 25 ohms.

i) Tensión de jalado para los cables

1. Se efectuará de acuerdo con lo que indique el proveedor y en ningún caso deberán emplearse vehículos de motor para efectuar el jalón de los cables. El jalón deberá ser ligero, continuo y sin brusquedad.

2. Durante el cableado se deberán instalar un dinamómetro y un cuentametros, para vigilar la tensión de jalado y la longitud del cable instalado. La tensión de jalado permisible para el cable de 1 x 2/0 es de 9.8 kN (1000 kg).

3. Para determinar la longitud máxima de jalado se podrá considerar un coeficiente de fricción de 0.5.

4. El jalado de los cables se podrá hacer con perno de tracción o malla de acero "calcetín".

j) Lubricantes para cableados. En caso de ser necesario el uso de lubricantes durante el cableado de ductos, éstos serán a base de grasa mineral para plomo desnudo, y de lodo bentonítico con agua o talco industrial para los demás tipos.

k) Conexiones. Las conexiones entre conductores se efectuarán a base de conectores mecánicos.

004.E.02 CABLES SOPORTADOS CON CLEMAS

En los casos en que no sea posible instalar charolas, o el proyecto así lo indique, los cables se fijarán al muro o losa con clemas impregnadas en aceite mineral, con un mínimo de 10 horas de impregnación.

Las clemas se fijarán al muro o losa con solera de fierro galvanizado por inmersión en caliente.

La separación entre clemas será de un metro y en las zonas en que se requiera cambiar de dirección, se dejará una distancia del centro de la curva a las clemas de 40 centímetros.

La fijación de las clemas se hará con taquete expansivo o perno roscado de 9.5 mm de diámetro, con una profundidad mínima del barreno de 70 milímetros.

004.E.03 CABLES EN TRINCHERAS

En los casos en que los cables vayan en trinchera, principalmente en la entrada a las subestaciones o en donde el proyecto lo señale, se instalarán soportes en el piso de la trinchera a fin de que los cables no estén en contacto con el agua.

Los soportes deberán ser en forma de "U" invertida, de fierro galvanizado por inmersión en caliente.

La fijación se hará con barreno - ancla y tuerca para poder variar la altura del soporte.

La separación máxima entre soportes será de 0.5 metros.

004.E.04 PRUEBAS

El Contratista efectuará las pruebas necesarias para garantizar al Representante la ejecución correcta y el funcionamiento satisfactorio de las instalaciones realizadas.

Para los empalmes que se realicen en el cable trifásico, y debido a que estos empalmes se encuentran con tramos de cable ya usado, la prueba de alta tensión se realizará a 34.25 kV durante 15 minutos.

Para los circuitos nuevos del cable monopolar de etileno propileno se aplicarán 55 kV durante 15 minutos.

Los retrasos que resulten por pruebas suplementarias o por modificaciones realizadas por defectos de instalación, no podrán servir de base al Contratista para aumentar su precio a la fecha de terminación pactada.

004.E.05 GARANTIA

El Contratista garantizará que los materiales y la mano de obra sean de primera calidad y cualquier defecto deberá corregirlo; el tiempo de garantía será entonces aumentado en un lapso igual al necesario para la corrección de anomalías. El tiempo efectivo de garantía será de un año, a partir de la recepción de los trabajos.

004.F SISTEMA DE MEDICION

Se llevará a cabo de acuerdo con lo indicado en 3.02.03.001 de "Introducción a la instalación de redes eléctricas".

004.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase cláusula correspondiente en el capítulo 3.02.03.001 de "Introducción a la instalación de redes eléctricas".

CAPITULO 3.02.04.001

INSTALACION DE TABLEROS DE DISTRIBUCION EN BAJA TENSION

001.A DESCRIPCION

Se describen los trabajos mínimos indispensables para la colocación en el sitio, conexión, pruebas y puesta en servicio de los tableros de distribución en general, que se utilicen en las instalaciones del Metro de la Ciudad de México.

001.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Introducción a la instalación de redes eléctricas	3.02.03.001.C, D, F y G
Tableros de transferencia automática	5.02.04.003
Tableros de control automático	5.02.04.004
Tableros de alta tensión	5.02.04.005
Tableros de distribución principal y secundaria en baja tensión	5.02.04.006
Centro de control de motores	5.02.04.007
Tableros de alumbrado y fuerza	RIE-SECOFI Capítulo 4 Sección 405

001.C MATERIALES

Véase 3.02.03.001 de "Introducción a la instalación de redes eléctricas".

001.D EQUIPO

Será de acuerdo a lo indicado en la cláusula correspondiente del capítulo 3.02.03.001 de "Introducción a la instalación de redes eléctricas".

001.E REQUISITOS DE EJECUCION

Los tableros de distribución en baja tensión para las estaciones del Metro se instalarán y pondrán en servicio de acuerdo con los planos que haya suministrado el fabricante o vendedor, previamente aprobados por el proyecto.

Durante la instalación de los tableros se verificará lo siguiente:

a) Localización en el lugar definitivo de instalación, según el proyecto.

b) La fijación que se haga de los tableros se efectuará con los siguientes elementos:

— Taquetes de expansión y tornillería (para los tableros sobrepuestos y empotrados), galvanizados y/o cadminizados.

— Pernos de anclaje, para los tableros autosoportados que lo requieran.

c) Los tableros que lo requieran deberán quedar debidamente nivelados.

d) Se verificará el correcto acoplamiento de tuberías de alimentación y carga.

e) Se asegurará que el sistema quede correctamente conectado a tierra.

f) Una vez que se hayan instalado completamente, se procederá a su limpieza interior.

Para la revisión del funcionamiento del tablero se efectuará lo siguiente:

a) Revisión del circuito de interruptores.

b) Se identificarán y prepararán las terminales.

c) Se revisará que las conexiones, interconexiones, empalmes y soldaduras estén de acuerdo a lo indicado por el fabricante.

d) Se probará:

— Resistencia funcional.

— Resistencia a tierra.

— Tensión.

— Corriente.

— Correspondencia de identificación con circuitos.

Después de haber verificado el funcionamiento de los tableros, se procederá a la limpieza del área para su entrega.

001.F SISTEMA DE MEDICION

Será de acuerdo a lo indicado en 3.02.03.001 de "Introducción para la instalación de redes eléctricas".

001.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Se considerarán como se indica en la cláusula del capítulo 3.02.03.001 de "Introducción para la instalación de redes eléctricas".

CAPITULO 3.02.04.002

ALIMENTACION DE MOTORES

002.A DESCRIPCION

Se describen los trabajos necesarios y consideraciones para la conexión, pruebas y puesta en servicio de los circuitos de alimentación para los motores que se utilizarán en los equipos auxiliares, que forman parte de los diferentes sistemas de las instalaciones del Metro de la Ciudad de México.

002.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Introducción a la instalación de redes eléctricas	3.02.03.001.C, D, F y G
Tubería conduit y accesorios	4.02.01.002.C.02
Cables conductores, empalmes, terminales y aislantes	4.02.01.002.D
Apagadores y contactos	4.02.01.002.F
Condulets y accesorios	4.02.01.002.C.06
Fusibles, interruptores, estaciones de botones y centros de carga	4.02.01.002.H
Sistemas de tierra	4.02.01.001.I
Centro de control de motores	5.02.04.007
Motores	5.02.04.010 5.02.04.011
Instalación de equipos de bombeo	3.02.13.004
Seguridad	3.01.07.013
Instalación de motores eléctricos	DDF 4.38
Motores	RIE-SECOFI Capítulo 4 Sección 403

002.C MATERIALES

Véase la cláusula 3.02.03.001 de "Introducción a la instalación de redes eléctricas".

002.D EQUIPO

Será de acuerdo a lo indicado en la cláusula 3.02.03.001 del capítulo de "Introducción para la instalación de redes eléctricas".

002.E REQUISITOS DE EJECUCION

La alimentación a motores se efectuará de acuerdo con los planos y recomendaciones que haya suministrado el fabricante y aprobado el proyecto.

La alimentación a motores, salvo indicaciones en contrario por parte del proyecto y/o el Representante, se efectuará verificando lo siguiente y cumpliendo con lo indicado en el Reglamento de Instalaciones Eléctricas (RIE), que se menciona en las Referencias:

— Protección del circuito alimentador contra cortocircuitos o fallas a tierra.

— Conductores del circuito alimentador.

— Sistemas de desconexión.

— Protección del circuito derivado contra cortocircuitos.

— Conductores del circuito derivado.

— Controladores.

— Protección contra sobrecarga.

Para todas las etapas anteriores, en alimentación, se deberán cumplir con los requisitos de capacidad mínima requerida por los materiales en cada caso, con el fin de evitar averías o fallas durante el funcionamiento de los motores.

002.F SISTEMA DE MEDICION

Se considerará lo indicado en la cláusula del capítulo 3.02.03.001 de "Introducción a la instalación de redes eléctricas".

002.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Se considerará lo indicado en la cláusula del capítulo 3.02.03.001 de "Introducción a la instalación de redes eléctricas".

CAPITULO 3.02.04.003

ALIMENTACION PARA LUMINARIAS, CONTACTOS Y SALIDAS ESPECIALES

003.A DESCRIPCION

Se describen los trabajos mínimos necesarios que deberán efectuarse para alimentar con energía eléctrica a las luminarias, contactos y salidas especiales, que forman el sistema de alumbrado y fuerza en las instalaciones del Metro de la Ciudad de México.

La **luminaria** es el elemento que distribuye, filtra o controla la luz emitida por una o varias lámparas, e incluye todos los accesorios necesarios para la fijación, protección y funcionamiento de dichas lámparas.

Los **contactos** son los dispositivos formados por un receptáculo, provisto como salida de instalación eléctrica y que se usa para recibir las clavijas de cordones o cables flexibles de aparatos que están alimentados por este medio.

Las **salidas especiales** serán las indicadas a continuación:

a) Gabinetes luminosos de señalamiento. Se encuentran localizados en las estaciones o a nivel calle, como es el caso de estelas informativas. Dentro de estos gabinetes se tiene:

   — Salida direccional.

   — Salida para reloj.

   — Salida para señalamiento, que indican salida.

   — Salida para nicho de seguridad en gabinete de emergencia.

   — Salida para diagrama de línea.

   — Salida para nombre de estación.

   — Salida para logotipo de Metro.

   — Salidas para estelas de señalamiento.

b) Alimentación eléctrica a los armarios y/o equipos de las diferentes especialidades de:

   — Pilotaje automático.

   — Señalización.

   — Mando centralizado.

   — Telecomunicaciones.

   — Torniquetes.

c) Alimentación eléctrica a secadores de mano, regaderas eléctricas, etcétera.

d) Alimentación eléctrica para el mando y/o control de los diferentes equipos de tracción tales como:

   — Seccionadores de aislamiento telemandado (SIT).

   — Contactores terminales (CT).

   — Inversores de vías secundarias (IVS).

   — Inversores de vías de enlace (IVE).

e) Alimentación eléctrica a los cofres de mando de aparatos de vía.

003.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Introducción a la instalación de redes eléctricas	3.02.03.001.C, D, F y G
Tubería conduit y accesorios	4.02.01.002.C.02
Cables conductores, empalmes, terminales y aislantes	4.02.01.002.D
Equipos y accesorios para iluminación	4.02.01.002.E
Apagadores y contactos	4.02.01.002.F
Condulets y accesorios	4.02.01.002.C.06
Sistemas de fijación y soportes	4.02.01.002.G
Cargador y banco de baterías	5.02.04.009
Accesorios de instalación eléctrica	DDF 4.35
Instalación de unidades de iluminación	DDF 4.40
Equipo de alumbrado y contactos	RIE-SECOFI Capítulo 4 Sección 401

003.C MATERIALES

Véase lo indicado en la cláusula del capítulo 3.02.03.001 de "Introducción a la instalación de redes eléctricas".

003.D EQUIPO

Será de acuerdo a lo indicado en la cláusula del capítulo 3.02.03.001 de "Introducción a la instalación de redes eléctricas".

003.E REQUISITOS DE EJECUCION

La alimentación de luminarias, contactos y salidas especiales se realizará de acuerdo con lo indicado a continuación, salvo que el Representante o el proyecto indiquen otra cosa.

a) Instalación y alimentación de luminarias de tipo normal preferencial. En el sistema de tipo normal preferencial, las unidades luminarias y el circuito de conexión, estarán indicados en los planos de alumbrado. La alimentación de las luminarias del sistema de distribución, deberá ser por medio de un cordón de uso rudo, con clavija macho moldeada en polivinilo, que conectará a una clavija hembra del mismo material; a partir de la caja de conexiones se deberá dejar un tramo suficiente de cordón de uso rudo que rematará en la clavija hembra. El cordón de uso rudo estará formado por dos conductores de cobre blando, calibre 16 AWG, aislados individualmente con PVC; ambos estarán protegidos bajo una cubierta del mismo material. El cable de uso rudo se fijará a la luminaria y a la caja de conexiones mediante un conector para uso rudo de 13 mm. La extensión completa, incluyendo clavijas macho y hembra moldeadas, deberá tener longitud suficiente a fin de que el conductor nunca quede sujeto a esfuerzos mecánicos. En ningún caso se aceptarán clavijas macho y hembra del tipo atornillado al conductor. Este tipo de conexión deberá emplearse en todas las unidades de alumbrado, excepto en los casos que requieran de otro tipo de arreglo o se solicite así en los planos correspondientes.

b) Sistema de alumbrado de emergencia. Se realizará por medio de un dispositivo electrónico denominado Fuente Autónoma de Emergencia, FAE, el cual se instala en las luminarias fluorescentes de 38 W. Este dispositivo operará en caso de ausencia de corriente alterna, sobre un tubo de 38 W o dos tubos fluorescentes de 20 W en serie. En las luminarias denominadas del tipo HM, que se instalan en el túnel, dicho dispositivo se aloja dentro del gabinete. Para el caso de luminarias tipo FR o FRA, se aloja en la parte superior del gabinete o en casos especiales en un lugar adecuado y cercano a la luminaria con que hace juego. El proyecto definirá en cada caso el sitio exacto y el gabinete a utilizar para la instalación de la FAE.

c) En la instalación en baja tensión y alimentación de contactos para fuerza, como torniquetes, portillones, escaleras, sistemas de ventilación y bombeo, para cargas indefinidas y salidas especiales, se cumplirá con lo siguiente:

   — Los conductores de los alimentadores deberán tener una capacidad de corriente no menor que la correspondiente a la carga máxima por servir y que se indicará en los planos respectivos para fuerza señalados en el proyecto.

   — La terminal de los contactos o salida deberá cumplir con lo indicado en el capítulo correspondiente a materiales y accesorios de las Referencias.

003.F SISTEMA DE MEDICION

Será de acuerdo a lo indicado en el capítulo 3.02.03.001 de "Introducción a la instalación de redes eléctricas".

003.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Se considerarán como se indica en la cláusula del capítulo 3.02.03.001 de "Introducción para la instalación de redes eléctricas".

CAPITULO 3.02.05.001

INTRODUCCION A LA INSTALACION DE SISTEMAS ELECTRONICOS

001.A ALCANCE

Esta especificación es aplicable a las secciones 3.02.05, 06, 07, 08 y 09, donde se establecen los requisitos necesarios para equipar las instalaciones del Metro de la Ciudad de México, con los sistemas o equipos electrónicos que le permiten transportar el mayor número de personas en el menor tiempo posible con el máximo índice de seguridad, eficiencia, fiabilidad y confort.

El Metro cuenta con los siguientes sistemas o equipos:

— Pilotaje automático (sección 3.02.05).

— Señalización (sección 3.02.06).

— Mando centralizado (sección 3.02.07).

— Telecomunicaciones (sección 3.02.08).

— Peaje automático (sección 3.02.09).

001.A.01 SISTEMA DE PILOTAJE AUTOMATICO (PA)

Tiene por objeto mejorar la regulación del tráfico de trenes, conservando la más alta seguridad intrínseca al suprimir el error humano y automatizar la marcha de los trenes con equipos de alta confiabilidad. Está constituido por dos tipos de instalaciones, los cuales se clasifican de acuerdo a su localización en:

— Equipo fijo.

— Equipo embarcado.

Las funciones que debe cumplir el PA son las siguientes:

— Salidas del tren en estación, con accionamiento del arillo de hombre muerto.

— Circulación en interestaciones, respetando las limitaciones de velocidad dadas por los programas y por la señalización, establecidas por las condiciones de operación de la línea.

— Llegada y paro del tren en estación.

— Realización de maniobras en cambios de vía y servicios provisionales, regulando la velocidad con seguridad bajo el respaldo de la señalización.

– Autorización de apertura de puertas.

La automatización del sistema además de guardar todas las condiciones de seguridad intrínseca, está obligada a conservar el confort del usuario en la marcha de los trenes.

La marcha de un tren operado en PA, se realiza cuando éste va recibiendo las instrucciones de un programa inscrito en un soporte instalado sobre la barra guía; este programa es el que rige las velocidades actuando sobre los equipos de tracción y frenado del tren. Además de controlar la velocidad, se realizan las funciones de paro del tren en un punto único, o punto normal de paro, según las condiciones de operación.

1. Equipos fijos. Se localizan a lo largo de las vías y en los locales técnicos. En general los equipos fijos son aquéllos que alimentan los programas dispuestos en la vía sobre la barra guía, los cuales condicionan en cada punto la velocidad que deberá ser alcanzada, la que dependerá a su vez de la señalización y las condiciones de operación de la línea. Están formados por:

   — Equipo instalado sobre la vía.

   — Armarios y alimentaciones de PA en locales técnicos.

   Equipo instalado sobre la vía. Está compuesto de elementos distribuidos a lo largo de las interestaciones, cuya función consiste en la transmisión y distribución de las señales al tapiz-programa. Este equipo se encuentra instalado en las vías principales, servicios provisionales, zonas de maniobras y terminales.

   Las órdenes transmitidas al tren son conducidas a él por medio del tapiz-programa instalado sobre la barra guía. Este programa consta de hilos autocruzados, y el cruce de uno al otro se denomina chevron. La distancia entre chevrones se llama segmento y éste debe ser recorrido en un tiempo teórico de 300 milisegundos; por estos hilos circula una corriente de 80 mA, 135 kHz.

   La corriente de alta frecuencia que transita por este programa crea un campo magnético, el cual es detectado por los captores instalados a bordo del tren.

   El soporte en el cual se fija el tapiz-programa está constituido por una canaleta de leucoleno, instalada normalmente sobre la barra guía derecha, según el sentido de circulación. El tapiz-programa lleva dos o más cables que transmiten la información de los programas de marchas; la cantidad de cables (programa), dependerá de la zona donde se localizan.

Los programas de mando que indican en cada punto la velocidad que debe tener el tren, son informaciones discretas por zonas, las cuales son conducidas por hilos formando la instalación llamada B2.

En los puntos donde se interrumpe la barra guía, simultáneamente a la derecha y a la izquierda (zonas de cambio de vía), se cambia la técnica de instalación debido a que el tapiz no tiene el soporte material, en cuyo caso se utiliza la instalación denominada B2 enterrada, en la cual los cables del programa de marcha son colocados paralelamente y a la altura de la pista de rodamiento en soportes de madera, ubicados sobre los durmientes y en canaletas bajo la superficie del balasto en el caso de los aparatos de vía.

Equipo en locales técnicos. También dentro de las instalaciones fijas en un local técnico existen armarios con sus respectivas alimentaciones; estos armarios controlarán las zonas de bloque y/o servicios provisionales.

Los armarios de una misma zona de bloque pueden ser diferentes según la complejidad de la zona en que son implantados.

2. Equipo embarcado. Es aquél que se encuentra a bordo de los trenes, capta las señales programadas por los equipos fijos, las interpreta y las pone de manifiesto mediante órdenes transmitidas a los órganos del tren.

   La cadena de recepción de datos transmitidos por el tapiz-programa está constituida por:

   — Cuatro captores de alta frecuencia (HF).

   — Dos captores de baja frecuencia (BF).

   — Una rueda fónica.

   — Un bloque pilotaje automático-conducción manual controlada (PA-CMC).

   — Un bloque conducción manual libre-conducción manual restringida (CML-CMR).

   — Dos bloques conmutación de hilos (RL).

   — Nueve amplificadores locales de desfreno (ALD).

El equipo embarcado es el encargado de captar las señales que provienen del programa de marcha, interpretarlas y traducirlas en órdenes dadas al tren por medio de las líneas del mismo.

La seguridad del funcionamiento del equipo embarcado se apoya en el enlace permanente de información entre la vía y el tren y toda interrupción mayor que 0.5 segundos de este enlace provoca el frenado de urgencia.

Captores de alta frecuencia. Están localizados en las carretillas del remolque central PR, arriba de las ruedas extremas del carro, y aseguran el enlace vía-tren cuando se circule en las vías principales, servicios provisionales y maniobras V y O de las terminales, utilizando cualquiera de los modos PA, CMC o CML.

Captores de baja frecuencia. Se localizan debajo de la carrocería de las ruedas motrices M, en la parte delantera inferior derecha y aseguran el enlace vía-tren cuando se circule en las naves de garage y sus peines de acceso y salida, utilizando los modos CML-CMR.

Rueda fónica. Está constituido por un disco metálico que cuenta con captor magnético. La rueda fónica es accionada por el medio eje de la segunda rueda portadora izquierda de la carretilla delantera del remolque PR y permite determinar en los trenes conducidos en los modos PA y CMC para cada punto de la línea, el espacio recorrido y la velocidad por derivaciones sucesivas. En el modo PA permite también determinar la desaceleración instantánea.

Bloque PA-CMC. Se localiza en el remolque PR debajo del segundo asiento doble del lado izquierdo y en su interior se encuentra un equipo de tratamiento de la señal y un dispositivo de control de sobrevelocidad. Su funcionamiento está condicionado a que sea tomado alguno de los modos de conducción PA o CMC. En su interior el equipo de tratamiento de la señal del programa y el dispositivo de control de sobrevelocidad operan de la siguiente manera: en los modos de conducción PA o CMC las informaciones enviadas por los captores de alta frecuencia y por la rueda fónica, son recibidas por el equipo de tratamiento de la señal donde se interpretan y traducen en órdenes que garantizan las diferentes funciones de partida, marcha, frenado y paro del tren.

Por su parte, el dispositivo de control de sobrevelocidad, es el encargado de verificar que los segmentos sean recorridos en un tiempo que sea acorde con el tipo de marcha comandado y para este efecto recibe las informaciones de las extremidades de los segmentos y las condiciones en que se sanciona la sobrevelocidad.

En el modo PA el dispositivo de control de sobrevelocidad entrega a su salida la señal correctora de la desaceleración de 23 kHz que es enviada a los ALD.

Para el modo CMC es necesario detectar la sobrevelocidad a nivel de los captores delanteros y captores traseros, cuando el tren marche con el manipulador, colocado en alguna posición que no sea entre T2 y T5. El acoplamiento de esta situación es realizado por el dispositivo de control de sobrevelocidad, emitiendo también una señal de 23 kHz que igualmente es enviada a los amplificadores locales de desfrenado.

Bloque CML - CMR. Se localiza en el remolque PR debajo del primer asiento doble del lado izquierdo, enfrente del bloque PA - CMC y en su interior se localiza un equipo de tratamiento de la señal y un dispositivo de control de sobrevelocidad.

El funcionamiento del bloque CML - CMR varía de acuerdo con el modo de conducción que sea tomado:

— Para los modos de conducción PA y CMC, actúa como enlace en la transmisión de la señal de 23 kHz, proveniente del bloque PA - CMC.

— Para los modos de conducción CML y CMR su equipo de tratamiento de la señal recibe igualmente las informaciones provenientes de los captores de alta o baja frecuencia, dependiendo de las vías en que circule el tren.

Por su parte, el dispositivo de control de sobrevelocidad recibe las informaciones provenientes del equipo de tratamiento de la señal de TMH, de la rueda fónica y eventualmente de la llave DN, verificando que la velocidad del tren no exceda del valor correspondiente a las condiciones en que circula; a su vez este dispositivo emite también una señal alterna de 23 kHz que es enviada a los ALD.

Bloque de conmutación de hilos. Se distribuyen uno por cada motriz M, localizándose en el interior del panel trasero izquierdo de la cabina de conducción, permiten asegurar los cambios de afectación en los hilos línea del tren y la traslación de las órdenes de mando de apertura y cierre de puertas.

Amplificadores locales de desfrenado (ALD). Se encuentran distribuidos de tal manera que exista uno por cada carro, localizándose dentro del tercer cofre exterior izquierdo. Tiene la función de asegurar la interfaz entre los bloques PA - CMC o CML - CMR y los órganos de frenado neumático o eléctrico del tren, existiendo por lo tanto dos tipos de ALD:

— Tipo I. Empleado en motrices sin sistema de recuperación de energía y en carros remolque.

— Tipo II. Empleado en motrices equipadas con sistema de recuperación de energía.

Dado que los ALD sólo funcionan en los modos PA, CMC, CML y CMR, toda interrupción de la señal de 23 kHz provocará el frenado de urgencia en estos modos de conducción. Además, estos ALD cuentan con un circuito electrónico que asegura el aislamiento automático de un ALD en caso de falla y si la situación es tal que sean dos o más amplificadores averiados, el carro más cercano a la motriz trasera, incluyendo ésta, será el único en que se aisle automáticamente el ALD, mientras que los demás carros averiados presentarán bloqueo a 0.45 MPa (4.5 kg/cm²).

001.A.02 SISTEMA DE SEÑALIZACION

Tiene como objetivo mantener el máximo nivel de seguridad en el recorrido de los trenes en operación o de cualquier móvil circulando sobre las vías, restringiendo la autorización de la circulación y velocidad dependiendo del estado general de las vías en trazo y perfil. Más concretamente, su función es la señalización de las informaciones necesarias a fin de evitar en todo lo posible el alcance entre trenes circulando en el mismo sentido y sobre la misma vía, utilizando el principio de sección tapón, independientemente del tipo de conducción utilizada. En zona de maniobra, también se evitará cualquier incidente contrario a la seguridad.

Esto es materializado mediante el sistema de señalización lateral con bloqueo automático luminoso, dando todas las indicaciones relativas de autorización y límites de velocidad, con la instalación de semáforos e indicadores luminosos laterales a todo lo largo de las líneas.

La detección de los trenes o vehículos circulando sobre las vías, se obtiene con el sistema de circuitos de vía (CDV), a dos filas de riel aislado, esto es, instalando en el centro de cada vía un juego de conexiones inductivas (CI), en cada corte aislado de riel y pista que permiten también la continuidad del retorno de corriente de tracción a todo lo largo de las líneas.

La detección de los trenes, posición de agujas, el estado de los indicadores (semáforos) y todas las condiciones de control, mando y anulaciones son procesados por un sistema de lógica a relevadores electromecánicos de seguridad intrínseca alojados en bastidores exclusivos para la señalización en los locales técnicos de cada estación. Las informaciones de seguridad necesarias para los automatismos de PA y Mando Centralizado son enviadas a estos sistemas mediante contactos secos (sin alimentación) alojados en un bastidor de interfaz en estaciones con zonas de maniobras, como terminales, talleres y servicios provisionales y en tablillas de conexiones superiores de los bastidores de señalización en estaciones de paso para independizar el acceso y la operación del sistema de señalización de los demás sistemas.

En terminales y talleres, se cuenta con un pupitre de mandos y anulaciones de itinerarios, así como de un tablero de control óptico TCO, donde se tienen los principales controles a fin de visualizar el estado de la zona de maniobras.

En zonas de maniobras intermedias, como son los servicios provisionales y enlaces se instalan cofres de mando, que permiten el mando y destrucción de itinerarios para el movimiento de trenes.

El mando de los aparatos a una posición deseada se realiza normalmente en telemando por medio de los automatismos de la lógica de la señalización, que manda la alimentación de un motor eléctrico que a su vez ejerce la fuerza necesaria para mover el aparato de vía. Cuando no es posible el telemando de dichos motores existe aún la posibilidad de hacerlo eléctricamente, por medio de un cofre de socorro o manualmente mediante una palanca prevista para tal efecto en el mismo motor, conservando siempre las suficientes condiciones de seguridad.

001.A.03 SISTEMA DE MANDO CENTRALIZADO

Es un conjunto de medios reunidos en el Puesto Central de Control, PCC, que permiten regular la circulación de trenes; consisten en mandos, como la transferencia de las informaciones del PCC hacia la línea, y en controles como la transferencia de las informaciones de la línea hacia el PCC.

a) Estructura del PCC. Para cada línea, están concentrados en una sala de operación los siguientes equipos:

— Los pupitres que contienen las platinas de corte de alimentación para la tracción, mando de

los itinerarios, telefonía directa, telefonía de alta frecuencia, mando de los despachos bajo orden DBO, y periféricos de la programadora general de tráfico PGT, para la regulación de los trenes en la línea y la gestión de las terminales.

— El tablero de control óptico TCO, que centraliza los controles relativos a la circulación de los trenes, así como los mandos y controles relativos a la alimentación para la tracción.

— El puesto de despacho de carga PDC, que concentra los mandos y los controles relativos a las subestaciones de rectificación PR, y de las subestaciones de alumbrado y fuerza en los extremos de la línea.

En el piso inferior, se halla una sala técnica reagrupando el conjunto de las instalaciones eléctricas y electrónicas necesarias a la transferencia de las informaciones. También en otra sala acondicionada con ambiente artificial, se encuentran las computadoras de tráfico, dos por línea y la calculadora de gestión, la cual centraliza todas las informaciones referentes a la marcha de los trenes y turna un listado estadístico diario.

b) Estructura en la línea. En cada estación y dentro del local técnico existe un armario de teletransmisión, junto a las instalaciones de señalización y pilotaje automático que le proporcionan información a éste.

En las cabeceras de las estaciones existen los siguientes indicadores:

— Despacho bajo orden, DBO.

— Indicador de marchas, normal, lenta, acelerada 1 y 2, lluvia.

— Corte de urgencia fuera de servicio, CUFS.

— Servicio de seguridad y servicio de seguridad bajo orden, SS y SSO.

En las terminales, los relojes de salida muestran a los conductores, la hora real la hora de salida teórica del tren y el tipo de marcha. Se encuentran también los numeradores, que sirven para. que cada conductor numere su tren, al inicio del servicio.

Los mandos y los controles de la alimentación para la tracción son tomados directamente en los armarios de interfaz y transmitidos por hilo exclusivo o directo. Los dispositivos de corte de emergencia de la alimentación para la tracción CU, actúan alternadamente mediante los ruptores ubicados en los andenes y a lo largo de las vías, los cuales son agrupados en secciones independientes correspondientes a las secciones de la alimentación para la tracción.

001.A.04 SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES

a) Telefonía directa. Comprende una red de enlaces directos de seguridad que llegan al PCC y a los puestos locales de maniobra.

1. Cada línea de Metro tiene su instalación telefónica directa, que converge a la sala de operación del puesto central de control PCC en:

   — El pupitre del Jefe de Reguladores JR de la sala de operación, que es común a los reguladores de líneas y que se enlaza con los pupitres de regulación y del centro de comunicaciones de las líneas y con el centro del despacho de carga PDC, las oficinas de Jefatura de línea (permanencias) y otros centros telefónicos.

   — El PDC para enlaces con los pupitres de regulación y el Centro de Comunicaciones CC, de las líneas, la CLFC que es la encargada del suministro y distribución de energía para las líneas, y otros centros telefónicos.

   — El pupitre del regulador de cada línea, para enlaces con las señales de maniobras y pupitres de zonas de maniobra, PDC, JR y otros centros telefónicos.

2. Los enlaces del Centro de Comunicaciones CC se clasifican en:

   — Teléfonos de llamada general, para enlaces con las taquillas de cada línea. Teléfonos de alarma para la comunicación de andenes al CC en casos de emergencia.

   — Teléfonos directos, que permiten enlaces con los locales de taquillas, Jefes de Estación y permanencias de vigilancia y seguridad.

   — Teléfonos directos que permiten enlaces con los reguladores de línea, PDC, JR y permanencias.

   Adicionalmente se utiliza el cableado de la red de telefonía directa para la transmisión de mensajes desde el CC a cada estación, línea o a la red de las líneas en conjunto.

3. Respecto a los puestos de maniobra locales, se tienen dos casos:

   — El de terminal, que permite enlaces con el PCC, los puestos telefónicos de las señales de maniobra y algunas permanencias.

   — El de talleres, que permite enlace con el PCC, los puestos telefónicos de las señales de maniobra y algunas permanencias y oficinas.

4. Los puestos telefónicos que convergen al PCC y/o los Puestos de Maniobras son del tipo BF, ya sea de mesa o de pared. En el caso de los correspondientes a las señales de maniobra, se instalan dentro de cajas que los protegen contra el polvo y agua. Pueden conectarse individualmente o por grupos de hasta cinco aparatos.

5. Los centros telefónicos del PCC y de los puestos locales de maniobra PLM tienen forma de platinas con botonera asociadas a un micro-

teléfono, para selección de direcciones telefónicas.

6. Los enlaces se hacen hilo a hilo, ya sea por aparato o grupo de aparatos, hasta el PCC y/o PLM, pasando por el repartidor telefónico instalado en el local técnico de la estación al que esté enlazado localmente el puesto o grupo de puestos telefónicos en cuestión.

7. El cableado de la red de telefonía directa, es utilizado así mismo por el sistema de sonorización, telefonía automática y de trenes, para enlaces del PCC a estación.

b) Telefonía automática. Existe una red de telefonía automática distribuida en todas las instalaciones del Metro, incluyendo las propias de la línea y las correspondientes a diferentes locales y edificios destinados a labores administrativas, de mantenimiento, vigilancia, etc. El sistema está constituido por un conmutador central, con capacidad para 1200 extensiones, instalado en el edificio del PCC, al cual se conectan todos los puestos telefónicos a través de equipos concentradores y de transmisión múltiple, empleando un sistema de modulación por codificación de pulsos, o por línea física directa. Las instalaciones de la línea que se conectan a esta red son puestos de maniobras, local y de talleres, permanencias, subestaciones de rectificación y distribución de energía, locales destinados a mantenimiento de personal, de jefe de estación, de jefatura de línea, etc., así como en taquillas y cabeceras de andén de cada estación.

   En el edificio del PCC se enlazan las diferentes permanencias, salas de operación y de instalación de equipos, así como todas las oficinas que en él se encuentran.

   También están conectadas las oficinas de los edificios administrativos y otros.

   Todos los equipos son propios del sistema de telefonía automática a excepción de la red de cable, que forma parte del sistema de telefonía directa.

c) Telefonía de trenes. En cada línea del Metro existe un sistema de telefonía de trenes TT, cuyo objetivo es permitir enlaces telefónicos entre el PCC y los trenes presentes en la línea, parados o en movimiento y entre el Puesto de Maniobras de los talleres PMT y los trenes presentes en sus vías.

   El teléfono de los trenes tienen una doble función, el de un teléfono de servicio en operación normal y el de un teléfono de seguridad en caso de incidente. Están ligados a la red de TT, los trenes, los reguladores del PCC, los PMT y los PLM.

   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 coincidentes con las 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. Es posible a los reguladores emitir, sobre cualquier zona una tonalidad de espera si ellos no pueden responder inmediatamente a un llamado proveniente de un tren. No existe llamada selectiva a nivel de trenes.

   Los PLM sólo pueden escuchar las comunicaciones entre el PCC y los trenes presentes donde el primer puesto se encuentra.

   El área de acción del PMT comprende el conjunto de las vías de los talleres provistas de barra guía y a la vía de enlace en cuestión que equivalen, en conjunto, a una zona de línea. Las áreas de acción de la línea y de talleres, forman subredes independientes. El teléfono es operado en forma alterna, es decir, ya sea seleccionando emisión o recepción mediante una conmutación manual y sólo es posible la transmisión en un solo sentido a la vez. Los puestos fijos y móviles están en estado de espera permanente excepto en el periodo de emisión.

   En las cabinas de conducción de los trenes, se cuenta con un micrófono para la emisión y un altavoz, con control de volumen para la recepción. Asimismo, cada regulador de línea y en el PCC, dispone de un altavoz con control de volumen y de un microteléfono con botón de selección y botones de conexión por zona y general, liberación y de tonalidad de espera. El PLM sólo dispone de un altavoz con control de volumen. El PMT está equipado con micrófono, altavoz y control de volumen.

   La comunicación puede ser establecida por el PCC o por el tren, pero el PCC tiene prioridad siempre, es decir que puede establecer y/o cortar las comunicaciones que juzgue convenientes. Todas las conversaciones son grabadas.

   La transmisión empleada por la TT utiliza el principio de corrientes portadoras, siendo el riel y la barra guía, los soportes de dicha transmisión. Se utiliza un sistema de modulación de frecuencia con una portadora de 90 kHz.

   El modo de transmisión utiliza una sola frecuencia y las comunicaciones se hacen en forma alterna. El sistema tiene sus alarmas propias para controlar su buen funcionamiento.

d) Sonorización. En la red del Metro existe un sistema de sonorización, cuyo objetivo es transmitir mensajes desde el PCC a las estaciones de las líneas de la red, o desde la propia estación en forma local. Los medios con que cuenta este sistema son equipos de emisión ubicados en el PCC, el Centro de Comunicaciones CC y la emisora Audiometro, línea de transmisión PCC-estación y los equipos de emisión local, recepción y difusión en cada estación.

   Los mensajes que se difunden en cada estación provienen del CC o de la propia estación, teniendo siempre prioridad el primero y en ausencia de la transmisión de éstos existe una difusión continua de música ambiental, enviada por Audiometro.

   Todos los equipos son propios del sistema a excepción de la línea de transmisión, que forma

parte de las instalaciones de la red de telefonía directa.

e) Intercomunicación y voceo. Este sistema existe a nivel de talleres y PCC; su objetivo es el de asegurar por una parte la intercomunicación entre los diferentes usuarios y por otra permitir el envío de mensajes o voceo, a determinadas zonas ya sea de talleres o edificios. A nivel de estaciones este sistema forma parte de alarmas. Desde el punto de vista voceo, el área de acción del sistema se divide en zonas a las cuales la persona que envíe el mensaje puede dirigirse selectivamente. Para la intercomunicación, en forma general, es posible establecer una comunicación entre dos usuarios cualesquiera.

f) Relojes. El sistema de relojes está integrado por un conjunto de elementos y dispositivos que tienen como finalidad indicar la hora real al público usuario; se conforma de manera general por lo siguiente: relojes de andén, equipos en local técnico de la estación y equipos en la estación central.

1. Los relojes de andén son los dispositivos, que auxiliados por otros elementos, indican directamente la hora a los usuarios de las instalaciones.

2. Los equipos en el local técnico de la estación tienen las siguientes funciones:

   — Procesar la señal proveniente de la estación central y enviarla a los relojes de andén.

   — Enviar la señal, amplificándola si es necesario, proveniente de la estación central a la siguiente estación.

3. Los equipos de la estación central (que es la estación más cercana al centro de la línea) tienen como función generar la señal de sincronía y enviarla a los equipos en los locales técnicos de cada una de las estaciones de la línea en cuestión.

g) Alarmas. En las estaciones se cuenta con un sistema de alarmas, cuyo objetivo es tener el control del estado operativo de ciertos equipos en las estaciones e interestaciones de cada línea. Adicionalmente se tiene el mando de algunos equipos dentro del mismo sistema.

El mando y control de los equipos de cada estación están concentrados en el local del jefe de cada una y en el de su taquilla principal, que ejerce un control solamente a nivel de conjunto. En el PCC se tienen concentradas las informaciones de control por línea.

001.A.05 SISTEMA DE PEAJE

El sistema de peaje se ha concebido de tal forma que pueda solucionar los siguientes problemas:

— La venta y distribución de los boletos de transporte.

— Contabilidad, control y recolección de ingresos.

— Control de los boletos a la entrada de las estaciones y eventualmente a la salida.

— Preparación de estadísticas de tráfico y venta.

— Supervisión y mantenimiento.

Los medios para enfrentar estos problemas corresponden a un sistema de peaje integral, el cual está constituido en forma general por los siguientes conceptos:

— Taquillas para distribución y venta manual de boletos.

— Torniquetes.

— Diapasones.

— Puertas de cortesía.

— Terminal de operación.

— Botón de desbloqueo.

a) Torniquetes. Permiten el control de acceso y salida de usuarios; por su servicio se clasifican en tres tipos: de entrada, de salida y neutro.

1. Torniquetes de entrada (lectores autónomos). Permiten el acceso a las estaciones mediante la introducción de un boleto magnético. Actualmente los boletos son unitarios y temporales; los primeros dan autorización para un solo viaje, los segundos son válidos durante periodos de varios días; sin embargo el equipo permite el tratamiento de otros tipos de boletos.

2. Torniquetes de salida. Sólo controlan la salida de los usuarios de la estación.

3. Torniquetes neutros.Delimitan los torniquetes de entrada y salida y sirven para cubrir espacios.

b) Diapasones. Es el elemento pasivo que se instala sobre el eje longitudinal de torniquetes, de tal forma que no permite el paso al área controlada.

c) Puertas de cortesía. Es el elemento que permite el paso a usuarios o personal autorizado que no requiere control.

d) Terminal de operación. Es un equipo cuya función es establecer el control general de los lectores, la visualización de estadísticas y fallas y el probado de boletos, lo cual permite decodificar la información contenida en los boletos.

e) Botón de desbloqueo. Es el elemento que permite el desbloqueo a distancia de un torniquete de entrada, el primero del lado izquierdo de la batería de torniquetes; opcionalmente se localiza en el local de Jefe de Estación o en la taquilla si ésta tiene vista directa sobre la batería de torniquetes; en caso contrario se localizará a un extremo de la batería de torniquetes.

Para precisar el significado de algunos términos empleados en estas cláusulas, se han formulado las Definiciones de términos a que se refiere el Capítulo 1.01.01.007, del Libro 1 de Generalidades y terminología.

001.B REFERENCIAS

Véase 3.02.01.001.B de "Referencias" de este Libro, aplicable a la instalación de los equipos o sistemas electrónicos.

001.C MATERIALES

Véase 3.02.01.001.C de "Materiales" de este Libro, en lo referente a materiales y equipo para la instalación de los sistemas electrónicos.

001.D EQUIPO

Véase 3.02.01.001.D de "Equipo" de este Libro.

001.E REQUISITOS DE EJECUCION

Véase 3.02.01.001.E de "Requisitos de ejecución" de este Libro, en lo referente a la instalación de los sistemas electrónicos.

001.F SISTEMA DE MEDICION

Véase 3.02.01.001.F de "Sistemas de medición" de este Libro.

001.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase 3.02.01.001.G de "Conceptos de obra y base de pago" de este Libro.

CAPITULO 3.02.05.002

INSTALACION DEL SISTEMA DE PILOTAJE AUTOMATICO

002.A DESCRIPCION

Se describen los trabajos necesarios para la colocación y montaje de los equipos del sistema de pilotaje automático del Metro de la Ciudad de México, además del cableado para alimentación eléctrica, enlace entre equipos de local técnico y vía, así como la interconexión de los mismos.

De manera general, el sistema que se instalará estará constituido por lo siguiente:

a) Equipo fijo

1. Equipo en vía. Constituido por un canal de transmisión, que puede ser instalado entre rieles o bien mediante un soporte sobre la barra guía.

2. Equipo en local técnico. Consta básicamente de un conjunto de armarios cuya capacidad estará en función de las informaciones a manejar y del cableado.

b) Equipo embarcado

1. Se localiza a bordo de los trenes y distribuido a lo largo de los mismos, constituido por lo siguiente:

— Captores de alta y baja frecuencia.

— Rueda fónica.

— Bloque PA-CMC.

— Bloque CML-CMR.

— Amplificadores locales de desfrenado.

— Bloques de conmutación de hilos de línea de tren.

El tipo, cantidad, características y arreglo definitivo de los elementos indicados anteriormente, serán de acuerdo a las indicaciones de proyecto.

002.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Instalación del sistema de vías con balasto y durmientes	3.02.01
Instalación del sistema de vía con fijación directa sobre concreto	3.02.02
Introducción a la instalación de sistemas electrónicos	3.02.05.001.C, D, E, F y G
Instalación del sistema de señalización	3.02.06.001.E
Instalación del sistema de mando centralizado	3.02.07.001.E
Materiales y productos para estructuras de vías	4.02.01.001
Materiales y productos para redes electrónicas	4.02.01.003
Señalización	5.02.03.001
Mando centralizado	5.02.03.002
Pilotaje automático	5.02.03.004
Métodos de instalación. Conductores y canalizaciones	RIE-SECOFI Capítulo 3 Secciones 301, 302 y 303

002.C MATERIALES

Los materiales necesarios para los trabajos de instalación del sistema de PA deberán cumplir con lo indicado en la cláusula correspondiente de 3.02.05.001 de "Introducción a la instalación de sistemas electrónicos".

002.D EQUIPO

Véase cláusula de equipo en 3.02.05.001 de "Introducción a la instalación de sistemas electrónicos".

002.E REQUISITOS DE EJECUCION

La instalación de los equipos estará a cargo del proveedor y durante el montaje el Representante podrá verificar en todo momento que la instalación de los equipos se ejecute respetando las prescripciones y compromisos estipulados en la presente especificación.

Se coordinarán los trabajos de las diversas disciplinas que toman parte en la obra, con la finalidad de establecer o cumplir un programa en el cual se indique la secuencia de incorporación de cada grupo de trabajo, con el fin de encadenarse armoniosamente y así evitar que se instalen los equipos cuando aún las condiciones de la obra no son las

adecuadas. Esta planeación indicará las diferentes obligaciones del PA, así como las que impone ésta a las otras disciplinas.

El proveedor del PA deberá ponerse de acuerdo con los proveedores del material rodante, señalización, mando centralizado y con el Representante, para la definición y requerimientos de las fronteras.

Todos los elementos a instalar deberán encontrarse en buenas condiciones, con su embalaje íntegro, completos y con todos sus componentes en buen estado.

Toda área de trabajo se recibirá totalmente limpia, libre de objetos que dificulten las maniobras, provista de las preparaciones requeridas y establecidas por proyecto así como de los servicios que requiera el instalador, tales como alumbrado adecuado, suministro de energía eléctrica, etcétera.

En lo concerniente a locales técnicos, éstos se deberán recibir totalmente terminados y limpios, con las preparaciones marcadas en el proyecto y verificadas por supervisión, con ductos y trincheras perfectamente protegidos, libres de obstrucciones y basura, además de contar con todos los servicios que para tal efecto requiera el instalador.

Todas las preparaciones deberán corresponder a las indicadas en los planos de proyecto; la supervisión deberá verificar esto y en caso de que, por necesidades de la obra hayan surgido modificaciones, éstas deberán estar asentadas en proyecto y aprobadas por el Representante.

El fabricante de los equipos tiene a su cargo todos los trabajos necesarios para la realización de las instalaciones de PA definidos a continuación:

— El cableado y conexión hasta los diferentes armarios de cada local técnico.

— El cableado de alimentación eléctrica en locales técnicos, desde el tablero U, hasta los equipos.

— Asímismo, están a cargo del proveedor las pruebas, preparaciones y arreglos necesarios para éstas, la puesta en servicio de los equipos y la asistencia técnica al mantenimiento.

El Representante tendrá a su cargo vigilar que se ejecuten los trabajos siguientes:

— Trayectorias de cables principales en charolas o ductos a todo lo largo de la línea sobre muros laterales.

— Los cruces principales debajo de las vías a nivel de estaciones.

— El acondicionamiento de las obras secundarias de los locales, con exclusión de los trabajos necesarios para el montaje de los equipos de PA.

— La alimentación de corriente alterna en locales técnicos, en baja tensión en un tablero de distribución llamado U.

— La realización de los trabajos para la instalación de las vías y el acondicionamiento de éstas para el montaje posterior, por parte del proveedor, de los equipos instalados en ellas.

002.E.01 PREPARACIONES Y FRONTERAS

El proyecto indicará con detalle las preparaciones que Obra Civil y las demás disciplinas deberán considerar, que en términos generales y salvo otra indicación deberán cumplir lo siguiente:

a) Vía

1. El tipo de PA actualmente utilizado, necesita la preparación de la barra guía para la instalación del canal de transmisión, por medio de un dispositivo emisor colocado dentro de una canaleta de leucoleno y deberán considerarse las preparaciones necesarias para el uso de otro sistema, que pudiera ser mediante un canal de transmisión colocado en el interior de las vías. Estas preparaciones forman parte de las interfaces, con la disciplina de vías en el caso de la instalación con balasto y durmientes y con ingeniería civil en caso de fijación directa sobre concreto.

2. En los puntos donde no existe barra guía a la derecha ni a la izquierda, como es el caso de algunos aparatos de vía, se harán las preparaciones necesarias para la instalación del canal de transmisión, ya sea mediante soportes de madera o en forma subterránea.

3. Se considerarán también las preparaciones para el paso de cables y para cajas de distribución.

b) Local técnico

1. Las preparaciones a nivel del local técnico consistirán básicamente en las interfaces que tienen los armarios de PA con las otras disciplinas. En cuanto a los requerimientos del propio local serán los que se indican en el párrafo 3.02.06.001.E.01.a.

2. La interfaz con señalización consistirá en las informaciones dadas por ésta, las que se realizarán a través de contactos secos cuyo intervalo de operación será de 0.5 A para 127 V CA y 0.2 A para 5 V CC, 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 realizarán 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

3. Se deberán prever las fronteras con el mando centralizado, las que serán a nivel de los armarios en el local técnico.

— El mando centralizado dará a través de contactos de relevadores, las siguientes informaciones al armario de pilotaje automático:

Despacho bajo orden, DBO

Marcha acelerada, A 2

Marcha acelerada, A 1

Marcha normal, N

Marcha lenta, R

Marcha lluvia, V

Mando inicialización

— Los contactos deberán soportar un voltaje de 24 V CC y una corriente de 2 A como máximo.

4. Fronteras con baja tensión. El Representante pondrá a disposición del proveedor en los locales técnicos, la tensión de alimentación capaz de suministrar a los equipos la energía necesaria para su funcionamiento.

   Esta alimentación será de 220 V CA, trifásica y se entregará en un tablero de distribución llamado U.

002.E.02 EQUIPO FIJO

Se instalará de tal manera que cada interestación constituya un conjunto independiente de las estaciones adyacentes con el objeto de asegurar una buena disponibilidad y facilitar su mantenimiento. Además se considerará lo siguiente:

a) Equipo en vía

1. El equipo que se instalará en las vías estará constituido por un canal de transmisión, el cual incluirá los diferentes elementos de conexión, distribución y acoplamiento que se utilizarán y dependerá de un medio transmisor fijado a lo largo de las vías; éste será el medio por el cual se controle la velocidad de los trenes y para tal efecto existirán programas de marcha y de paro.

2. En estos programas de marcha la frecuencia portadora de 135 kHz, será modulada por diferentes bajas frecuencias BF; éstas serán las informaciones transmitidas al tren para permitir su circulación.

b) Equipo en local técnico

1. Después de la entrega del local, y una vez que se ha realizado la Obra Civil, se instalarán los armarios sobre las preparaciones dejadas ex profeso y ya colocados sobre su base, se procederá al cableado utilizando las preparaciones dejadas para el paso y llegada de cables; los cableados a efectuar serán a los gabinetes de señalización, mando centralizado y a los de las estaciones adyacentes.

2. Se proveerá a los armarios de alimentación de energía eléctrica proveniente del tablero preferencial.

3. En cuanto a la alimentación en corriente directa de las instalaciones fijas, éstas deberán ser tratadas con un alto grado de fiabilidad, de tal manera que su disponibilidad garantice su energización permanente.

4. La alimentación se realizará normalmente en corriente alterna trifásica con una tensión de 220 volts.

c) Cableado

1. Ductos y canalizaciones. En su mayoría los soportes para cables no están incluidos en el contrato con el proveedor. Deberán cumplir en forma general con lo que se indica en el Capítulo 3, Métodos de instalación, conductores y canalizaciones, del Reglamento de Instalaciones Eléctricas en las secciones que correspondan de acuerdo al material de los ductos y canalizaciones que indique el proyecto; salvo indicación contraria, estarán constituidos:

   — En túnel, por canaletas y charolas metálicas fijadas a los muros.

   — En estación por charolas y ductos bajo andén.

   — Por ductos en los cruces de vía.

2. Tanto el cableado de alimentación eléctrica como el de enlace entre los equipos deberán cumplir de manera general lo establecido en el Capítulo 3, Métodos de instalación, conductores y canalizaciones del Reglamento de Instalaciones Eléctricas, secciones 301, 302 y 303, en lo que corresponda de acuerdo al tipo de conductor indicado por el proyecto. De manera particular el cableado deberá cumplir con lo siguiente:

   2.1 La distancia entre dos empalmes sucesivos será normalmente de la longitud contenida en los carretes y en ningún caso inferior a 100 metros.

   2.2 En los extremos, los hilos serán cubiertos directamente sobre las cajas de conexiones con fijación robusta y firme del cuerpo del cable.

   2.3 Si se emplean cables múltiples, cada uno de ellos deberá tener una identificación de acuerdo a los esquemas; esta identificación deberá realizarse empleando etiquetas impresas protegidas por un adhesivo transparente. El número de identificación deberá ser visible sin importar cuál sea la posición del cable, conjunto o equipo. Además, para cada borne al que lleguen un mínimo de dos conductores, deberá contarse con una identificación complementaria que permita distinguir cada uno de ellos.

   2.4 Por otra parte, en las fronteras con los equipos de señalización, mando centralizado, etc., cada cable deberá tener una iden-

tificación acorde con la referencia de los equipos involucrados. Los esquemas de principio de estas fronteras deberán someterse a la aprobación del Representante.

2.5 Una vez que los cables hayan pasado, el constructor deberá tapar cuidadosamente los extremos de los ductos mediante un tapón ligeramente cementado para evitar el acceso a roedores y otras plagas.

2.6 Algunas canalizaciones menores para cables secundarios en las vías, estarán a cargo del proveedor.

2.7 Instalación de cables principales. Las uniones estarán prohibidas en los ductos y debajo de los andenes:

— Los empalmes y extremidades serán realizados conforme a las recomendaciones dadas por el fabricante del cable.

— Los empalmes serán totalmente impermeables.

— En los empalmes, la continuidad de los hilos será asegurada por soldadura. Además, los flejes y las pantallas serán puestas 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.

002.E.03 EQUIPO EMBARCADO

En los trenes equipados con el sistema de PA existirán los siguientes modos de conducción, cuyo orden prioritario será:

— Pilotaje Automático, PA

— Conducción Manual Controlada, CMC

— Conducción Manual Limitada, CML

— Conducción Manual Restringida, CMR

— Conducción Libre Limitada a T 2, CLT2

a) Instalación de circuitos de baja, media y alta frecuencia (BF, MF y HF), a bordo de los trenes.

1. Los circuitos BF, MF y HF serán alimentados generalmente a partir de una batería del tren.

2. Para evitar las perturbaciones se filtrará la alimentación con un dispositivo conveniente, como filtro pasa bajo, desacoplamiento, etc. Aun el mismo circuito puede ser la causa de corrientes parásitas, ya sea por inducción o por acoplamiento capacitivo.

3. Las uniones de los circuitos se realizarán con cable blindado a partir de los polos positivo o negativo de las baterías del tren.

4. Se deberán blindar las uniones entre los diferentes elementos constitutivos del o de los circuitos. Estas disposiciones son imperativas, cuando los circuitos de entrada o de salida son de alta impedancia y si los conductores de unión van conjuntamente con el cableado del tren.

5. Los circuitos de baja impedancia podrán no ser blindados, excepto si el proveedor de los equipos lo exige por razones de seguridad de funcionamiento.

6. La distribución en los trenes se efectuará con negativo a la masa y los circuitos BF, MF y HF podrán ser igualmente distribuidos con negativo a la tierra; de efectuarse esto será necesario reducir al mínimo el número de tierras utilizadas y unirlas entre sí con un conductor de grueso calibre.

7. En el caso de partes u órganos de unión directa se podrá mejorar el circuito colocando uno o varios transformadores de aislamiento que evitarán la retroalimentación de la salida a baja impedancia en la entrada de alta impedancia.

8. En general cuando el dispositivo es local (sólo en un carro), se deberán efectuar uniones multifilares aisladas de la tierra.

002.E.04 PRUEBAS

Una vez que se ha terminado el montaje de los equipos se elaborará y aprobará, conjuntamente entre el Representante y los proveedores, un programa general de pruebas, que tendrán por objeto garantizar el buen funcionamiento de los equipos y la seguridad de sistemas existentes; dichas pruebas se harán bajo la responsabilidad del Representante. El proveedor proporcionará los equipos y el personal necesario para su realización.

Las pruebas de funcionamiento, que deben ejecutarse sobre líneas en operación, serán realizadas de manera que no provoquen perturbación y estarán sujetas a un acuerdo por parte del Representante; el proveedor aceptará el contenido, la programación y la coordinación de dichas pruebas establecidas por parte de éste.

a) Pruebas estáticas. Estas pruebas se realizarán en zonas de bloque, zonas de maniobra, servicios provisionales, enlaces, talleres y zonas de garage. Como ya se dijo anteriormente, para realizarlos se deberá contar con alimentaciones, cableado de los armarios de PA, señalización y mando centralizado a nivel de local técnico; las informaciones de mando de itinerarios, CDV y KO se simularán, ya sea en el TCO o en los propios bastidores de señalización.

Con todo esto y los cuadernos de pruebas estáticas se procederá a la verificación de las instalaciones de PA, con sus respectivas interfaces.

Una vez realizadas, y si las otras disciplinas lo permiten, se procederá a las pruebas dinámicas de PA.

En forma general las pruebas estáticas consistirán en verificar lo que se indica a continuación:

1. Cableado.

2. Alimentación, presencia de tensión y consumo.

3. Cartas electrónicas, buena posición, protección y homologación.

4. Borneros, presencia de todas las informaciones.

5. Información de señalización, mando de itinerarios y señales (KO).

6. Informaciones de mando centralizado, DBO, marchas y mando de inicialización.

7. Transferencia de informaciones entre armarios.

b) Pruebas dinámicas. Se harán de acuerdo a lo establecido en el cuaderno de pruebas correspondiente, el cual será elaborado por el Representante y deberá cumplir las condiciones marcadas por proyecto en cuanto a los modos de conducción requeridos.

c) Recepción provisional. Una vez que se ha verificado el buen funcionamiento de los equipos, el Representante conjuntamente con el proveedor elaborarán una acta de recepción provisional antes de hacer la entrega a los servicios de operación. Esta acta comprenderá:

— Los resultados de los cuadernos de pruebas.

— Las reservas emitidas.

— La aprobación del Representante para permitir la operación del sistema.

002.F SISTEMA DE MEDICION

La instalación del sistema de PA se medirá de acuerdo a lo establecido en la cláusula correspondiente de la especificación 3.02.05.001 de "Introducción a la instalación de sistemas electrónicos".

002.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Serán de acuerdo a lo que se indica en la cláusula correspondiente de la especificación 3.02.05.001 de "Introducción a la instalación de sistemas electrónicos"

CAPITULO 3.02.06.001

INSTALACION DEL SISTEMA DE SEÑALIZACION

001.A DESCRIPCION

Se describen los trabajos necesarios para la colocación y montaje de los equipos del sistema de señalización, que tiene como objetivo mantener la seguridad en el recorrido de los trenes del Metro de la Ciudad de México. Así mismo, incluye el suministro eléctrico a los equipos que así lo requieran y el enlace o cableado entre local técnico, campo y local del tablero de control óptico (TCO), en terminales.

De manera general el sistema que se instalará, estará constituido por lo siguiente:

a) Equipo en local técnico

1. Equipo para alimentación, constituido por un armario de alimentación, cargador y banco de baterías (en zonas de maniobra).
2. Bastidores, de control para tratamiento de la lógica de seguridad y de interfaces (en zona de maniobras).
3. Cableado.

b) Equipo en campo

1. Señales.
2. Indicadores diversos.
3. Conexiones inductivas.
4. Motores de agujas.
5. Cofres de socorro.
6. Controladores.
7. Cofres de repartición.
8. Cofre de botones de mando.
9. Cableado.

c) Equipo en local de TCO

1. Pupitre de mando.
2. Tablero de control óptico (TCO).
3. Cableado.

d) El tipo, cantidad, características y arreglo definitivo de los elementos indicados en los incisos anteriores serán de acuerdo a las indicaciones de proyecto.

001.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Instalación de rieles	3.02.02.004.E
Instalación de pista	3.02.02.005.E
Instalación de aparatos de vía	3.02.02.007.E
Instalación de redes eléctricas en baja tensión	3.02.04
Instalación del sistema de pilotaje automático	3.02.05
Pista de rodamiento	4.02.01.001.C
Riel de seguridad	4.02.01.001.D
Juntas aislantes	4.02.01.001.M
Aparatos de vía	4.02.01.000.Ñ
Materiales y productos para redes eléctricas	4.02.01.002
Conductores para redes electrónicas	4.02.01.003.D
Señalización	5.02.03.001
Proyecto y protección de instalaciones, puesta a tierra	Capítulo 2 RIE-SECOFI
Métodos de instalación, conductores y canalizaciones	Capítulo 3 RIE-SECOFI
Introducción a la instalación de sistemas electrónicos	3.02.05.001

001.C MATERIALES

Cumplirán con lo indicado en la cláusula respectiva de la especificación 3.02.05.001 de "Introducción a la instalación de sistemas electrónicos".

001.D EQUIPO

Deberá referirse a lo establecido en la cláusula correspondiente de la especificación 3.02.05.001 de "Introducción a la instalación de sistemas electrónicos".

001.E REQUISITOS DE EJECUCION

Previamente al inicio de los trabajos se deberá verificar y en su caso corregir e inclusive rechazar, lo que se indica a continuación:

a) Conforme al programa de instalación se coordinarán las tareas de las diversas disciplinas que intervienen en la obra, con la finalidad de encadenarse armoniosamente y así evitar que se instalen los equipos cuando aún las condiciones de la obra no sean las adecuadas. Esta planeación deberá indicar las diferentes obligaciones de señalización, así como las que impone ésta a las otras disciplinas.

b) Las relaciones de interdependencia entre la señalización y las otras disciplinas imponen límites bien definidos de las intervenciones, tanto a nivel de suministros como a nivel de las instalaciones requeridas por estas disciplinas. Estos límites deben ser descritos con precisión en los contratos con los Contratistas.

c) Todos los elementos por instalar deberán encontrarse en buenas condiciones, con su embalaje íntegro, completos y con todos sus componentes en buen estado.

d) Toda área de trabajo se recibirá totalmente limpia, libre de objetos que dificulten las maniobras, provista de las preparaciones requeridas y establecidas por el proyecto, así como de los servicios que requiera el instalador, tales como alumbrado y suministro de energía eléctrica definitivos, etcétera.

e) En lo concerniente a los locales técnicos, se deberán recibir totalmente terminados, limpios, con las preparaciones marcadas en el proyecto y verificadas por la supervisión, con ductos, canalizaciones, charolas y trincheras perfectamente tapadas y libres de obstrucciones y basura. Además, se deberá contar con todos los servicios que para tal efecto requiera el instalador, tales como alumbrado, suministro de energía eléctrica, etcétera.

f) Todas las preparaciones deberán corresponder a lo indicado en los planos de proyecto; la supervisión las verificará y en caso que por necesidades de la obra hayan surgido modificaciones, éstas deberán estar asentadas en el proyecto y haber sido aprobadas por el responsable de éste.

El fabricante de los equipos tendrá a su cargo todos los trabajos necesarios para la realización y puesta en servicio de las instalaciones de señalización definidos a continuación:

— El cableado y soldadura de los cables de polaridad, así como el equilibrio de los circuitos de vía.

— La instalación de todo el equipo y materiales que utiliza el sistema de señalización, tanto en línea como en locales técnicos y TCO.

— Las pruebas, preparaciones y sus arreglos necesarios, la puesta en servicio de los equipos y la asistencia técnica al mantenimiento.

Los siguientes conceptos, quedan fuera del alcance de trabajo del proveedor de señalización:

— Instalación de charolas o ductos a todo lo largo de la línea sobre muros laterales.

— Construcción de canalizaciones subterráneas para los cruces principales debajo de las vías, a nivel de estaciones.

— El acondicionamiento de las obras secundarias de los locales (con exclusión de los trabajos necesarios para el montaje de los equipos de señalización).

— La alimentación de corriente alterna de la subestación de baja tensión al tablero preferencial y cableado hasta los equipos de señalización en locales técnicos.

— La realización e instalación de las juntas aislantes, así como la instalación de las conexiones longitudinales (continuidad eléctrica del sistema de rodamiento en riel y pista).

— Instalación y ajuste de los cerrojos en aparatos de vía asociado a la instalación de los motores de aguja.

001.E.01 PREPARACIONES

El proyecto indicará en detalle las preparaciones que la Obra Civil y las demás disciplinas deberán considerar, y que en términos generales y salvo otra indicación deberán cumplir con lo siguiente:

a) Conexiones inductivas. El tipo de circuito de vía utilizado necesita la preparación en cada una de sus extremidades, de un sitio para la colocación de una conexión inductiva instalada en el eje de la vía. Esta preparación forma parte de las interfaces con la disciplina de vías, en el caso de la instalación del sistema de vías con balasto y durmientes y con la Obra Civil, en el caso de fijación directa sobre concreto. Además, la disciplina de vías colocará las diferentes juntas aislantes, como límites de circuito de vía, ya sean del tipo operativas o técnicas, las cuales serán definidas en el proyecto.

b) Motores de agujas. La disciplina de señalización suministrará el motor de mando de las agujas y la disciplina de vías deberá hacer las preparaciones necesarias a nivel de los aparatos de vía para que este motor pueda ser instalado. Además, en función de la palanca de mando y de las dimensiones del motor, el servicio de la vía debe indicar las preparaciones necesarias a nivel de Obra Civil.

c) Cableado. En la instalación de las vías se preverán las preparaciones para el paso de cables de la siguiente manera:

— Entre la base de los pies derechos y los ejes de las vías para el paso de los cables de los circuitos de vía.

— Entre los ejes de las vías para el paso de los cables de las conexiones equipotenciales.

— Entre las diversas filas de rieles para el paso de los cables adicionales de polaridad.

001.E.02 EQUIPOS EN LOCAL TECNICO

Los elementos del local técnico deberán ser instalados de acuerdo con las indicaciones de proyecto, además de considerar los siguientes aspectos:

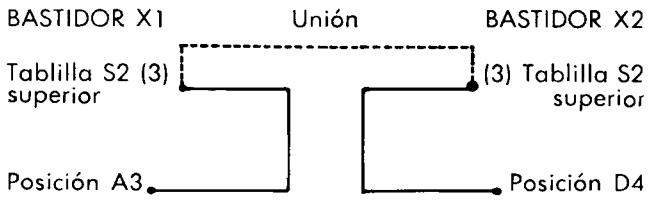
a) Armarios de alimentación y bastidores. El armario de alimentación, el gabinete del cargador y banco de baterías, así como los bastidores, deberán ser instalados perfectamente alineados y pegados unos a otros con la finalidad de permitir el paso de cables entre ellos.

1. La conexión de circuitos a los repartidores de alimentación deberá cumplir con:

— Lado positivo (o fase), por medio de un fusible.

— Lado negativo (o neutro), por medio de un borne.

2. Cableado de bastidores. 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, se utilizarán 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 tendrá la siguiente secuencia:



— Todo el cableado de los armarios deberá estar identificado en cada punta de cada hilo, donde se marque su origen y destino.

— La alimentación a los equipos alojados en los bastidores será por su parte inferior utilizando repartidores, que a su vez se conecten 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 cables exteriores e interiores se realiza en tablillas o borneros (con puente móvil) en la parte inferior de los bastidores.

— En estaciones de paso las interfaces están previstas en regletas, colocadas en la parte superior de los bastidores de señalización y en estaciones de maniobra, sobre el bastidor de interfaces. Las regletas y el cableado de los equipos de señalización serán responsabilidad del proveedor.

001.E.03 EQUIPO EN CAMPO

Los elementos instalados fuera del local técnico y del puesto de maniobra local en terminales, deberán ser instalados de acuerdo a las indicaciones de proyecto, además de considerar lo siguiente:

a) Señales. En la instalación de señales deberá respetarse el gálibo dinámico de 30 cm en los costados del tren para instalación lateral, 5 cm en su parte inferior y 20 cm en su parte alta para instalación superior, entendiendo el gálibo dinámico como la distancia mínima entre el tren en movimiento y las instalaciones fijas.

1. En donde no exista muro las señales serán fijadas mediante postes, debiendo quedar éstos totalmente rígidos y respetando los gálibos indicados anteriormente.

2. La apertura de las puertas de los equipos en mantenimiento no deberá interferir con el gálibo dinámico del tren, debiendo considerar 30 cm para instalación lateral y 10 cm para instalación superior.

3. En todas las instalaciones es necesario respetar el gálibo dinámico del tren, tanto horizontal como verticalmente. Para una señal vertical la altura de la unidad luminosa roja será de 2.80 m, medidos del hongo del riel (nivel rasante) al eje horizontal de esta unidad. Para una señal horizontal la altura será la que indique el proyecto correspondiente.

4. En la colocación de la señal se deberá considerar una distancia de visibilidad mayor o igual a la distancia de seguridad.

5. Se deberá hacer lo necesario para mejorar la visibilidad de las señales a 3.00 m frente a ellas y al centro de la vía, sin decremento de la buena visibilidad de la señal a partir de la distancia de visibilidad.

6. Las señales en estación se deberán instalar de tal manera que se tenga una perfecta visibilidad de la señal de salida desde la de entrada.

7. Cuando la ubicación de una señal coincida con el vértice o quiebre de las charolas, deberá instalarse a 50 cm antes de dicho vértice.

8. En todos los casos la junta aislante deberá quedar en el mismo cadenamiento que las señales, pero si por algún motivo esto no fuese posible, se respetará la colocación de la junta debiéndose desplazar la señal $\pm$ 50 cm, o bien lo que de común acuerdo establezcan el proyecto y el Representante.

9. En toda señal de maniobra en que se deba instalar un cofre de mando local de maniobras,

éste deberá estar a 3.00 m antes de la señal y junto al teléfono de maniobra.

10. Las señales instaladas en tramos superficiales y elevados se deberán proveer de visera y pantalla, asi como de un deflector óptico que mejore la visibilidad al pie de la señal.

11. Junto a cada señal deberá instalarse una escalera de material aislante que permita el acceso para el mantenimiento de las señales; dicha escalera deberá soportar un mínimo de 1.71 kN (175 kg).

12. Todas las señales deberán sujetarse por medio de pernos de anclaje. Todos los anclajes deberán quedar en perfecto estado, cualquiera que sea la naturaleza del material en que se realicen; así mismo, se reconstruirá cualquier revestimiento que sea afectado durante la instalación.

b) Indicadores diversos. Para la instalación de los indicadores diversos deberán respetarse las indicaciones de proyecto en cuanto a su arreglo, distancias y altura de colocación, sin invadir el gálibo dinámico de 30 cm al costado del tren.

1. En donde no exista muro los indicadores serán instalados mediante postes, debiendo quedar totalmente rígidos.

2. Se deberá hacer lo necesario para mejorar la visibilidad de los indicadores a 3.00 m frente a ellos y al centro de la vía, sin decremento de la buena visibilidad a partir de la distancia de visibilidad.

3. Los indicadores instalados en tramos superficiales y elevados se deberán proveer de visera y pantalla.

4. Todos los indicadores deberán sujetarse con pernos de anclaje y éstos quedarán en perfecto estado cualquiera que sea la naturaleza del material en que se realicen; así mismo, se deberá reconstruir cualquier revestimiento afectado durante la instalación.

c) Conexiones inductivas. En la instalación de las conexiones inductivas (CI) deberá respetarse un gálibo de 5 cm entre la parte baja del tren y el nivel de rasante. La distribución en línea de estas CI será de acuerdo a los planos de aislamiento de vía y polaridad de proyecto.

1. Los enlaces CI — riel se harán por medio de dos cables de 240 mm^2 para CI de 1400 A y con tres cables para las CI de 2000 amperes.

2. Los cables antes mencionados deberán conectarse a las CI sobre las tomas extremas del embobinado del cable grueso por medio de terminales planas y de pernos galvanizados y a los rieles por medio de soldadura aluminotérmica, indicada por el proyecto y aprobada por el Representante.

3. En desvíos y comunicaciones se instalarán atornillados por medio de terminales planas y de pernos galvanizados con conductores equipotenciales, a razón de dos para CI de 1400 A y tres para CI de 2000 A, en donde el proyecto lo indique.

d) Motores de agujas. Serán instalados en las preparaciones dejadas a nivel de los aparatos de vía. El arreglo de estos motores, así como sus dimensiones definitivas serán los que indique el proyecto.

e) Cofres de socorro. Se instalarán los cofres de socorro a razón de uno por desvío o comunicación; cada cofre será identificado con el mismo número del de los aparatos de vía que gobierne. La instalación de estos cofres será de acuerdo a lo indicado por el proyecto y considerando lo siguiente:

1. Los cofres instalados en líneas aéreas serán equipados con visera y contrapuerta, además de una llave especial aprobada por el Representante.

2. Para el cableado de alimentación eléctrica de socorro se deberá prever una caja registro, con reducción de diámetro de tubería para derivación hacia el cofre.

f) Controladores de posición de aguja. El proveedor tendrá a su cargo el suministro e instalación de todos los controladores y accesorios de montaje que aseguren el control de las agujas, conforme a los cerrojos mecánicos de éstas y que no son parte de los alcances del proveedor de señalización, sino del proveedor de vías.

g) Cofres de repartición. Se instalarán en la cercanía de las señales con la finalidad de enlazarlas con el cableado proveniente de los bastidores en local técnico; se deberán instalar de acuerdo a las indicaciones del proyecto y respetando los gálibos establecidos por éste.

h) Cofres de mando local. En las zonas de maniobra que no cuentan con pupitre y TCO (servicios provisionales y enlaces), se instalarán a 3.00 m antes de las señales los cofres de botones de mando y estarán provistos de los botones de mando y anulación que indique el proyecto operativo. La ubicación, así como las indicaciones para su instalación, serán las que señale el proyecto, debiéndose respetar los gálibos establecidos por éste.

i) Cableado. En la instalación de los equipos instalados en campo, el cableado será tanto para enlace entre éstos, el local técnico y local del TCO (en terminales) y deberá cumplir de manera general con lo establecido en el Capítulo 3 "Métodos de instalación, conductores y canalizaciones", del Reglamento de Instalaciones Eléctricas, Secciones 301, 306 y 311, en lo que corresponda de acuerdo al tipo de conductor y de canalización indicados por el proyecto.

1. En forma particular, para el cableado se deberá cumplir con lo siguiente:

— Todos los circuitos exteriores serán agrupados en cables con una repartición tal que conserve la seguridad.

— Todos los cables en campo serán guiados por charolas, canaletas, ductos o tubos que protejan el cableado; no forman parte del alcance del proveedor el suministro y colocación de la red de charolas y/o canaletas requeridas para cada vía, así como las canalizaciones subterráneas en los cruces principales de vías, los cuales deberán estar listos y aprobados por el Representante, antes de la colocación de los cables.

— Por otra parte, todos los cables instalados fuera de los elementos citados anteriormente serán responsabilidad del proveedor.

— En todo el cableado se deberá guardar un 20 por ciento para reservas.

— No se aceptarán empalmes de cables en bajo andén ni dentro de ductos; estos empalmes no deberán ser realizados a menos de 100 m del más próximo.

001.E.04 EQUIPO EN LOCAL DEL TCO

Los elementos instalados en el local del TCO deberán ser instalados según las indicaciones dadas por el proyecto, siendo responsabilidad del proveedor, el cableado a los equipos, la colocación y montaje, pruebas y puesta en servicio, debiendo considerar lo siguiente:

a) Tablero de Control Óptico. El TCO y el pupitre serán instalados sobre uno o dos muebles, según el caso y reservando un área a la izquierda de la platina de mando de itinerarios para la instalación telefónica.

1. El TCO se instalará respetando el trazo y la orientación geográfica de vías y señales, es decir, la cola en el TCO corresponderá a la cola de la estación.

2. La ubicación del TCO deberá ser tal que en terminales de dos vías con dos andenes el operador quede de espaldas a la vía de salida.

3. En las terminales de tres vías con dos andenes, el TCO quedará instalado de tal manera que el operador quede de espaldas a la vía central.

4. En la instalación del TCO no se deberá afectar la visibilidad del operador, por lo que se tendrá cuidado de ubicarlo a la distancia y con el ángulo apropiados en función de la dimensión, luminosidad de indicadores luminosos, distribución, posición y calidad de símbolos y figuras del TCO, mediante un estudio ergonómico.

5. Se deberá considerar la accesibilidad en cuanto a la posición de órganos de mando con respecto al operador, para facilitar la distinción de los botones del mismo tipo pero de funciones diferentes, y la maniobrabilidad de los órganos de mando.

6. Las uniones entre los equipos de telemando y telecontrol y el cableado de señalización (bastidores) de un puesto de maniobras se asegurará por medio de un bastidor de interfaz.

b) Cableado. Deberá cumplir de manera general lo establecido en el Capítulo 3, "Métodos de instalación, conductores y canalizaciones", del Reglamento de Instalaciones Eléctricas, Secciones 301, 306 y 311.

1. Los cables de control empleados serán de acuerdo a lo indicado en la cláusula 4.02.01.003.C "Conductores para redes electrónicas"; para estos cables, el forro de protección exterior será de color verde. La instalación del cable estará a cargo del proveedor del equipo de señalización.

2. Los cables de potencia de uso rudo serán conforme a las normas HN32-80, IPCEA, ICEA, UL-62.

3. Los cables de control y potencia deberán ser de producción nacional, por lo que el proveedor asignado tendrá en su oportunidad la especificación correspondiente.

4. El hilo de cableado utilizado en los chasis será del tipo CVZ.

5. Para la instalación del cable de control, el radio mínimo de curvatura será de 20 veces el diámetro total del cable, en milímetros.

001.E.05 TOLERANCIAS

En la instalación de los elementos del sistema de señalización, así como en las preparaciones se permitirán las siguientes tolerancias:

a) Preparaciones. En la colocación de las charolas para conducción de los cables, la distancia entre sus soportes tendrá una tolerancia de + 10 centímetros.

b) Señales

1. En la colocación lateral será respetando el gálibo dinámico de 30 cm, como mínimo.

2. En la altura de las luces en instalación lateral, será de 2.80 m, desde el nivel de rasante hasta el eje de la primera luz (roja).

3. En el desplazamiento horizontal longitudinal a la vía, se permitirá una tolerancia de $\pm$ 50 centímetros.

c) Cofre de botones de mando. La ubicación de éste con respecto al punto normal de paro, será de 3.00 m antes de la señal $\pm$ 50 cm y lo más próximo posible al teléfono de maniobra.

d) Bastidores. El área libre detrás de los bastidores será de 80 cm, como mínimo.

001.E.06 PRUEBAS

Las pruebas generales de las instalaciones y las pruebas de recepción provisional se efectuarán en la semana siguiente a la notificación al Representante por parte del proveedor. Estas pruebas serán dirigidas por el Representante, quien verificará todo lo que considere necesario, cerciorándose en particu-

lar de que cada función esté correcta según los cuadernos de pruebas.

a) El proveedor deberá poner a disposición del Representante el personal necesario y el conjunto de los medios y materiales de ejecución para las pruebas, tal como herramientas, equipo de medición, etc. Estas pruebas de recepción serán de dos tipos: pruebas técnicas y pruebas funcionales.

   1. Pruebas técnicas. Tienen por objeto verificar la calidad de las instalaciones del puesto y de la línea, así como la conformidad de sus características técnicas con el pliego de las condiciones técnicas y los cuadernos de prueba.

      Serán precedidas por una visita detallada de las instalaciones, durante la cual se examinará el aspecto de los equipos, las cantidades de los materiales instalados, etcétera.

      Se efectuarán conforme a un pliego de pruebas y cuadernos de pruebas, elaborados por el proveedor y sometidos para la aprobación y eventuales complementos del Representante, con un plazo de 30 días antes de iniciar el periodo de pruebas.

   2. Pruebas funcionales. Tienen por objeto verificar la conformidad del funcionamiento de las instalaciones de acuerdo con el pliego de condiciones previstas.

   3. Después de todas las pruebas de recepción, y si éstas son satisfactorias, empezará un periodo probatorio con una duración mínima de un mes. Este periodo probatorio consiste esencialmente en marchas en vacío que permitan comprobar el buen funcionamiento de las instalaciones, antes de ponerlas en servicio.

001.F SISTEMA DE MEDICION

El sistema de señalización se medirá como se indica en la cláusula correspondiente de la especificación 3.02.05.001 de "Introducción a la instalación de sistemas electrónicos".

001.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Serán como se indica en la cláusula correspondiente de la especificación 3.02.05.001 de "Introducción a la instalación de sistemas electrónicos".

CAPITULO 3.02.07.001

INSTALACION DEL SISTEMA DE MANDO CENTRALIZADO

001.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de trabajos que deberá realizarse para la implantación de los equipos y dispositivos que conforman el sistema de mando centralizado de tráfico de trenes del Metro de la Ciudad de México.

001.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Instalación del sistema de pilotaje automático	3.02.05.002.E
Instalación del sistema de señalización	3.02.06.001.E
Instalación del sistema de telecomunicaciones	3.02.08
Instalación del sistema de tracción	3.02.10.001.E
Charolas soporte tipo escalera	4.02.01.002.C.01
Conductores para redes electrónicas	4.02.01.003.D
Mando centralizado	5.02.03.002

001.C MATERIALES

Los materiales deberán cumplir con lo establecido en la cláusula correspondiente de la especificación 3.02.05.001 de "Introducción a la instalación de sistemas electrónicos".

001.D EQUIPO

Los trabajos de instalación deberán efectuarse de acuerdo con la cláusula correspondiente de la especificación 3.02.05.001 de "Introducción a la instalación de sistemas electrónicos".

001.E REQUISITOS DE EJECUCION

001.E.01 IMPLANTACION DE LOS EQUIPOS

Para todas las instalaciones en túnel, el proveedor deberá considerar una humedad muy elevada antes de la puesta en servicio de la línea.

Las instalaciones en tramo superficial o elevado, tales como ruptores de emergencia, numeradores, cables, etc., se encuentran expuestas a la intemperie. Las instalaciones deberán estar diseñadas para asegurar un servicio permanente bajo temperaturas ambiente comprendidas entre 273 y 328 K (0 y 55°C) en los locales técnicos y entre 273 y 318 K (0 y 45°C) en el PCC. Para el caso particular de las computadoras de tráfico y gestión, éstas deberán instalarse en salas climatizadas, fuera del alcance del proveedor, que mantendrán una temperatura ambiente de 298 ± 2 K (25 ± 2°C) con una humedad relativa del 40 al 60 por ciento.

Los soportes metálicos donde van montados los equipos en la línea tales 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. Estos serán suministrados en su totalidad por el proveedor de mando centralizado.

Antes de iniciar la instalación de los equipos y sistemas de mando centralizado, el proveedor deberá revisar si los ductos, registros y soportes para el cableado previstos en el proyecto de obra civil, han sido adecuadamente ejecutados. En particular se deberán revisar los radios de curvatura y los diámetros de los ductos y tuberías para el cableado y verificar si éstos no están obstruidos. En caso de falta de alguno de estos preparativos o la obstrucción de algún ducto, el proveedor deberá comunicarlo inmediatamente al Representante para la corrección de esa anomalía.

a) Instalaciones en línea.

1. Armarios en estaciones. En cada estación se localiza un armario de mando centralizado MC, en un local cercano al andén, llamado local técnico, que es compartido con la señalización, el pilotaje automático y la telefonía de alta frecuencia, disciplinas con las cuales se tienen interfaces (ver inciso 001.E.03).

   En las instalaciones terminales, el volumen reservado para la ubicación de los armarios será el doble que el de las estaciones de paso.

   Los armarios deberán estar protegidos contra filtraciones de agua y el polvo, serán construidos en metal, utilizando lámina de calibre No. 14 tratada contra la corrosión, y dotados de puertas que deberán tener cerradura.

   Contendrán principalmente:

   — 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 y ubicación de los equipos dentro del armario deberá ser tal que permita realizar el mantenimiento con la mayor facilidad.

Deberán preverse dos tomas de corriente colocadas dentro de cada armario, con el fin de poder conectar un cautín y un sistema de iluminación portátil.

Se incluirá un compartimiento inferior que permita el almacenamiento de fichas técnicas y planos.

2. Indicadores DBO, SS/SSO, CUFS y velocidades del PA. 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 ser perfectamente visibles por el conductor del tren desde que entre a la estación. Su funcionamiento es intermitente y son montados o suspendidos en soportes metálicos protegidos contra la corrosión, debiendo ser suministrados por el proveedor de MC. Estarán firmemente sujetos a la losa o a la pared del túnel y su instalación se realizará teniendo cuidado de no invadir el gálibo dinámico del tren.

   Cada indicador incluye varias lámparas, dispuestas de tal manera que si alguna de ellas se funde, sea fácilmente localizable por el conductor para que pueda señalar la falla, pero dejando siempre visible la indicación. El dispositivo de intermitencia será de funcionamiento altamente confiable y con un periodo de 1 s (0.5 s encendido y 0.5 s apagado).

   Estos indicadores deberán llamar la atención del conductor en el punto de paro. Asimismo, están concebidos para un funcionamiento permanente.

   Las entradas y salidas de vías de enlace, así como los puntos 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 estarán previstas una cajas para alojar los circuitos necesarios para el funcionamiento de estos indicadores, con objeto de facilitar su mantenimiento. Estas cajas deberán colocarse a una altura sobre el nivel del andén definida por el proyecto, y deberán tener visibilidad hacia los cofres indicadores, por parte de la persona que realice el mantenimiento.

   El mando de los indicadores SS/SSO se efectúa localmente por medio del accionamiento manual 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. Puede ser accionado por el conductor mediante una llave triangular.

3. Numeradores. Estos dispositivos se encuentran ubicados en las terminales de línea de la siguiente manera:

   — En el local del TCO de terminal. Estos corresponden a los CDV de salida: CDV 22 (terminal a dos vías) y CDV 22 y 42 (terminal a tres vías).

   — En trasestación, en el andén de maniobra (CDV 14 para terminal a dos vías y CDV 24 para terminal a tres vías).

   Se instalarán también numeradores eventualmente en algunas posiciones de estacionamiento (CDV 34, 44, 54, 64, 84, etcétera).

   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 y serán suministrados por el proveedor de MC, utilizándose según sea el caso, soportes de pedestal o de pared.

4. Reloj indicador de salida. Existen uno o dos tableros indicadores en cada terminal, en el extremo del andén de salida hacia la línea (CDV 22 terminal a dos vías, CDV 22 y 42 para terminal a tres vías). Estarán orientados y diseñados de manera que la indicación sea fácilmente visible desde la cabina de conducción, en el punto de paro de salida.

   Los caracteres tendrán como mínimo 5 cm de alto, y se dispondrá de una visera para proteger eventualmente los visualizadores luminosos del alumbrado directo de los andenes de la estación o de la luz solar.

   Dentro del local del TCO de terminal se instalará un indicador repetidor que contenga las mismas informaciones, orientado hacia el operador del puesto de maniobra local, PML. Estos indicadores irán montados sobre soportes metálicos protegidos contra la corrosión, y serán suministrados por el proveedor de MC, sujetos firmemente a la pared o a la losa, sin invadir el gálibo dinámico de los trenes.

5. Sistema sonoro de salida. Estará integrado por timbres adecuadamente repartidos en el andén, de manera que sean audibles pero no ensordecedores desde cualquier punto. Estos timbres o campanillas, pueden ser alimentados con corriente alterna, y estarán incluidos dentro de los alcances del proveedor del MC.

6. Pedal de alarma de taquilla. Se instalarán en las taquillas principales y secundarias de las estaciones. Su accionamiento provocará 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 serán previstos ductos y registros en los pasillos o vestíbulos de la estación, los cuales estarán fuera de los alcances del proveedor.

En el Centro de Comunicaciones del PCC se instalará una platina por línea con indicadores luminosos, en donde se señalice el accionamiento de alguno de estos pedales en una estación determinada. Esta platina está comprendida en los alcances del proveedor.

7. Ruptores de urgencia

7.1 Fijación. Cada ruptor estará 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, se ubicará desplazado 30 cm adelante del punto normal de paro del tren. Su fijación se realizará en principio mediante la utilización de anclas y sobre pequeños soportes metálicos protegidos contra la corrosión. Los diferentes tipos de soporte para ruptor serán suministrados por el proveedor.

En los tramos superficiales o elevados la fijación se hará eventualmente en soportes de diseño particular. En caso de las vías secundarias, para las distintas posiciones de estacionamiento o peines, 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.

7.2 Implantación en estación. En estación los ruptores se localizan:

— En las cabeceras de salida de los andenes (punto de paro del tren).

— En los nichos de emergencia, a mitad de andén.

— En las cabeceras de entrada de los andenes, enfrente de los ruptores del otro andén.

— Dentro del TCO de terminales, próximo al operador del PML.

7.3 Implantación en túneles. En túnel los ruptores serán colocados en cada vía a cada 150 m debajo de una lámpara de color azul, la cual estará fuera de los alcances del proveedor de MC. Los ruptores serán colocados en ambos lados de las vías, ubicados alternadamente a cada 75 m, distribuidos entre estaciones y entre seccionamientos de tracción.

Cuando el túnel incluya una vía Z en interestación, ésta quedará delimitada por las vías principales, instalándose en ella una línea de ruptores fijados sobre postes, los que estarán conectados al bucle de la sección de vías principales.

En el sitio de los seccionamientos de tracción (PR con CS, SIT, IVS), habrá 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 llevarán una etiqueta claramente visible que indique a qué sección pertenecen y una leyenda que señale que ambos deberán ser accionados para garantizar el corte de la corriente de tracción en las dos secciones adyacentes.

Cuando se trate 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 contactor de terminal CT, se instalará un ruptor dentro del local de seccionadores, también independiente de la distribución de los demás ruptores.

7.4 Implantación en vías secundarias. En las vías de enlace se implantará una sección de ruptores independiente 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 (sección de vías principales). En las zonas de garage con peines, así como en naves de depósito, los ruptores serán implantados conforme a lo que especifique el proyecto, pero respetando en la medida de lo posible, el criterio de implantación a cada 75 m alternadamente. Estos ruptores serán instalados sobre postes soporte.

El Representante entregará al proveedor a su debido tiempo los planos donde se indiquen los cadenamientos y lugares específicos para la implantación de los ruptores.

b) Instalaciones en Puesto Central de Control, PCC

1. Sala de operación del PCC. Para cada línea, los equipos de MC que se encuentran concentrados en la sala de operación del PCC, para la explotación de hasta seis líneas, son los siguientes:

— El TCO comprendiendo el mueble metálico, sus paneles sinópticos con botones y visualizadores luminosos de la parte de tráfico y la parte de 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 zonas de maniobra, DBO, velocidades del PA, marchas tipo, inicialización del PA, alarmas, condiciones de zona CZ, circuitos y cableado internos.

— La terminal de operación del regulador PGT

y pantalla con teclado, la cual es un periférico de la computadora de tráfico.

— Puesto de despacho de carga, PDC. Adyacente a la sala de operación se encuentra el área del PDC, donde se cuenta con muebles metálicos sobre los cuales 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.

— Central de comunicaciones. 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 principales y secundarias en estaciones, para cada una de las líneas del grupo al que pertenecen.

2. Salas de computación. En cada uno de los edificios del PCC y próximas a la sala de operaciones existirán dos salas climatizadas a cámara plena, una de ellas destinada a alojar las computadoras de tráfico de trenes (dos por cada línea), y la otra destinada a alojar la computadora de gestión (común al grupo de seis líneas al que pertenece).

   La instalación de las computadoras dentro de estas salas se realizará de tal manera que cada computadora de tráfico esté identificada con la línea que controla.

   Los periféricos asociados a cada computadora deberán estar cercanos a ella físicamente.

   Las salas de computadoras de tráfico y gestión tendrán un intervalo de temperatura de 298 $\pm$ 2 K (25 $\pm$ 2°C) con una humedad relativa del 40 al 60 por ciento.

3. Sala técnica. Debajo de la sala de operaciones del PCC se encuentra una sala técnica, llamada también sala de relevadores, en donde se instalarán los equipos de la lógica tráfico y tracción, así como los equipos de teletransmisión, alojados en armarios similares a los instalados en los locales técnicos de estaciones.

   La delimitación exacta de los espacios necesarios se hará de común acuerdo con el Representante.

   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 de cada una de las líneas del grupo al que pertenecen.

   Los cables procedentes del exterior terminarán en la sala de relevadores sobre un repartidor general.

   Todos los circuitos estarán protegidos en el punto de llegada por bobinas térmicas.

   Unas grapas permitirán efectuar fácilmente los cambios. El armazón del repartidor deberá estar previsto 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, y que están fuera del alcance del proveedor de MC.

   En la misma sala técnica del PCC deberá estar ubicado el reloj maestro que sincroniza los relojes de terminales, del TCO, del PDC o cualquier otra derivación que se desee tener.

4. Sala de alimentación. En una planta inferior a la sala técnica, irá una sala llamada de alimentaciones, en donde se instalarán los sistemas de onduladores-rectificadores y baterías ORB, que alimentarán a los sistemas de mando centralizado en el PCC.

001.E.02 CABLES Y CONEXIONES

a) Definición de los cables. Existen diversas clases de cables para MC, los que a continuación se definen:

   1. 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, de calibre 19 AWG con forro exterior de color morado o violeta (cables tipo "a").

   2. Cables locales de MC de tráfico entre los armarios MC y los órganos locales, como numeradores, DBO, etc., cableados en cuartetas "estrella" de hilos de 0.9 mm, de calibre 19 AWG, con forro exterior de color morado o violeta (cables tipo "b").

   3. Cables de mando centralizado de tracción, por una parte entre el repartidor general del PCC y los armarios MC, y por otra, entre los armarios MC y las instalaciones locales PR, SIT, etc., cableados en cuartetas "estrella" de hilos de 1.2 mm, de calibre 17 AWG, con forro exterior de color naranja (cables tipo "c").

   4. Cables de ruptor de alarma, cableados en trenza de hilos de 1.6 mm, de calibre 14 AWG, con forro exterior de color naranja (cables tipo "d").

   5. Cables de alimentación entre los armarios MC y los tableros de distribución de energía (cables tipo "e").

b) Suministro de los cables. Los cables serán elegidos y fabricados según normas que el proveedor habrá dado a conocer en su proposición, y deberán satisfacer los requisitos establecidos en la cláusula 4.02.01.003.D.

   Los cables tendrán las características comunes siguientes:

   — Conductores de cobre recocido del diámetro in-

dicado anteriormente, aislados con polietileno o polipropileno y fácilmente identificables.

— Envoltura o cubierta del haz con un material no higroscópico.

— Para los cables definidos en 001.E.02 (a-1), deberá tenerse una pantalla de aluminio con aislamiento adecuado.

— Forro intermedio de cloruro de polivinilo PVC, para agrupar y proteger el haz de conductores y la pantalla en su caso.

— Excepto para los cables definidos en 001.E.02 (a-5) deberá tenerse un revestimiento con flejes o equivalente, galvanizados, de 0.2 mm de espesor como mínimo.

— Cubierta o forro aislante exterior de cloruro de polivinilo PVC o policloropreno, que son materiales no propagadores de llama, quedando prohibido el uso de polietileno. Debido al modo particular de instalación de los cables, descrito en 001.E.02(c), el espesor de este forro deberá ser un 30 por ciento superior a los valores impuestos habitualmente por las normas. El color de la cubierta estará definido por la descripción hecha en el párrafo 001.E.02.a.

1. La cubierta exterior de PVC deberá estar constituida de compuestos que no despidan gases tóxicos, además de no propagar la flama.

2. El número de hilos en los cables estará determinado por el número de los circuitos necesarios y los valores normalizados por el fabricante del cable. En cada cable, la proporción del número de los hilos disponibles o reserva respecto al número de los hilos utilizados, será superior al 20 por ciento.

3. El proveedor deberá entregar al Representante junto con su cotización, sus necesidades de cables para la instalación de todos los equipos, donde indique la cantidad y tipo del cable a utilizar, y el número y calibre de conductores.

4. Todos los cables serán suministrados por el Representante, quien con la colaboración del proveedor tendrá a su cargo la realización de las siguientes funciones relacionadas con la adquisición de dichos cables:

   — Selección del fabricante.

   — Seguimiento de la fabricación.

   — Elaboración de cuadernos de pruebas de recepción.

   — Análisis y aprobación, cuando ésta proceda, de modificaciones a las especificaciones de fabricación.

c) Instalación de los cables. Los soportes para los cables no están comprendidos dentro de los alcances del proveedor. De acuerdo con su ubicación éstos están constituidos por lo siguiente:

1. En túnel, por canaletas metálicas o charolas fijadas a ambos lados de los muros.

2. En estaciones, por medio de charolas y ductos de asbesto o PVC, ahogados en la losa. Estas canalizaciones se encuentran en los bajo andenes, bajo las vías para enlazar los bajo andenes, o en los enlaces de éstos con los locales técnicos.

3. En locales técnicos, para interconectar los armarios de MC con las distintas interfaces dentro del mismo local se utilizan regularmente trincheras en el piso del local o por medio de charolas y huecos en el piso cuando éste lo permita. La instalación del cableado en las charolas y en las trincheras se realizará de tal manera que los cables tendidos queden peinados dentro de las canalizaciones, para su fácil acceso e identificación durante el mantenimiento.

   Para la instalación de los cables, los radios mínimos de curvatura admisibles (R) serán los siguientes:

   — Caso crítico, R = 15 D

   — Caso holgado, R = 20 D

   donde D es el diámetro total del cable.

4. Fuera de las canalizaciones previstas en el proyecto de obra civil, el proveedor se encargará de prever todos los soportes necesarios para la fijación de los cables que serán lo suficientemente próximos para mantenerlos firmes. Los soportes metálicos estarán debidamente protegidos contra la corrosión.

5. Entre el edificio del PCC y la línea, los cables pasarán de los ductos o de las galerías a través de charolas colocadas entre la salida de estos ductos o galerías y la sala de relevadores y de operación. Estas canalizaciones están fuera de los alcances del proveedor.

6. Están prohibidas las uniones o empalmes en los ductos y debajo de los andenes. La realización de los empalmes no deberá modificar la resistencia del cable, de tal forma que afecte o modifique las características de las informaciones a transmitir por medio de éste.

7. Las uniones y terminaciones serán realizadas conforme a las recomendaciones proporcionadas por el fabricante del cable. Los empalmes deberán ser totalmente impermeables y en las uniones o empalmes la continuidad de los hilos estará asegurada por medio de soldadura Además, los flejes y las pantallas serán puestos en continuidad eléctrica usando un medio seguro, duradero y de resistencia eléctrica confiable.

8. Los empalmes de cables serán realizados preferentemente por inyección de resina epóxica, sin impregnación del haz de los conductores y de las envolturas metálicas. La distancia entre dos empalmes sucesivos será preferentemente

igual a las longitudes de cable contenidas en los carretes y en ningún caso inferior a 100 metros.

En los extremos, los hilos son esparcidos directamente sobre los borneros con fijación fuerte y rígida del cuerpo del cable.

d) Conexiones. Los cables siempre deberán terminar en borneros de repartición de los armarios. En el PCC los armarios de conexiones de los cables de MC de tráfico y de tracción incluyen barras de corte (barras de cuchilla, grapas o equivalente).

1. Cada borne podrá ser reemplazado individualmente si es necesario.

2. Los armarios de conexiones o borneros de los cables de MC de tracción estarán protegidos mediante protección incorporada o adjunta contra cualquier contacto metálico accidental.

3. Todos los hilos que terminan en un mismo borne serán del mismo calibre. Tanto en el PCC como en las estaciones, los repartidores de los MC de tráfico y tracción estarán claramente separados.

Los extremos de los cables que terminan en los armarios de PCC y locales técnicos deberán estar correctamente identificados.

001.E.03 FRONTERAS CON OTRAS INSTALACIONES O INTERFACES

a) Los equipos de MC tendrán interfaces con otras instalaciones no comprendidas en el contrato. El presente párrafo define los límites correspondientes, especificando las características comunes de cada circuito. Las conexiones con las diferentes instalaciones que interesan generalmente son:

— Mandos. Suministros por parte del proveedor de un contacto seco que une a un relevador ajeno y su alimentación asociada.

— Controles. Recepción de un contacto seco ajeno para conectar un relevador del proveedor con su propia alimentación.

b) Las interfaces que tiene el Sistema de MC con otras disciplinas son las siguientes:

1. Señalización. Mandos de itinerarios, control de posición de agujas, estado de los semáforos, ocupación de CDV, etcétera.

2. Pilotaje automático. Mando de las velocidades en interestación, mando de los DBO, inicialización, etcétera.

3. Telecomunicaciones (sonorización). Envío por teletransmisión de la conmutación música-voz hacia los equipos de sonorización de las estaciones.

4. Telefonía de alta frecuencia. Recepción de información de marcha degradada del PA.

5. Aparatos tracción, PR y PAF. Mando y control de posición abierto o cerrado de dichos aparatos (CS, SIT, IVS, etcétera).

6. Mando y control de posición abierto o cerrado del disyuntor de mediana tensión de los PR y PAF.

7. Control de fallas (avería de grupo, incidente en línea, etcétera).

Para la definición precisa de todas las interfaces, el proveedor deberá ponerse de acuerdo con los otros proveedores y con el Representante. Asimismo, el proveedor deberá cooperar en la solución de los eventuales problemas que puedan surgir en cuanto a estas interfaces.

001.E.04 PRUEBAS

Las pruebas a las que deberán someterse los equipos son las siguientes:

a) Pruebas constructor en sitio. Una vez instalados los equipos en sitio, el proveedor deberá realizar las pruebas técnicas para verificar su buen funcionamiento, simulando para ello las interfaces que se tengan con los demás sistemas. El Representante se reserva el derecho de asistir a dichas pruebas. Un mes antes de su inicio el proveedor deberá entregar un programa detallado de las pruebas, para poder realizar su seguimiento.

b) Pruebas en vacío. Posteriores a las pruebas constructor, se realizarán en conjunto con las diferentes interfaces las pruebas en vacío, que se llevarán a cabo verificando todos los mandos y controles desde el origen o destino final. El Representante se reserva el derecho de asistir a dichas pruebas.

c) Pruebas de recepción provisional. Se realizan en conjunto con personal del STC y del Representante, siendo éstos los responsables de avalar el buen funcionamiento de los equipos.

001.F SISTEMA DE MEDICION

Para determinar lo relacionado con el sistema de medición de MC deberá referirse a la cláusula correspondiente de la especificación 3.02.05.001 de "Introducción a la instalación de sistemas electrónicos".

001.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Los conceptos de obra y bases de pago aplicables a mando centralizado se regirán por lo estipulado en la cláusula correspondiente de la especificación 3.02.05.001 de "Introducción a la instalación de sistemas electrónicos".

CAPITULO 3.02.08.001

TELEFONIA DIRECTA

001.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de trabajos encaminados a la instalación de los equipos y materiales que conforman el sistema de telefonía directa dentro de las áreas, estaciones, talleres y demás instalaciones del Metro de la Ciudad de México.

001.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Tubería conduit	4.02.01.002.C.02 y 03
Charolas soporte tipo escalera	4.02.01.002.C.01
Registros	4.02.01.002.B
Accesorios de instalación eléctrica	DDF 4.35
Instalación del sistema de mando centralizado	3.02.07.001.E
Telefonía automática	3.02.08.002.E
Telefonía de trenes	3.02.08.003.E
Sonorización	3.02.08.004.E
Alarmas	3.02.08.007.E
Mando centralizado	5.02.03.002
Telecomunicación	5.02.03.003
Introducción a la instalación de sistemas electrónicos	3.02.05.001

001.C MATERIALES

Ver cláusula de materiales en la especificación 3.02.05.001 de "Introducción a la instalación de sistemas electrónicos".

001.D EQUIPO

Será de acuerdo a lo indicado en la cláusula correspondiente de la especificación 3.02.05.001 de "Introducción a la instalación de sistemas electrónicos".

001.E REQUISITOS DE EJECUCION

Todos los dispositivos, elementos y equipos que integran el sistema de telefonía directa deberán ser instalados de acuerdo con el proyecto y las indicaciones del Representante, considerando lo siguiente:

a) Las instalaciones de telefonía directa comprenden una red de enlaces directos que convergen en el edificio del PCC y en los puestos locales de maniobra, instalándose en el primero una platina con botones que indiquen los lugares en que se encuentran colocados los mencionados teléfonos directos.

   1. Las instalaciones visibles al público o al personal de operación deberán ser acordes con la arquitectura de los locales y las estaciones.

   2. Las instalaciones estarán previstas para asegurar un servicio permanente con temperaturas ambiente comprendidas entre 273 K (0°C) y 318 K (45°C) en el PCC o 328 K (55°C) en los locales técnicos.

   3. Para casos de emergencia, se deberán colocar a la mitad de los andenes de cada una de las estaciones de una línea, los teléfonos rojos que comunican directamente al PCC con la estación.

   4. Para la comunicación normal entre el PCC y las taquillas, locales técnicos, administrativos y de servicio y señales de maniobra, se colocarán los teléfonos de acuerdo al proyecto correspondiente.

   5. De manera general, las instalaciones telefónicas se harán conforme a las recomendaciones del Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía (CCITT), salvo derogaciones particulares.

b) Alimentación de instalaciones. El proveedor tendrá a su disposición en cada estación una alimentación de línea a partir de una corriente trifásica de 220 V ± 10%, 60 Hz ± 2%. En el PCC se dispondrá de una alimentación de 48 V, CC ± 1 por ciento.

   En materia de alimentación de socorro, el proveedor dispondrá de un banco de baterías, suministrado e instalado por cuenta del Representante, que le proporcionará 48 V con una autonomía de tres horas. Para ambos casos, alimentación normal y de socorro, línea y PCC, la alimentación será proporcionada en un tablero de distribución ubicado dentro del local donde se instalen los equipos. El suministro e instalación del cable pa-

ra conexión de los equipos con el tablero, estará a cargo del proveedor.

c) Instalación de cables. En general, los soportes y canalizaciones para cables no están incluidos en el contrato con el proveedor del equipo. Estas canalizaciones constan de:

— Charolas metálicas o soportes para cables fijados a los muros en interestación.

— Charolas y ductos en estación.

El proveedor deberá entregar al Representante, junto con su cotización, sus necesidades de cables para la instalación de todos los equipos, indicando la cantidad y tipo de cable, número de conductores y calibre de los mismos.

Los cruces de vía se llevarán a cabo en ductos o canaletas en los extremos de las estaciones o a través de galerías en la parte central de las estaciones.

El enlace entre el andén, los armarios de telefonía y los diferentes puntos de concentración de extremidades de cables, como taquilla, local jefe de estación, etc., estará previsto mediante ductos existentes. Fuera de los pasos previstos y en particular en los locales de los puestos de rectificación, PR, y la línea, el proveedor estará encargado de los soportes y fijaciones de cable, cumpliendo con la trayectoria prefijada por el proyecto y aprobada por el Representante. Los cables deberán ser mantenidos firmes y los soportes de acero serán galvanizados. Entre el edificio del PCC y la línea, los cables pasarán por charolas y/o ductos y los enlaces galería o ducto-sala de relevadores-sala de operación, se harán mediante charolas. Estas canalizaciones estarán fuera del alcance de los suministros del proveedor.

1. Cables principales y secundarios exteriores. Las uniones o empalmes serán impermeables, preferentemente realizados por inyección de resina epóxica y al igual que las terminaciones se realizarán conforme a las recomendaciones del proveedor del cable y no se deberán realizar en ductos ni debajo de los andenes. La continuidad de los hilos será asegurada por soldadura o engarce; además, los flejes y las pantallas serán puestas en continuidad eléctrica usando un medio seguro, duradero y confiable en cuanto a resistencia eléctrica.

   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.

2. Cables secundarios interiores. Los empalmes estan prohibidos excepto cuando se hagan en cajas de conexión o repartidores.

3. Debido a que los cables objeto de esta especificación serán utilizados también para la red de telefonía automática, el proveedor deberá presentar a consideración del Representante un diagrama que muestre las trayectorias, cantidad y tipo de cables que se emplearán en la instalación.

d) Fronteras con otras instalaciones. Las instalaciones de telefonía directa tendrán interfaces con otras instalaciones, no comprendidas en el contrato, de acuerdo a lo siguiente:

1. Las interfaces correspondientes con telefonía automática, de trenes y sonorización de las estaciones, son debidas a la utilización de parte de los cables de la telefonía directa para los enlaces línea-PCC.

2. La interfaz con el sistema de alarmas es el armario T de cada estación. Además, utilizará los cables y equipos de telefonía directa para conectar los teléfonos directos y de llamada general, instalados en los locales de taquilla principal, secundaria y del jefe de estación en la platina de telecomunicaciones.

3. Con el sistema de distribución de energía, la interfaz será para la alimentación de los equipos de telefonía directa en la línea y el PCC.

4. Con mando centralizado, la interfaz será a nivel del telemando de la conmutación música-voz hacia los equipos de sonorización de las estaciones.

5. Con la grabadora la interfaz será debida a la grabación de las conversaciones.

6. Hay así mismo 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.

7. Para la definición precisa de todas las interfaces, el proveedor deberá ponerse de acuerdo con los otros proveedores y con el Representante. El proveedor también deberá cooperar en la solución de los eventuales problemas que podrán surgir en cuanto a estas interfaces, como proporcionar a tiempo la identificación de los botones, ensayos en común, etcétera.

e) Disposiciones diversas de instalación.

1. Para todas las instalaciones en línea, el proveedor deberá esperar una humedad elevada antes de la puesta en servicio de la línea.

2. Instalación en locales técnicos. En cada estación se encontrará un armario T de telefonía directa dentro del local técnico, cuyas dimensiones, salvo indicación en contrario, serán de 1.80 m de alto, 0.70 m de ancho y 0.50 m de profundidad. El local será compartido con la señalización, el mando centralizado y otras disciplinas.

   Además de los armarios T existirán otros denominados G, que se instalarán en las estaciones terminales; sus características serán similares a las de los armarios T y contendrán principalmente la lógica electrónica y el cableado correspondiente a los puestos telefónicos del puesto de maniobra local, PML. Su ali-

mentación se hará a través de un rectificador que suministrará el proveedor.

La disposición de los equipos dentro del armario y la ubicación de ellos, deberá ser tal que permitan las máximas facilidades para realizar el mantenimiento.

Los cables se conectarán sobre cajas repartidoras individuales, asegurándose los enlaces entre cables o con equipos locales por medio de soportes adecuados. El volumen reservado en las estaciones terminales para la instalación de equipos será el doble que el de las estaciones de paso.

3. Instalación en el PCC. Los equipos que contienen la lógica electrónica y de alimentación se instalarán en la sala de relevadores. La delimitación exacta de los espacios necesarios se hará de común acuerdo con el Representante.

   El enlace con la sala de operación se hará a través de una perforación en el piso para llegar al interior de los pupitres del jefe de reguladores JR, centro de comunicaciones CC y puesto de despacho de carga PDC.

   Los cables procedentes del exterior terminarán en la sala de los relevadores sobre un repartidor general. Todos los circuitos estarán protegidos en el punto de llegada por bobinas térmicas. Unas grapas permitirán efectuar cambios con facilidad.

   El armazón del repartidor estará previsto para el enlace de todos los hilos de los cables aún inutilizados y para un 50 por ciento de extensión. En cuanto a las charolas en donde la situación es más compleja que en las interestaciones, los criterios de definición de la obra serán los siguientes:

   — En todas las zonas no cubiertas, las charolas y soportes para cables no estarán a cargo del constructor. En cambio, si hay soportes estarán a cargo del proveedor. Si hay canaletas con tapa, la colocación y el desmontaje de las tapas estará a cargo del proveedor.

   — En todas las zonas cubiertas y en los edificios, los cables serán fijados, previo acuerdo del Representante, sobre eventuales charolas existentes, o en las armaduras del techo o los muros.

001.E.01 PRUEBAS

Las pruebas al equipo de telefonía directa consistirán en verificar las instalaciones de los teléfonos de maniobras y señales instalados en la línea, así como la comprobación de los equipos en llamada general, taquillas y PCC. Además, se deberán efectuar las pruebas complementarias que establezca el Representante.

001.F SISTEMA DE MEDICION

Será como se indica en la cláusula correspondiente de la especificación 3.02.05.001 de "Introducción a la instalación de sistemas electrónicos".

001.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

Serán conforme a la cláusula correspondiente de la especificación 3.02.05.001 de "Introducción a la instalación de sistemas electrónicos".

CAPITULO 3.02.08.002

TELEFONIA AUTOMATICA

002.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de trabajos encaminados a la instalación de los equipos y materiales que integran el sistema de telefonía automática de las instalaciones del Metro de la Ciudad de México.

002.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Tubería conduit	4.02.01.002.C.02 y 03
Charolas soporte tipo escalera	4.02.01.002.C.01
Registros	4.02.01.002.B
Accesorios de instalación eléctrica	DDF 4.35
Telefonía directa	3.02.08.001.E
Materiales y productos para redes electrónicas	4.02.01.003
Telecomunicación	5.02.03.003
Introducción a la instalación de sistemas electrónicos	3.02.05.001

002.C MATERIALES

Será de acuerdo a lo indicado en la cláusula correspondiente de la especificación 3.02.05.001 de "Introducción a la instalación de sistemas electrónicos".

002.D EQUIPO

Ver cláusula de materiales en la especificación 3.02.05.001 de "Introducción a la instalación de sistemas electrónicos".

002.E REQUISITOS DE EJECUCION

Todos los dispositivos, elementos y equipos que integran el sistema de telefonía automática deberán ser instalados de acuerdo con el proyecto y las indicaciones que al respecto dé el Representante.

Los siguientes conceptos no estarán a cargo del proveedor del equipo:

— Obra Civil de los locales y preparaciones, como trincheras, ductos, etcétera.

— Alimentación eléctrica en corriente alterna a las fuentes de alimentación.

— Aparatos telefónicos.

— Los cables de distribución, principales y secundarios, como los que salen hacia la red de las regletas verticales de los distribuidores.

002.E.01 PRUEBAS

Las pruebas al sistema de telefonía automática, consistirán en verificar las instalaciones de los teléfonos de maniobras y señales instaladas en la línea, así como probar los equipos de llamada general, taquillas y centro de comunicaciones; además, se deberán efectuar las pruebas complementarias que establezca el Representante.

002.F SISTEMA DE MEDICION

Será como se indica en la cláusula de sistema de medición de la especificación 3.02.05.001 de "Introducción a la instalación de sistemas electrónicos".

002.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

Serán conforme a la cláusula correspondiente de la especificación 3.02.05.001 de "Introducción a la instalación de sistemas electrónicos".

CAPITULO 3.02.08.003

TELEFONIA DE TRENES

003.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de trabajos encaminados a la instalación del sistema de telefonía de trenes, que permitirá la comunicación entre los conductores de los trenes y el Puesto Central de Control PCC, en las líneas del Metro de la Ciudad de México.

003.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Instalación de barras guía	3.02.01.008.E
Instalación de barras guía	3.02.02.006.E
Instalación del sistema de pilotaje automático	3.02.05.002.E
Instalación del sistema de señalización	3.02.06.001.E
Telefonía directa	3.02.08.001.E
Instalación del sistema de tracción	3.02.10.001.E
Barra guía	4.02.01.001.C.05
Materiales y productos para redes electrónicas	4.02.01.003
Telecomunicación	5.02.03.003
Introducción a la instalación de sistemas electrónicos	3.02.05.001

003.C MATERIALES

Véase la cláusula de materiales en la especificación 3.02.05.001 de "Introducción a la instalación de sistemas electrónicos".

003.D EQUIPO

Será de acuerdo a lo indicado en la cláusula correspondiente de la especificación 3.02.05.001 de "Introducción a la instalación de sistemas electrónicos".

003.E REQUISITOS DE EJECUCION

Todos los dispositivos, elementos y equipos que integran el sistema de telefonía de trenes deberán ser instalados de acuerdo con el proyecto y las indicaciones que al respecto dé el Representante.

Las instalaciones deberán ser de acuerdo a lo que establezcan las normas en vigor para este tipo de material y deberán ser compatibles con las otras instalaciones que se encuentren en el medio que las rodea, como circuitos de tracción, circuitos de vía de señalización, dispositivos de pilotaje automático, etc. La red telefónica de los trenes será susceptible de ampliarse en el futuro, en caso de prolongación de la línea.

a) Alimentación de instalaciones. Será de acuerdo a lo indicado en 3.02.08.001.E.01(b) de telefonía directa.

b) Instalación de cables. De manera general se cumplirá lo establecido en 3.02.08.001.E.01(c), además de considerar lo siguiente:

1. El enlace entre los armarios HF y los andenes se hará a través de ductos o galerías de cables.

2. Los cables de salida de HF, de cada armario hacia los diferentes puntos de inyección de esta señal de la zona de radioteléfono, serán colocados en las condiciones siguientes:

   — Los soportes para los cables, compuestos por una canaleta metálica (charola) que se fijará sobre un muro en el túnel y sobre un murete del andén en las estaciones, y que también se utilizarán para los cables de telefonía, en la mayoría de los casos no forma parte del alcance de trabajo del proveedor del equipo (conforme a contrato).

   — El enlace entre el andén y el local técnico, donde se instala el armario HF se hará a través de las canalizaciones existentes en la estación (no incluidas en los alcances del proveedor del equipo).

   — Los enlaces entre los armarios HF y las cajas de acoplamiento deberán hacerse con cables que no tengan empalmes.

   — En los armarios y las cajas de acoplamiento los hilos del cable serán directamente distribuidos sobre el repartidor.

3. Para el caso de los cables de enlace entre las cajas de acoplamiento y las cajas de separación con la vía, deberán instalarse dentro de un tubo de PVC para su protección y el proveedor tendrá a su cargo su suministro. Estos enlaces serán hechos después del acuerdo con los proveedores de vía y señalización y con la aprobación del Representante.

c) Fronteras con otras instalaciones. Las instalaciones de telefonía de trenes tendrán interfaces con otras instalaciones no comprendidas en los alcances del proveedor del equipo. Las interfaces correspondientes conciernen a:

— La red de telefonía directa y su utilización para los enlaces PCC - línea.

— La señalización: utilización de las conexiones inductivas.

— 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 así mismo interfaces de tipo mecánico, especialmente las referentes al empotramiento de las platinas en los pupitres.

A fin de no tener problemas con estas interfaces, el proveedor deberá ponerse de acuerdo con los proveedores de otras instalaciones. Asimismo, el proveedor deberá cooperar en la solución de problemas eventuales que puedan surgir en cuanto a estas interfaces, como proporcionar a tiempo la identificación de bornes, pruebas en común, etcétera.

003.E.01 PRUEBAS

Las pruebas al sistema de telefonía de trenes consistirán en verificar el buen funcionamiento de este equipo a lo largo de toda la línea y zona de maniobras, ya que representa la comunicación de los trenes con el PCC. Para ello, se harán mediciones graficando las señales obtenidas en los armarios de locales técnicos, cajas de acoplamiento en línea, platinas del TCO, así como en los transceptores, microteléfonos y atenuadores que están a bordo del tren. La recepción en sitio podrá incluir, de manera no limitativa lo siguiente:

— La calidad en conjunto del enlace.

— El nivel HF en todos los puntos de las zonas cubiertas en emisión por las instalaciones fijas.

— El nivel HF en el armario, producido por la emisión de los trenes en un punto cualquiera.

— La diafonía en los seccionamientos.

— La compatibilidad con las otras instalaciones.

— La eficacia de la ayuda mutua.

Además, se deberán efectuar las pruebas complementarias que establezca el Representante.

003.F SISTEMA DE MEDICION

Será como se indica en la cláusula de sistema de medición de la especificación 3.02.05.001 de "Introducción a la instalación de sistemas electrónicos".

003.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

Serán conforme a la cláusula correspondiente de la especificación 3.02.05.001 de "Introducción a la instalación de sistemas electrónicos".

CAPITULO 3.02.08.004

SONORIZACION

004.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de trabajos encaminados a la instalación de los equipos que integran el sistema de sonorización, el cual permite difundir mensajes en las estaciones, tanto a los usuarios como al personal del Metro de la Ciudad de México.

004.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Tubería conduit	4.02.01.002.C.02 y 03
Charolas soporte tipo escalera	4.02.01.002.C.01
Registros	4.02.01.002.B
Accesorios de instalación eléctrica	DDF 4.35
Telefonía directa	3.02.08.001.E
Materiales y productos para redes eléctricas	4.02.01.002
Materiales y productos para redes electrónicas	4.02.01.003
Telecomunicación	5.02.03.003
Introducción a la instalación de sistemas electrónicos	3.02.05.001

004.C MATERIALES

Véase cláusula de materiales en la especificación 3.02.05.001 de "Introducción a la instalación de sistemas electrónicos".

004.D EQUIPO

Será de acuerdo a lo indicado en la cláusula correspondiente de la especificación 3.02.05.001 de "Introducción a la instalación de sistemas electrónicos".

004.E REQUISITOS DE EJECUCION

Todos los dispositivos, elementos y equipos para la instalación del sistema de sonorización deberán estar de acuerdo con el proyecto y las indicaciones que al respecto dé el Representante, considerando además lo siguiente:

a) Todos los preparativos para las instalaciones de los equipos como alimentaciones, tuberías, cajas de registro, etc., deberán realizarse de acuerdo con el proyecto; el Representante será el encargado de ordenar que el contratista los efectúe correctamente con la finalidad de garantizar la buena instalación de los equipos por parte del proveedor.

   1. Las preparaciones dejadas ex profeso para la instalación del sistema de sonorización por el proveedor, consistirán, en forma general, en la colocación de tubería conduit y accesorios, charolas y salidas eléctricas.

   2. Las canalizaciones para la instalación posterior del equipo por otros, comprenderán principalmente la colocación de la tubería con sus cajas para conexiones y la introducción de guías para el alambrado.

   3. Las bocinas deberán montarse sobre el frente de los bafles, cuyo frente servirá a la vez de rejilla. En la parte posterior de cada bafle se montará una tablilla terminal de cuatro vías, dos para la alimentación de cada bafle y dos para la derivación del siguiente.

b) Alimentación a las instalaciones. En forma general y salvo indicación en contrario, será como se indica en 3.02.08.001.E.01(b).

c) Distribución y fijación de las cajas acústicas. Las cajas acústicas deberán ser instaladas preferentemente en el canal de señalización, y de no ser posible tal solución, 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 a 3 cm del centro y el altavoz deberá quedar montado al 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 permite mejorar la distribución del sonido y a la vez lograr un mejor acabado de la instalación.

   El cable que alimenta al altavoz será de calibre 18 AWG y penetrará al interior del gabinete por la parte posterior, debiendo sobresalir 40 cm y deberá estar dotado de un conector de material autoextinguible de dos vías, capaz de trabajar

a un voltaje de 250 V CA/CD. El cable de la red de distribución, será también de calibre 18 AWG. La instalación de las cajas acústicas en los diferentes sitios previstos para tal efecto, será como a continuación se describe:

1. En el canal de señalización

   — Las cajas acústicas serán de radiación horizontal, dispuestas a una altura de 2.22 m sobre el nivel de piso terminado y espaciadas entre ejes una distancia comprendida entre 4.00 y 5.00 metros.

   — 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.

2. En ductos de instalaciones

   — Las cajas acústicas serán de radiación vertical dispuestas a una altura de 2.90 m sobre el nivel de piso terminado y espaciadas entre sus ejes una distancia de 4.88 m, debido a que se alternarán con las lámparas de iluminación, cuya dimensión es estándar.

   — El ducto de instalaciones presentará adaptaciones sobre las que se montarán las cajas acústicas.

3. En la losa superior. Las cajas acústicas serán de radiación vertical, dispuestas a una altura promedio sobre el nivel de piso terminado de 3.50 m y espaciadas entre sus ejes una distancia de 2.50 m para formar hileras, de tal manera que la proyección de una caja acústica sobre cualquiera de la hileras adyacentes quede situada en medio de dos cajas acústicas al 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 cuyo centro queda con un nivel bajo, debido a los patrones de radiación cónicos de los altavoces.

   En la losa pretensada, las hileras de cajas acústicas quedarán centradas en entrecalles diferentes a las empleadas para el alumbrado y en la losa colada en sitio estarán separadas a una distancia de 2.50 metros. Se colocará en la entrecalle un soporte cuya altura se adecuará en obra de manera que la rejilla quede a paño con la parte inferior de la tableta.

   En losa colada 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.

d) Instalación de cables. El alambrado deberá ser continuo, es decir, no se aceptarán empalmes por lo que deben rematar de tablilla a tablilla. Para facilitar la instalación y mantenimiento del equipo será necesario dejar en cada salida de 15 a 20 cm de cable de la misma instalación.

1. Sistema de amplificación local. La distribución de los altavoces en cada estación así como las trayectorias de enlace con el amplificador, se indicarán en los planos de proyecto para los sistemas de relojes, teléfonos y sonido de cada estación.

   Para realizar el cableado, la estación se dividirá en dos partes iguales denominados lado V1 y lado V2; cada parte será alimentada por un amplificador ubicado en el local técnico de cada estación, de manera que ambas partes serán independientes.

   No deberán hacerse empalmes de cable dentro de tuberías; sólo en los registros.

   Al terminar la instalación el proveedor deberá indicar en los planos citados anteriormente, las trayectorias del cableado.

004.E.01 PRUEBAS

Después de terminada la instalación de cada sistema se procederá a efectuar las pruebas operativas a nivel de usuario exclusivamente, de tal forma que se confirme la buena operación o funcionamiento bajo condiciones de uso normal, así como las indicadas en el cuaderno de pruebas elaborado por y bajo la responsabilidad del proveedor. Las pruebas se realizarán en presencia del personal técnico del Representante y del proveedor.

De manera general y no limitativa se verificará el funcionamiento adecuado de los amplificadores, y selectores instalados en locales técnicos y preamplificadores PCC, se harán ajustes en el volumen y se comprobará la operación del voceo local y del centro de comunicaciones.

1. El fabricante asistirá obligatoriamente a estas pruebas y procederá a un control general del aparato en servicio durante la primera etapa de funcionamiento.

2. El Representante podrá proponer las pruebas complementarias que considere necesarias para la mejor verificación de las instalaciones.

3. La recepción provisional podrá ser efectuada si la instalación y funcionamiento del equipo son satisfactorios.

004.F SISTEMA DE MEDICION

Será como se indica en la cláusula de sistema de medición de la especificación 3.02.05.001 de "Introducción a la instalación de sistemas electrónicos".

004.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

Serán conforme a la cláusula correspondiente de la especificación 3.02.05.001 de "Introducción a la instalación de sistemas electrónicos".

CAPITULO 3.02.08.005

INTERCOMUNICACION Y VOCEO

005.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de trabajos encaminados a la instalación del equipo que integra el sistema de intercomunicación y voceo del Puesto Central de Control (PCC) y talleres que forman parte de las instalaciones del Metro de la Ciudad de México.

005.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Tubería conduit	4.02.01.002.C.02 y 03
Charolas soporte tipo escalera	4.02.01.002.C.01
Registros	4.02.01.002.B
Accesorios de instalación eléctrica	DDF 4.35
Alarmas	3.02.08.007.E
Materiales y productos para redes eléctricas	4.02.01.002
Materiales y productos para redes electrónicas	4.02.01.003
Telecomunicación	5.02.03.003
Introducción a la instalación de sistemas electrónicos	3.02.05.001

005.C MATERIALES

Véase la cláusula de materiales en la especificación 3.02.05.001 de "Introducción a la instalación de sistemas electrónicos".

005.D EQUIPO

Será de acuerdo a lo indicado en la cláusula correspondiente de la especificación 3.02.05.001 de "Introducción a la instalación de sistemas electrónicos".

005.E REQUISITOS DE EJECUCION

Todos los dispositivos, elementos, equipos y preparativos para la instalación del sistema de intercomunicación deberán estar de acuerdo con el proyecto y con las indicaciones que al respecto dé el Representante. Además deberá considerarse lo siguiente:

a) La instalación de los equipos que a continuación se mencionan deberá comprender: fijación de equipos, colocación de los circuitos y componentes, tendido de cable y conexión entre equipos, pruebas, y puesta en operación del sistema.

   — Conmutador electrónico con los accesorios siguientes: cajas de distribución para 120 estaciones, con regletas de conexión, conectores y herramienta para conexión.

   — Estaciones con cable y conector.

   — Amplificador y regletas de conexión.

   — Altavoces con caja acústica, transformador de acoplamiento y rejilla.

   — Herrajes y accesorios para instalación de los equipos.

   Para cada sistema deberá proporcionarse un juego de diagramas, manuales e instructivos, así como procedimientos y precauciones para la instalación.

b) Las preparaciones dejadas para la instalación de los equipos de intercomunicación, consistirán en forma general, en la colocación de la tubería conduit y sus accesorios, charolas y salidas eléctricas, considerando qué las canalizaciones deberán quedar con las guías para el alambrado.

c) La instalación de los circuitos para intercomunicación y voceo a nivel de las estaciones, se realizará en los lugares que se indique en el proyecto dentro del módulo de telecomunicaciones, integrado al sistema de alarmas.

005.E.01 PRUEBAS

Después de terminada la instalación de cada sistema se harán las pruebas correspondientes bajo la responsabilidad del fabricante y en presencia del Representante. Se verificará el funcionamiento adecuado del equipo, ajustes en el volumen y se comprobará la operación, así como la intercomunicación entre los diferentes usuarios de los edificios que integran la red.

El fabricante asistirá obligatoriamente a estas pruebas y procederá a un control general de los equipos en servicio durante la primera etapa de funcionamiento.

El Representante podrá proponer las pruebas complementarias que considere necesarias para la mejor verificación de las instalaciones.

La recepción provisional podrá hacerse si la instalación y funcionamiento de los equipos son satisfactorios.

005.F SISTEMA DE MEDICION

Será como se indica en la cláusula de sistema de medición de la especificación 3.02.05.001 de "Introducción a la instalación de sistemas electrónicos".

005.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

Serán conforme a la cláusula correspondiente de la especificación 3.02.05.001 de "Introducción a la instalación de sistemas electrónicos".

CAPITULO 3.02.08.006

RELOJES

006.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de trabajos encaminados a la instalación del equipo que integra el sistema de relojes, los que se ubicarán en la zona central de cada uno de los andenes de las estaciones del Metro de la Ciudad de México.

006.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Tubería conduit	4.02.01.002.C.02 y 03
Charolas soporte tipo escalera	4.02.01.002.C.01
Registros	4.02.01.002.B
Accesorios de instalación eléctrica	DDF 4.35
Materiales y productos para redes eléctricas	4.02.01.002
Materiales y productos para redes electrónicas	4.02.01.003
Telecomunicación	5.02.03.003
Introducción a la instalación de sistemas electrónicos	3.02.05.001

006.C MATERIALES

Véase la cláusula de materiales la especificación 3.02.05.001 de "Introducción para la instalación de sistemas electrónicos".

006.D EQUIPO

Será de acuerdo a lo indicado en la cláusula correspondiente de la especificación 3.02.05.001 de "Introducción a la instalación de sistemas electrónicos".

006.E REQUISITOS DE EJECUCION

Todo el equipo y preparativos para la instalación del sistema de relojes deberán estar de acuerdo con el proyecto y las indicaciones que al respecto dé el Representante. Además, deberá considerarse lo siguiente.

a) La instalación del sistema de relojes no incluye la colocación de tuberías con sus registros. Estos deberán ser entregados limpios, libres de obstrucciones, guiados y de acuerdo con el proyecto; el Representante verificará esto antes de ser entregadas las instalaciones para la colocación del equipo por parte del proveedor.

1. El suministro del bastidor de montaje en los andenes deberá hacerse antes de la entrega de las instalaciones para la colocación del equipo.

2. Salvo indicación en contrario, aproximadamente en la parte media de cada andén de las estaciones, se instalará un reloj doble cuya legibilidad no deberá ser menor de 50 m hacia cada costado del mismo. La localización exacta de los relojes en cada estación será fijada por el proyecto. El sistema deberá quedar ligado al que se encuentre en servicio, en caso de ampliaciones.

3. En el local técnico de cada estación, se colocará un equipo cuya función será recibir la señal proveniente del reloj maestro, procesarla y enviarla a los relojes localizados en los andenes, así como regenerarla y enviarla a la estación siguiente.

4. Las instalaciones para el suministro de alimentación eléctrica se harán considerando que ésta será de 110 V CA $\pm$ 10 por ciento.

5. El Representante llevará a cabo la supervisión de las instalaciones de los relojes, entendiéndose como funciones de éste la comprobación de que los materiales empleados reúnan las características especificadas, además de que las instalaciones se realicen conforme a lo indicado en los planos correspondientes y a los requisitos establecidos en esta Especificación.

b) Alimentación de instalaciones. El proveedor tendrá a su disposición en cada local técnico una alimentación normal de 110 V CA $\pm$ 10%. La alimentación de emergencia estará a cargo del proveedor garantizando una autonomía de tres horas, como mínimo. Esta alimentación de emergencia estará destinada únicamente para la memoria de los circuitos electrónicos, en caso de falta de la alimentación normal. La alimentación se tomará de un tablero de distribución ubicado dentro del local donde se instalen los equipos. El suministro e instalación del cable para la conexión de los equipos con el tablero, estará a cargo del proveedor.

c) Instalación de cables. Respecto a la instalación de los cables cabe distinguir tres grupos:

— Los de enlace entre la estación central y las demás estaciones de la línea.

— Los de enlace local técnico-relojes en mitad de andén.

— Los de alimentación.

1. Cables de enlace entre estación central y las estaciones de la línea. La instalación de enlace entre las estaciones se hará a través de un par de conductores de calibre 19 AWG, que formará parte de un cable multiconductor fabricado de acuerdo a la norma K13MA (ver cláusula 4.02.01.003.D, Conductores K13MA para redes electrónicas). Este cable enlazará el repartidor telefónico del local técnico donde se instalará el reloj maestro, con el repartidor de cada estación de la línea.

2. Cables de enlaces local técnico - relojes de andén. En la instalación de este cable se tendrá en cuenta la señal a transmitir y el diámetro exterior de éste, debido a que para este enlace se dispondrá de un tubo metálico cuyo diámetro será de 19 milímetros.

3. Cables de alimentación. Estos cables enlazarán los equipos instalados en el local técnico, con el conjunto cargador-banco de baterías.

El suministro e instalación de los cables anteriormente mencionados, excepto el que enlazará los repartidores telefónicos de los locales técnicos, será parte del alcance del proveedor, así como también el criterio para la elección de estos tres grupos de cables.

La instalación de los cables de conexión entre el repetidor telefónico y los equipos del local técnico y entre éstos y los relojes se hará sobre canalizaciones y soportes que no estarán incluidos en el alcance del proveedor. Estas canalizaciones constarán de lo siguiente:

— Charolas o soportes metálicos fijados a los muros en interestaciones.

— Charolas, ductos, trincheras y tuberías en estación.

Las uniones de cable estarán prohibidas en ductos, tuberías y debajo de los andenes.

006.E.01 PRUEBAS

Después de terminada la instalación del equipo se procederá a efectuar las pruebas que previamente hayan sido propuestas por el proveedor y autorizadas por el Representante.

El Representante podrá proponer las pruebas complementarias que considere necesarias para una mejor verificación de las instalaciones.

1. Las inspecciones y pruebas efectuadas no relevarán al proveedor de la responsabilidad de cumplir con estas especificaciones y con las características indicadas.

2. El proveedor informará por escrito, con una anticipación de 10 días hábiles, la fecha de las pruebas finales de recepción provisional.

3. El proveedor dará al Representante, libre de cargos, toda la información que juzgue necesaria para una buena inspección.

4. Si después de inspeccionar cualquier equipo o instalación el Representante comprueba que está defectuosa o en desacuerdo con lo indicado, el proveedor deberá cambiarlo por su cuenta y cargo; sin embargo, esto no afectará la responsabilidad del proveedor en cuanto al tiempo de entrega.

006.F SISTEMA DE MEDICION

Este será como se indica en la cláusula de sistema de medición de la especificación 3.02.05.001 de "Introducción a la instalación de sistemas electrónicos".

006.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

Serán conforme a la cláusula correspondiente de la especificación 3.02.05.001 de "Introducción a la instalación de sistemas electrónicos".

CAPITULO 3.02.08.007

ALARMAS

007.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de trabajos necesarios para la colocación, montaje, alimentación eléctrica e interconexión en campo, local técnico, Puesto Central de Control (PCC), local de Jefe de Estación, taquillas principal y secundaria de los equipos de alarmas propiamente dichos y algunos de telecomunicación que integran el sistema de alarmas, que se instalará en las estaciones del Metro de la Ciudad de México.

007.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Instalación de redes eléctricas en alta tensión	3.02.03
Instalación de redes eléctricas en baja tensión	3.02.04
Instalación del sistema de pilotaje automático	3.02.05.002.E
Instalación del sistema de señalización	3.02.06.001.E
Instalación del sistema de mando centralizado	3.02.07.001.E
Instalación del sistema de telecomunicaciones	3.02.08
Instalación del sistema de peaje automático	3.02.09.001.E
Instalación del sistema de tracción	3.02.10.001.E
Instalación de sistemas de aire	3.02.11
Instalación de sistemas contra incendio	3.02.12
Instalaciones mecánicas	3.02.14
Materiales y productos para redes eléctricas	4.02.01.002
Materiales y productos para redes electrónicas	4.02.01.003
Materiales y productos para tracción	4.02.01.004
Materiales y productos para ventilación, aire acondicionado y aire comprimido	4.02.01.005
Gabinetes de emergencia	4.02.01.006.C
Sistema de ventilación, aire acondicionado y aire comprimido	5.02.01
Sistemas contra incendio	5.02.02
Sistemas de control	5.02.03
Sistemas electromecánicos	5.02.04
Introducción a la instalación de sistemas electrónicos	3.02.05.001

007.C MATERIALES

Véase cláusula de materiales en 3.02.05.001 de "Introducción a la instalación de sistemas electrónicos".

007.D EQUIPO

Será de acuerdo a lo indicado en la cláusula correspondiente en la especificación 3.02.05.001 de "Introducción para la instalación de sistemas electrónicos".

007.E REQUISITOS DE EJECUCION

Todo el equipo y preparativos para la instalación del sistema de alarmas deberán estar de acuerdo con el proyecto y las indicaciones que al respecto dé el Representante. Todas las instalaciones previas para el montaje, cableado e interconexión, deberán ser entregadas limpias, libres de obstrucciones y guiadas; el Representante verificará que esto se cumpla antes de entregarse al instalador del sistema de alarmas.

a) Instalación. El sistema de alarmas será instalado en las estaciones de la siguiente manera:

   1. La central de información, es decir el mando y control de los equipos de toda la estación, estará localizada en el local del Jefe de Estación, donde se encontrará el mueble que contenga las diferentes platinas de alarmas, así como los teléfonos e interfonos propios del local del jefe de estación.

   2. En la taquilla principal existirá un repetidor de alarmas del local del Jefe de Estación, el cual será representativo de todo el grupo de alar-

mas de dicho local; además, se tendrá el control de los ruptores y teléfonos de emergencia de los andenes de la estación.

3. Existirá un repetidor de alarmas del local del Jefe de Estación en el PCC, el que tendrá una alarma por cada grupo de alarmas de dicho local.

4. También se instalará en el local técnico de cada estación el siguiente equipo:

   — Un armario de conexiones donde rematarán todos los cables, tanto de llegada como de salida del sistema de alarmas, RA.

   — Un armario de lógica electrónica, donde se procesará toda la información de los equipos de alarmas, AA.

   — Un armario de telefonía e intercomunicación, donde se alojarán las unidades de conmutación y distribución del sistema de intercomunicación, así como la lógica tanto de conmutación para los aparatos telefónicos, cuando sean utilizados para dos funciones diferentes, como para el mando y control de todos los botones de las platinas de telecomunicaciones, ATI.

   — Un armario para el sistema de teletransmisión, el cual se encargará de enviar y recibir del PCC toda la información necesaria, así como de enviarla a los equipos correspondientes dentro de la estación, TAA.

   — Un banco de baterías, así como su respectivo cargador para mantener la continuidad en el suministro de energía, BAA.

b) Alimentación de instalaciones. El sistema de alarmas contará con una doble fuente de alimentación de energía: una normal y otra de urgencia.

   1. Alimentación normal. El sistema dispondrá de una alimentación en 127 o 220 V CA, la cual se derivará de alguno de los tableros que pertenecen a la alimentación preferencial; esta alimentación contará con un circuito totalmente exclusivo para este equipo.

      El circuito de alimentación rematará en un cargador de baterías, que será exclusivo para el sistema de alarmas y tendrá como finalidad la de alimentar la carga de este sistema, así como al banco de baterías, que al igual que el cargador, deberá entregar en sus terminales bajo condiciones de carga una tensión preferentemente de 48 V CC. El proveedor podrá proponer otra configuración y otro valor de voltaje para la alimentación de sus equipos. El suministro e instalación del cargador y banco de baterías, así como los cables de enlace con el tablero de distribución de alimentación y los equipos del sistema de alarmas, forman parte del alcance del proveedor.

   2. Alimentación de urgencia. Para alimentar el sistema de alarmas en caso de urgencia, es decir, cuando por alguna razón se perdiera la alimentación normal en corriente alterna, el sistema contará con el banco de baterías mencionado en el punto anterior, el cual deberá suministrar la tensión requerida durante tres horas como mínimo a partir del momento en que se interrumpió el suministro de alimentación normal.

c) Instalación de cables. Todos los cables serán suministrados e instalados por el proveedor; la instalación se hará sobre canalizaciones ya existentes que consisten en canaletas metálicas o charolas, tubos, ductos y trincheras. Las uniones o empalmes estarán prohibidos en los ductos y debajo de los andenes, debiendo ser totalmente impermeables.

   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 conductores serán repartidos directamente sobre las cajas de conexiones con fijación robusta y firme del cuerpo del cable; así mismo, deberán identificarse mediante un sistema que el proveedor propondrá al Representante para su aprobación.

d) Interfaces

   1. Con los equipos a mandar y/o controlar. Las interfaces con estos equipos serán las descritas en el proyecto correspondiente. Todos los contactos secos serán suministrados por el proveedor del equipo en cuestión, excepto los correspondientes a los detectores de apertura de puertas, ya que éstos, junto con el propio detector serán suministrados por el proveedor del sistema de alarmas.

      Para los circuitos de control de los equipos, deberá utilizarse una señal de corriente directa de bajo voltaje, como máximo de 24 V, en el enlace del equipo a controlar con el armario RA.

   2. Con los equipos de telecomunicaciones. Estas interfaces serán con los sistemas de telefonía automática, telefonía directa, telefonía de llamada general y selector de entradas del equipo de sonorización en cada estación.

e) Pruebas. Después de terminada la instalación de cada equipo se procederá, en presencia de los representantes del fabricante y del Representante, y bajo responsabilidad del fabricante, a las pruebas de puesta en operación.

007.F SISTEMA DE MEDICION

Este será como se indica en la cláusula de sistema de medición de la especificación 3.02.05.001 de "Introducción a la instalación de sistemas electrónicos".

007.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

Serán conforme a la cláusula correspondiente de la especificación 3.02.05.001 de "Introducción a la instalación de sistemas electrónicos".

CAPITULO 3.02.09.001

INSTALACION DEL SISTEMA DE PEAJE AUTOMATICO

001.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de trabajos necesarios para la colocación y montaje de la terminal de operación y torniquetes, así como el cableado para su alimentación eléctrica y el de enlace o teletransmisión entre éstos y las taquillas, locales técnicos y locales de Jefe de Estación, además de la instalación de los diapasones y puertas de cortesía, para el control y acceso de los usuarios así como la recopilación estadística del Metro de la Ciudad de México.

En forma general, el conjunto que se instalará en cada estación estará constituido por lo siguiente:

— Terminal de operación con probador de boletos integrado.

— Batería de torniquetes agrupando los de entrada, salida, neutros, además de diapasones y puerta de cortesía.

— Botón de desbloqueo a distancia.

— Red de cableado para teletransmisión que liga a los equipos lectores con la terminal de operación.

— Red de cableado para alimentación eléctrica.

— Red de cableado para botón de desbloqueo a distancia.

La cantidad de torniquetes de entrada, salida y neutros, así como el arreglo definitivo de los elementos que conforman las baterías de torniquetes serán de acuerdo a las indicaciones de proyecto.

001.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Introducción a la instalación de sistemas electrónicos	3.02.05.001
Cables para baja tensión	4.02.01.002.D.02
Conductores para redes electrónicas	4.02.01.003.C
Peaje	5.02.03.005
Cajas registro	DDF 4.34
Sistema de tierra	DDF 4.39
Ductos PVC	DDF 5.38
Tubo conduit galvanizado	DDF 5.39.2
Cajas y gabinetes	DDF 5.60
Elementos para sistemas de tierra y pararrayos	DDF 5.64
Métodos de instalación, conductores y canalizaciones	RIE-SECOFI Capítulo 3 Secciones 301, 302 y 303

001.C MATERIALES

Véase cláusula de materiales en la especificación 3.02.05.001 de "Introducción a la instalación de sistemas electrónicos".

001.D EQUIPO

Será de acuerdo a lo indicado en la cláusula correspondiente de la especificación 3.02.05.001 de "Introducción a la instalación de sistemas electrónicos".

001.E REQUISITOS DE EJECUCION

Previamente a la colocación y montaje de los torniquetes, diapasones y puertas de cortesía, se deberá verificar y en su caso corregir e inclusive rechazar, lo que se contraponga a los aspectos que a continuación se indican:

a) Todos los elementos a instalar deberán encontrarse en buenas condiciones, y con su embalaje original completo.

b) Toda área de trabajo deberá recibirse totalmente limpia, libre de objetos que dificulten las maniobras y provista de los servicios que requiera el instalador, tales como alumbrado adecuado, suministro de energía eléctrica, etcétera.

c) Las preparaciones de obra civil deberán corresponder a las indicadas en los planos de proyecto; la supervisión deberá verificar esto y en caso que, por necesidades de la obra hayan surgido modificaciones, éstas deberán estar asentadas en el proyecto y aprobadas por el Representante.

d) En las preparaciones mencionadas en el párrafo anterior, todos los registros deberán encontrarse completamente limpios, con tapas y protegidos

contra daño mecánico, los ductos estarán totalmente guiados en toda su longitud con guías de alambre galvanizado y calibre adecuado, de tal manera que se facilite la introducción de los conductores. El proveedor verificará el guiado de las tuberías.

e) Deberán ser considerados todos los accesos a registros que sean necesarios para el cableado, a fin de no quedar obstruidos y posteriormente tener que romper algún elemento para llegar a éstos. La indicación de los accesos la deberá hacer el instalador, en coordinación con Obra Civil y deberá ser verificada por la supervisión.

f) Una vez recibida la obra civil por parte de Obra Electromecánica, conjuntamente con el proveedor y/o instalador, se realizará el cableado para alimentación eléctrica y teletransmisión (control), para posteriormente realizar los trabajos de montàje de torniquetes, puerta de cortesía y diapasones, así como también la terminal de operación.

001.E.01 REQUERIMIENTOS DE OBRA CIVIL

El proyecto indicará con detalle las preparaciones que la obra civil deberá considerar para el área de torniquetes, las que en términos generales y salvo indicación en contrario, deberán cumplir con las siguientes indicaciones:

a) Estaciones. El área del vestíbulo por acceso dependerá del tipo de estación, según se indica en la tabla 001-1, a título indicativo.

Tabla 001-1

Estación	Vestíbulo Area por acceso, en m²
Paso	8.0 a 13.0
Terminal provisional	8.0 a 13.0
Terminal definitiva	13.0 a 28.0
Correspondencia	12.0 a 28.0

En la zona adyacente a donde se instalarán los torniquetes, el acabado del mármol será tal que una vez colocados éstos no sea necesario un trabajo adicional de pulido, que pudiera dañar los gabinetes una vez instalados.

b) Fijación de torniquetes. Se considerarán como preparaciones para este fin la construcción de dalas, registros y trincheras, de acuerdo a lo siguiente:

1. Dalas. Su longitud dependerá del vestíbulo; su ancho y alto serán de acuerdo al tipo de instalación, siendo éstas las siguientes:

   — Losa prefabricada. Las dalas construidas sobre este tipo de losa serán de 35 cm de ancho y 15 cm de alto como mínimo, debiendo ampliarse cuando las variaciones de nivel del firme de compresión así lo permitan.

   — Losa colada en sitio. En este tipo de losa la preparación de dalas se hará con las siguientes dimensiones; dos dalas laterales de 30 cm de ancho y una central de 35 cm, con 35 cm de alto, en todos los casos. En estos dos tipos de instalación se deberán conservar tres centímetros de mortero para asentar el mármol. Estas dimensiones se deberán respetar aun en estaciones elevadas.

2. Registros. Se dejarán registros para las tuberías de alimentación y control, tanto en pisos como en muros; el número y las dimensiones de éstos serán de acuerdo a lo indicado en la tabla 001-2.

Tabla 001-2

Localización	Servicio	Dimensiones, en mm	Cantidad	
			Por torniquete	Por batería
Piso	Alimentación.	180 x 180 x 100	1	Según la longitud del vestíbulo
Piso	Control	180 x 180 x 100	1	
Muro	De paso o general	560 x 280 x 130	—	Uno por acceso y dos en caso de que se tenga muro o columna sobre el eje longitudinal de torniquetes, que lo divida en partes

A los registros de piso ubicados sobre el eje de torniquetes, llegará un ducto para alimentación eléctrica mientras que para control serán dos. La distancia entre centros de registros será de 78 centímetros.

3. Trincheras. Se preverán trincheras para el paso de cables con una dimensión de 30 cm en losa prefabricada y 35 cm en losa colada en sitio, con altura mínima de 15 cm en ambos casos.

c) Ductos. Los ductos serán a base de tubería galvanizada, de 51 mm de diámetro, cuya longitud dependerá de la ubicación del local. La trayectoria y número de tuberías son las que se indican en la tabla 001-3.

Tabla 001-3

Trayectoria		Cantidad
Desde	Hasta	
Tablero U	Gabinete de control estadístico en local técnico	Trinchera ✓
	Tablero 1 (acceso X)	Tubería sencilla
	Tablero 2 (acceso Y)	
Batería de torniquetes ✓	Taquilla(s) correspondiente(s)	
	Local del Jefe de Estación	Tubería doble ✓
	Local técnico	

1. A todo lo largo de la batería de torniquetes se llevará un tubo para alimentación y dos para control; en caso de que en el vestíbulo se encontraran columnas, se dejarán las preparaciones necesarias para que la instalación sea continua sin perforarlas.

2. Se dejarán las preparaciones necesarias para canalizaciones bajo andén, cuando las baterías de torniquetes se encuentren en diferente vestíbulo y la estación no tenga galería de cables, dejando como mínimo cuatro tuberías de 51 mm de diámetro.

001.E.02 DUCTOS

En los casos en que se requiera instalar tubería ahogada en pisos o muros, ésta deberá cumplir en forma general con lo que se indica en el Capítulo 3, "Métodos de instalación, conductores y canalizaciones", del Reglamento de Instalaciones Eléctricas, en las secciones que correspondan de acuerdo al material de la tubería que marque el proyecto.

De manera particular los ductos instalados para alojar el cableado de alimentación y teletransmisión deberán cumplir lo siguiente:

1. Las canalizaciones subterráneas se deben construir de tal forma que por ningún motivo queden alojadas por debajo de cimentaciones de cualquier tipo, principalmente cuando éstas correspondan a equipos, maquinaria o construcciones arquitectónicas.

2. En la trayectoria de los ductos se deberán considerar, dentro de las condiciones de la obra, los radios mínimos de curvatura indicados en 001.E.03 (c-2).

3. Cuando las trayectorias de los ductos cambien de dirección deberá preverse la colocación de un registro.

4. En general una trayectoria en línea recta deberá contemplar registros a distancias mínimas de 25 metros.

5. La trayectoria de tuberías y el uso de éstas bajo andén serán los indicados por el proyecto.

001.E.03 CABLEADO

En la instalación de estos equipos se presentarán dos tipos de cableado; uno para unión de los equipos, referentes a la teletransmisión y alimentación y el otro en los equipos. El cableado entre equipos comprende el enlace de teletransmisión, entre la batería de torniquetes, taquillas, local del Jefe de Estación y local técnico, así como la alimentación eléctrica a torniquetes y a la terminal de operación. Deberá cumplir con lo siguiente:

a) Tanto el cableado de alimentación como el de teletransmisión deberá cumplir de manera general lo establecido en el Capítulo 3, "Métodos de instalación, conductores y canalizaciones", del Reglamento de Instalaciones Eléctricas, Secciones 301, 302 y 303, en lo que corresponda de acuerdo al tipo de conductor indicado por el proyecto.

b) El cableado entre los equipos deberá cumplir lo siguiente:

1. Los conductores deberán ser de una sola pieza. Cuando se presente la necesidad de hacer un empalme o derivación, éstos deberán quedar alojados en un registro de muro, dentro de un gabinete o en una caja de paso o de conexiones.

2. Los conductores deberán ser jalados dentro de las tuberías mediante un dispositivo que evite los efectos de torsión, el cual será indicado por el proyecto y aprobado por el Representante.

3. Los conductores deberán ser identificados en forma clara, visible e indeleble por medio de etiquetas a lo largo de toda su longitud. Dichas marcas deberán ser aprobadas por proyecto.

4. Todos los conductores disponibles en caja de salida o registro, deberán dejarse con una longitud suficiente para facilitar tanto la conexión con otros elementos, como para empalmes dentro de ellas. Previendo posibles modificaciones o cortes en su longitud, se considera adecuado para este propósito una longitud de tres metros de conductor.

c) Teletransmisión. Los enlaces deberán hacerse como se indica en la tabla 001-4, considerándose las trayectorias al local técnico, al local del Jefe de Estación, así como preparaciones a futuro.

Tabla 001-4

Enlace de teletransmisión		Número de pares por cable
Desde	**Hasta**	
	Taquillas	1
Batería de torniquetes	Local de Jefe de Estación	4
	Local técnico	Por definir
Local de Jefe de Estación		Por definir

1. Todos los cables empleados para la teletransmisión serán de acuerdo a lo indicado en la cláusula 4.02.003.C conductores para redes electrónicas K13MA, calibre 19 AWG, salvo indicación contraria por parte de proyecto. El suministro del cable será por parte del Representante y su instalación quedará a cargo del proveedor del equipo.

2. Radio mínimo de curvatura. Para la instalación del cable mencionado en el párrafo anterior, los radios mínimos de curvatura serán los siguientes:

— Caso crítico: 15 D.

— Caso holgado: 20 D.

donde D es el diámetro total del cable, en milímetros. Por lo tanto, el radio mínimo de curvatura para torniquetes deberá ser realizado dentro de este intervalo.

d) Alimentación. La alimentación para los torniquetes de entrada, salida y terminal de operación, salvo que el proyecto indique lo contrario, será con cable uso rudo dos fases y tierra, el cual deberá cumplir con la cláusula 4.02.002.D.02 Cables para baja tensión y en su instalación se deberá respetar el radio de curvatura arriba mencionado.

1. No forman parte del alcance de trabajo del proveedor del equipo el tendido de los cables (alimentación y tierra) hasta los tableros que alimentan cada batería de torniquetes y terminal de operación.

2. El suministro del cable de alimentación y tierra desde los tableros del párrafo anterior hasta los torniquetes y terminal de operación estará a cargo del Representante y la instalación a cargo del proveedor del equipo.

   La puesta a tierra deberá cumplir de manera general lo establecido en la sección 206 "Puesta a tierra" del Reglamento de Instalaciones eléctricas.

001.E.04 TORNIQUETES Y DIAPASONES

La instalación de estos elementos deberá realizarse de acuerdo a lo indicado por el proyecto y salvo que éste indique lo contrario, el conjunto será instalado como se muestra en la fig 001-1.

a) Colocación y montaje sobre losas prefabricadas. Para la instalación de estos elementos en losas prefabricadas deberán dejarse las siguientes preparaciones:

1. Dalas para anclaje dejando entre ellas trincheras para el paso de conductores, de acuerdo a lo indicado en 001.E.01(b).

2. Deberá picarse la superficie del firme de compresión y utilizar un aditivo adherente a base de derivados de hule sintético modificado o similar siguiendo las instrucciones del fabricante para lograr la correcta adherencia de las dalas al firme de compresión.

3. Ni el firme de compresión ni la losa prefabricada deberán afectarse con las perforaciones.

4. Deberá dejarse en todos los casos una separación de 2 cm entre el lecho alto del firme de compresión y el lecho bajo de la perforación.

b) Sellado en la base de los torniquetes. El sellamiento de la junta perimetral de la base de los torniquetes deberá efectuarse con sellador de un componente hecho a base de hule de silicón o similar, aprobado por el proyecto.

1. La superficie en que se aplique el sellamiento deberá estar exenta de grasas, limpia y seca para garantizar su adhesión.

2. Para la aplicación se utilizará pistola de calafateo abierto. El sellador, que será en forma de jalea suave e incolora, deberá secar en una hora al contacto con el medio ambiente y vulcanizará totalmente en 24 horas.

3. Deberá terminarse la superficie visible del calafateo logrando un perfilado uniforme, sin que se presenten residuos del material sobre el acero inoxidable o el piso.

4. En caso de que el proveedor proponga un tipo de sellado especial, éste deberá cumplir con las normas respectivas y ser aprobado por el Representante.

c) Diapasones. Su instalación deberá realizarse de acuerdo a lo indicado por proyecto, debiéndose respetar una separación máxima de 13 cm entre dos diapasones o bien entre diapasón y cofre de torniquete, puerta de cortesía, muro, etcétera.

001.E.05 PUERTA DE CORTESIA

Estos elementos deberán instalarse de acuerdo a lo indicado por el proyecto y conforme a lo que a continuación se indica:

1. La puerta se colocará de tal manera que su abatimiento sea hacia el vestíbulo interior.

2. En ningún caso se permitirá fijar la puerta al cofre del torniquete.

3. La distancia entre puerta y torniquete o diapasón será de 13 cm como máximo, siendo la misma a cada lado de la puerta.

001.E.06 TOLERANCIAS

En la instalación de los elementos del sistema de peaje, así como en los preparativos de obra civil se permitirán las tolerancias para las distancias A y B que se indican a continuación y que se muestran en la fig 001-2.

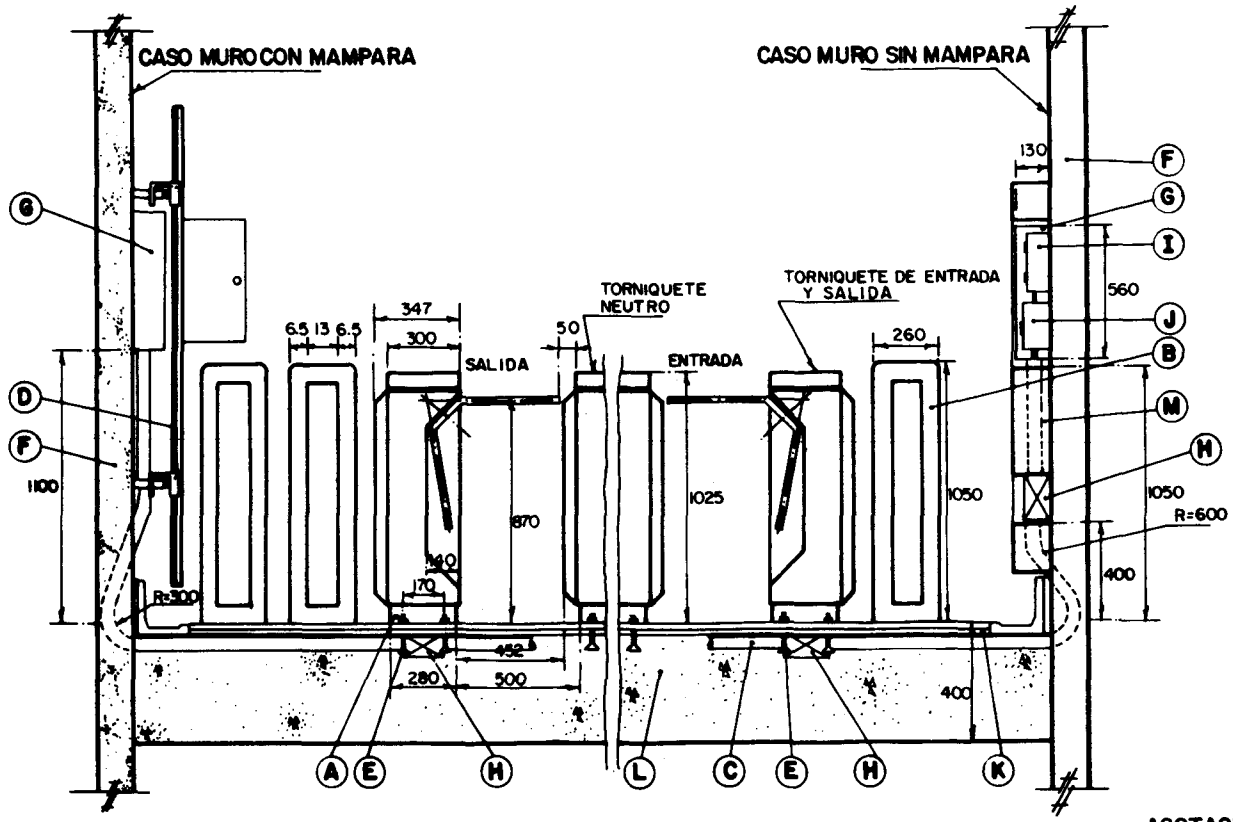
a) Registros

1. En la separación entre registros, tanto de control como de alimentación, a lo largo de la batería de torniquetes, la tolerancia será de ± 6 cm y no será acumulativa.

2. En la altura del registro con puerta, ya sea en muro con mampara o sin ella, la tolerancia será de + 5 y − 0.0 centímetros.

3. En la ubicación horizontal del registro mencionado en el párrafo anterior, se permitirá un desplazamiento de 5 cm hacia el vestíbulo interior y nulo hacia el exterior, con respecto a la distancia establecida entre el eje del registro y el de torniquetes; esto es aplicable a los dos casos de muro, con mampara y sin ella.

b) Torniquetes, diapasones y puertas de cortesía. No se tendrán tolerancias con respecto a la vertical y

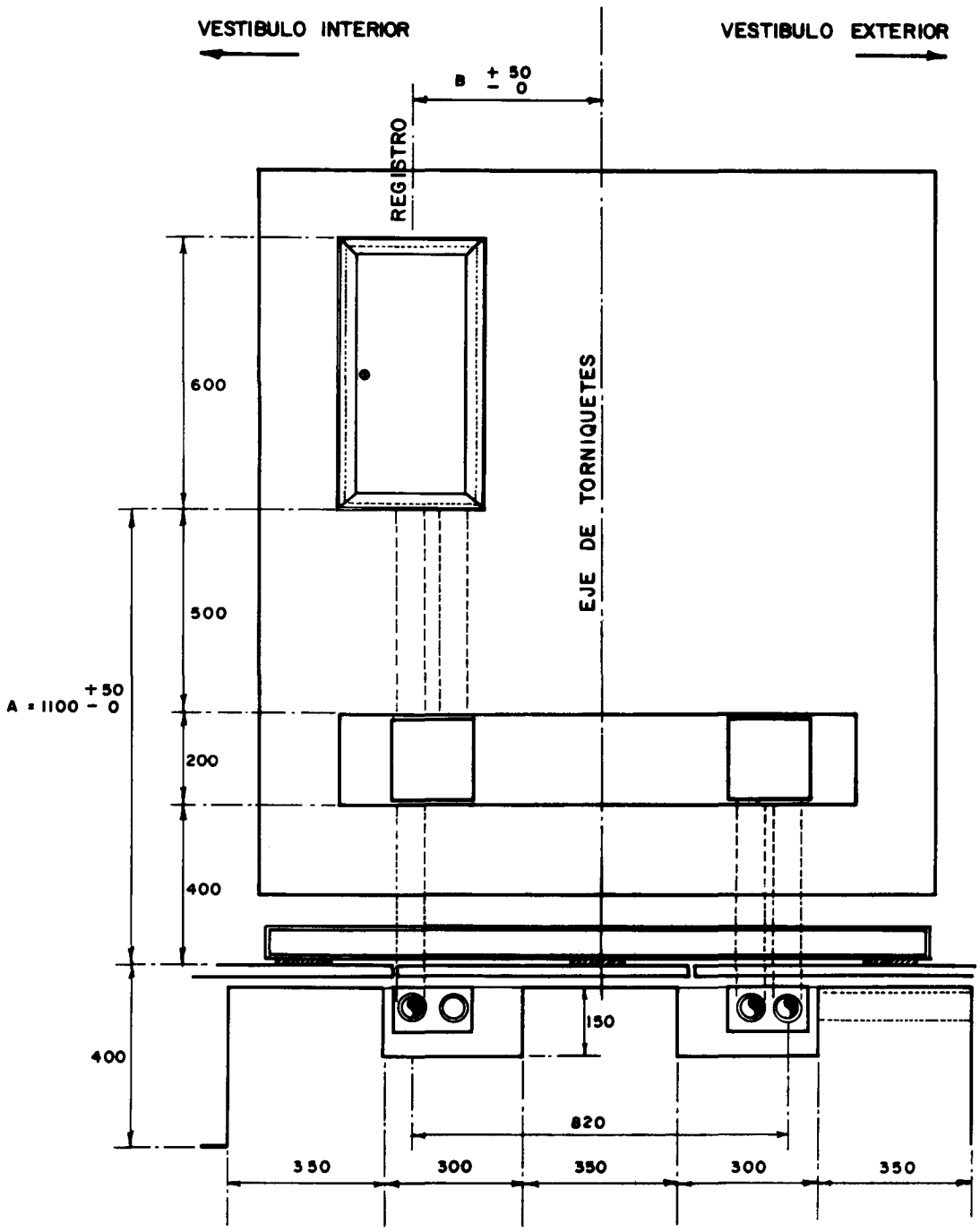


NOMENCLATURA

- (A) BASE DEL TORNIQUETE
- (B) DIAPASON DE BLOQUEO
- (C) TUBERIA GALVANIZADA
- (D) MAMPARA DE PLASTICO LAMINADO
- (E) ANCLA DE FIJACION
- (F) MURO ESTRUCTURAL O DE TABIQUE
- (G) REGISTRO DE LAMINA TROQUELADA CON PUERTA
- (H) REGISTRO DE LAMINA TROQUELADA
- (I) TABLERO DE ALIMENTACION DE TORNIQUETES
- (J) BOTON DE DESBLOQUEO
- (K) MARMOL DE ACABADO DE PISO TERMINADO
- (L) DALA ESTRUCTURAL PARA LA FIJACION DE TORNIQUETES
- (M) NICHO DE TORNIQUETES

ACOTACIONES, EN mm

Fig. 001-1 Alzado esquemático de la instalación del conjunto de torniquetes y diapasones



B SERA DEFINIDA POR PROYECTO

ACOTACIONES, EN mm

Fig 001-2 Tolerancias para instalación de torniquetes

en cuanto a la elevación se colocarán a nivel de piso y perfectamente nivelados.

001.E.07 PRUEBAS

El proveedor será responsable del desarrollo de un plan de pruebas, que deberá asegurar el cumplimiento de las condiciones funcionales y técnicas y además de las que considere necesarias. Los cuadernos de prueba serán sometidos a la revisión y aprobación del Representante. Salvo indicaciones en contrario las pruebas a ios equipos una vez instalados serán las siguientes:

a) Torniquetes. Antes de la puesta en servicio, se harán tres tipos de pruebas a los torniquetes:

   1. Prueba operativa. Consistirá en hacer mediciones a las alimentaciones del equipo, así como la verificación de los circuitos secundarios que lo componen, mandos a distancia, rearme automático, botones de prueba, funcionamiento de los contadores, y prueba de aislamiento entre la tierra de la lógica y el neutro.

   2. Tratamiento de boletos sin error.

   3. Aceptación física. Se verificará la aceptación física de los boletos y equipos.

b) Conjunto. Para la aprobación del sistema integrado de los equipos de peaje se harán dos tipos de pruebas:

   1. Pruebas del sistema. Estas pruebas serán desarrolladas para verificar la funcionalidad de los equipos tomados como sistema.

   2. Pruebas de recepción provisional. Estas pruebas serán desarrolladas después de la instalación de los equipos en sitio.

001.F SISTEMA DE MEDICION

Este será como se indica en la cláusula de sistema de medición de la especificación 3.02.05.001 de "Introducción a la instalación de sistemas electrónicos".

001.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

Serán conforme a la cláusula correspondiente de la especificación 3.02.05.001 de "Introducción a la instalación de sistemas electrónicos".

CAPITULO 3.02.10.001

INSTALACION DEL SISTEMA DE TRACCION

001.A DESCRIPCION

Se describen los trabajos encaminados al montaje y conexión de las subestaciones de rectificación, contactores, seccionadores e interruptores, así como el cableado, conexión a barra guía e interconexión de estos elementos, los cuales integran el sistema de distribución eléctrica destinado a la alimentación de corriente para la tracción de los trenes del Metro de la Ciudad de México.

En forma general, el sistema que se instalará estará constituido por lo siguiente:

— Subestaciones de rectificación.

— Contactores de seccionamiento.

— Seccionadores de aislamiento telemandado.

— Seccionadores manuales.

— Contactores.

— Interruptores.

— Cupones neutros.

— Mallas equipotenciales (sólo en tramos elevados).

— Cableado.

El tipo, cantidad, características y arreglo definitivo de estos elementos serán los indicados en el proyecto.

001.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Instalación del sistema de vía con balasto y durmientes	3.02.01
Instalación del sistema de vía con fijación directa sobre concreto	3.02.02
Introducción a la instalación de redes eléctricas	3.02.03.001
Instalación de subestaciones	3.02.03.003
Instalación de cables de alta tensión	3.02.03.004
Materiales y productos para estructuras de vía	4.02.01.001
Empalmes y terminales	4.02.01.002.D.04
Sistemas de tierra	4.02.01.002.I
Conductores de 1 kV para alimentación de tracción	4.02.01.004.E
Subestación de rectificación	5.02.04.012
Seccionadores e inversores manuales	5.02.04.014
Seccionadores de aislamiento telemandado	5.02.04.015
Contactores	5.02.04.016
Interruptores	5.02.04.017
Sistemas de tierra	DDF 4.39
Subestaciones	Capítulo 6 RIE-SECOFI

001.C MATERIALES

Los materiales para la alimentación de la corriente de tracción deberán cumplir lo establecido en la cláusula correspondiente de la especificación 3.02.03.001 de "Introducción a la instalación de redes eléctricas".

001.D EQUIPO

Véase la cláusula correspondiente en 3.02.03.001 de "Introducción a la instalación de redes eléctricas".

001.E REQUISITOS DE EJECUCION

La instalación de los elementos que integran el sistema de tracción deberá realizarse de acuerdo con lo establecido por el proyecto y conforme a las indicaciones del Representante. Además, deberá considerarse lo siguiente:

001.E.01 SUBESTACIONES DE RECTIFICACION

En la instalación de las subestaciones de rectificación se deberá considerar el montaje, elaboración de accesorios de montaje, pruebas y puesta en servicio del equipo que integra la subestación. En forma general la instalación será como se indica en el Capítulo 6, "Subestaciones" del Reglamento de Instalaciones Eléctricas (RIE) de SECOFI, en las secciones correspondientes de acuerdo al material empleado y las indicaciones de proyecto, además de las siguientes consideraciones particulares:

a) Las subestaciones de rectificación se instalarán a lo largo de las líneas del Metro para suministrar energía eléctrica a las vías, la cual será utilizada por los trenes que circulen en la línea. La alimentación a las subestaciones será a partir de dos subestaciones distintas de la CLFC en 23 kV, a través de una transferencia automática que tendrá una posición preferente y otra emergente. Las subestaciones serán controladas desde el PCC por medio de un interruptor automático de potencia.

b) Alcance de los trabajos.

1. Acometida de alta tensión:

— Suministro, instalación y conexión de tres barras de cobre de 6.3 x 25 mm del equipo de medición de la CLFC al seccionador de llegada en las celdas de alta tensión.

— Suministro e instalación de los aisladores soporte de estas barras.

— Suministro e instalación de la garganta de lámina que protegerá estas barras, desde la ventana del local de acometida hasta las celdas de alta tensión, según el proyecto.

2. Celdas de alta tensión:

— Montaje y fijación al piso de las celdas de alta tensión; éstas deberán quedar a nivel, cualquiera que sea la terminación del piso, fijando el conjunto mediante anclas barreno a la losa de piso.

— Conexión de cada una de las celdas a la red de tierras.

— Colocación de rampas para facilitar el desplazamiento del interruptor de potencia dentro y fuera de la celda, con material aislante como celorón o micarta.

— Fijación de soportes para mufas a la salida del interruptor de potencia.

— Instalación del cable de 23 kV entre el interruptor de potencia y el transformador de potencia; el cable será con aislamiento del tipo seco, EP o XLP, de calibre 2/0 AWG. Durante el manejo e instalación del cable se deberá respetar el radio mínimo permisible recomendado por el fabricante.

— Elaboración de seis mufas monofásicas del Tipo TIP para el cable anterior.

— Colocación de mufas en los soportes correspondientes.

— Conexión a tierra de las cuchillas de tierra correspondientes.

— Colocación, conexión y fijación del transformador de auxiliares con cable monopolar de 2/0 AWG de EPR o XLP en el primario y cable con aislamiento deslizante y resistente al fuego para 600 V en el secundario. La conexión del primario con el seccionador de protección tendrá por lo menos un cono de alivio en sus dos extremos.

— Conexión a tierra de todas las estructuras soporte de seccionadores y del transformador de auxiliares, así como del interruptor mediante un contacto deslizante, para cuando éste se desconecte y salga de su celda.

3. Transformador de potencia:

— Fabricación y montaje del soporte para la mufa del alimentador al primario del transformador; suministro y colocación de barras circulares de cobre para conectar las mufas a las boquillas del transformador.

— Suministro e instalación de las pistas aisladas para colocar el transformador, de acuerdo al proyecto.

— Colocación y fijación del transformador en su base por medio de topes desmontables.

— Conexión del tanque del transformador a las pistas aisladas, por medio de cable de cobre desnudo y conector o zapata de ojillo.

4. Rectificador:

— Suministro y colocación de aisladores soporte para los conectores fijos que soportarán las barras de conexión del secundario del transformador y suministro y colocación de barras de cobre para conectar el secundario del transformador con el rectificador, según el proyecto.

— Suministro e instalación de las pistas aisladas para colocar el rectificador, según el proyecto.

— Instalación de los topes ajustables para fijar el rectificador en su posición correcta.

— En el caso de rectificador enchufable, fabricación de soportes y colocación de los conectores fijos.

— Conexión de la estructura del rectificador a las pistas, por medio de cable de cobre y conector o zapata de ojillo.

— Para rectificador con ventilación forzada, fabricación de la junta de estanqueidad en la boquilla de entrada de aire para evitar fugas.

5. Ventilador, en caso de rectificador con ventilación forzada:

— Instalación de pistas y topes ajustables para el ventilador.

— Emboquillado de la descarga del ventilador.

— Conexión a tierra del ventilador.

— Instalación de marco y contramarco para filtros de aire, según el proyecto.

— Colocación de filtros de aire.

6. Armarios:

   — Fabricación e instalación de bases o soportes para fijación de armarios de automaticidad, interconexiones y de interfaz.

   — Conexión a tierra de los mismos con cable de cobre desnudo y zapata de ojillo.

7. Contactor de seccionamiento, en caso de existir:

   — Instalación de pistas aisladas.

   — Conexión del chasis a las pistas.

   — Fabricación e instalación de topes ajustables y conectores fijos.

8. Cajas de conexión:

   — Cada equipo tendrá una caja de conexiones en las que se conectarán todos los cables de control en tablillas de bornes.

   — En caso de equipos desenchufables, estas cajas recibirán las clavijas multiconductores correspondientes.

   — Los equipos son: transformadores, rectificadores, contactores de seccionamiento CS y ventilador. Cada caja estará conectada a tierra.

9. Barras de corriente continua CC:

   — Fabricación y montaje de barras en los conectores fijos, para conectarse a los seccionadores de CC.

   — Cada soporte de aislador estará conectado a tierra.

10. Seccionadores:

    — Fabricación e instalación de soportes para seccionador de CC, con conexión a tierra.

    — Los seccionadores quedarán instalados sobre el muro.

11. Interconexiones:

    — Las conexiones de cada equipo al armario de interconexiones se harán con cable multiconductor para 600 V, resistente al fuego, con calibre mínimo del No. 12.

    — Los cables se instalarán en trincheras preparadas para tal fin por la obra civil; en los casos en que no exista trinchera, se llevarán en charolas.

    — Los cables deben peinarse, agruparse y sujetarse con cinturón de plástico.

    — Las bajadas de cada caja hacia la trinchera se harán con tubo conduit de PVC del diámetro adecuado; todos los cables se identificarán en sus dos extremos con marcas del tipo permanente.

12. Relevador de tierra:

    — Instalación del relevador de tierra sobre el muro con una placa aislante. A este relevador se conectará la malla aislada y la malla de tierras del puesto de rectificación, PR.

13. Malla de tierra aislada:

    — Se reunirán los cables que llegan de cada equipo aislado a una barra colectora (bus) y ahí se instalará una barra de cobre de 19 x 6.3 mm, con soportes aislantes hacia el relevador de tierra.

14. Filtros de aire:

    — Para rectificadores con ventilación forzada se instalará un contramarco que fabricará el Contratista para colocar los filtros de aire.

    — Fabricación de la protección para evitar que sean sustraidos los filtros, a base de marcos abatibles con malla.

001.E.02 MALLAS EQUIPOTENCIALES

Para la instalación de la protección denominada malla equipotencial, se deberá coordinar en todo momento con Obra Civil, a fin de que ésta considere las preparaciones marcadas en el proyecto, tales como colocación (formación de la malla) de las varillas de fierro dulce, tubería ahogada en concreto, construcción de registros de mampostería, etcétera.

a) Conexión de la malla. La conexión de la malla equipotencial se hará considerando lo siguiente:

   1. La malla equipotencial deberá quedar independiente del sistema de tierras del tramo en cuestión.

   2. La tubería ahogada en concreto será de PVC para servicio pesado, la cual se rematará hasta el registro de mampostería, dejándole monitores en sus extremos para protección del cable.

   3. El conductor que liga las varillas de fierro dulce, es decir la conexión propia de la malla, será un cable de cobre desnudo, calibre 2/0 AWG formado por 19 hilos, el cual se conectará a la varilla por medio de un conector soldable.

   4. La unión de las varillas de fierro dulce de 9.5 mm será por medio de soldadura eléctrica.

   5. Una vez terminada la conexión de la malla, se deberán dejar preparados puntos de prueba para la verificación periódica del potencial existente, según el proyecto.

001.E.03 CABLEADO

En la instalación de estos equipos se presentarán dos tipos de cableado: uno para unión o interconexión de los equipos y el otro para el retorno de la corriente de tracción, denominado puente de continuidad. El cableado entre equipos comprende el enlace de la subestación de rectificación con las vías, interconec-

tando los diferentes equipos que intervienen en la distribución de la corriente de tracción, tales como seccionadores, interruptores, contactores, etcétera.

La instalación del cable de tracción deberá realizarse de manera general de acuerdo con lo establecido en el Capítulo 3, "Métodos de instalación, conductores y canalizaciones" del Reglamento de Instalaciones Eléctricas de SECOFI en vigor, secciones 301, 302 y 303, en lo que corresponda al tipo de conductor indicado por el proyecto y adoptando el sistema métrico en todos los elementos de la instalación (canalizaciones, planos, etcétera).

En particular, la instalación de cables de tracción ubicados en las subestaciones de rectificación, nichos de tracción y vías, deberá cumplir lo siguiente:

1. Los cables de tracción conducirán la energía eléctrica en corriente continua, de las subestaciones de rectificación, ubicadas a lo largo de cada línea, hacia las vías pasando por los nichos de tracción, en donde se conectarán a los equipos que distribuyen la energía hacia las vías. La instalación de estos cables se hará de diferentes maneras, dependiendo de las características de los lugares en donde se van a instalar y conectar.

2. La instalación del cable de tracción estará en función de los diversos tipos de canalizaciones y soportes utilizados para este sistema y serán los siguientes:

   — Cables en ductos y registros.

   — Cables depositados en charola.

   — Cables en muro con soportes.

   — Cables en muro con clemas.

   — Cables en canaleta sobre balasto.

3. En todos los casos, el Representante suministrará el cable de tracción únicamente, quedando por cuenta del Contratista el suministro de canalizaciones, soportes y accesorios.

4. Los cables serán de acuerdo a lo indicado en la cláusula 4.02.01.004.E, Conductores para 1 kV, y salvo indicación contraria sus características generales serán las siguientes:

   — Cable de cobre recocido tipo suave de 240 mm^2 de sección.

   — Diámetro total de 28 mm, incluyendo el aislamiento.

   — Peso aproximado del cable, 27 N/m (3 kg/m).

   — Los cables se entregarán en carretes con longitud aproximada de 500 metros.

5. El Contratista será responsable del cable y su manejo desde que le sea entregado por el almacén del Representante, hasta la recepción de la instalación o la devolución del cable nuevamente al almacén, en caso de excedentes.

6. Las actividades para cada tipo de instalación se describen a continuación:

Cableado en ductos y registros. Antes de efectuar trabajos en los registros se deberán colocar barreras de advertencia a los automovilistas y peatones para evitar accidentes. Posteriormente se procederá de acuerdo a lo siguiente:

— Limpieza de los registros.

— Limpieza de los ductos con un dispositivo metálico denominado "ratón" de anillos de acero o malla, con un diámetro 10 mm menor que el diámetro interior del ducto; después de hacer pasar el ratón por el ducto, se pasará una bola de estopa, trapo o esponja para retirar los materiales extraños.

— Durante el cableado se deberá instalar un dinamómetro y un cuentametros, para vigilar que la tensión de jalado no exceda de 4.05 kN (450 kg) y para contabilizar la longitud del cable instalado.

— Para determinar la longitud máxima de jalado se puede considerar un coeficiente de fricción de 0.5.

— El jalado del cable se podrá hacer con un perno de tracción o una malla de acero denominada "calcetín".

— En los casos en que los registros no sean colineales y se tenga que cablear haciendo curvas, se deberán utilizar rodillos o poleas con radios de curvatura lo más amplio posible para facilitar el cableado, debiendo tomar en cuenta que la presión lateral máxima permitida por el cable es de 6.3 kN/m (700 kg/m).

— El radio mínimo de curvatura al que se puede someter el cable es de 12 veces su diámetro exterior.

— Para facilitar el deslizamiento del cable durante el cableado, se podrá aplicar como lubricante bentonita o el producto que recomiende el fabricante, a excepción de la grasa.

— La instalación de los cables en los registros deberá hacerse colocando soportes en las paredes de los pozos.

— No deberán dejarse cables expuestos a la entrada de los registros para evitar que puedan ser golpeados por la caída de objetos o de las mismas tapas.

— Se deberá dejar la holgura suficiente para absorber las dilataciones del cable.

Cableado en charolas. Para este tipo de instalación se pueden presentar dos casos:

a) En charola ya instalada

   — Colocación de los cables en la charola respetando el radio mínimo de curvatura permisible.

   — Peinado de los cables en la charola.

   — Agrupación y fijación de los cables a la charola con cinturón de plástico.

b) Con instalación de charola

— Fijación de correderas al muro con taquete expansivo o perno roscado de 15.9 mm de diámetro, con una profundidad mínima del barreno de 70 milímetros.

— Colocación de ménsulas en la corredera.

— Instalación de la charola de 40 cm de ancho de fierro galvanizado por inmersión en caliente o de aluminio, la cual deberá cumplir con lo indicado en la cláusula 4.02.01.002.C.01, Charolas soporte, tipo escalera.

— La separación entre correderas será de 2.40 m; el sistema deberá diseñarse para soportar una carga de 5.4 kN/m (600 kg/m).

— La unión entre tramos de charola deberá formar una estructura continua, libre de obstáculos y desniveles entre tramos, para lo cual se utilizarán conectores rectos, curvos, cruces, reducciones, etc., de fácil montaje que garanticen una buena unión mecánica.

— Después de colocar la charola, se depositará el cable en la charola respetando el radio mínimo de curvatura.

— Peinado de los cables en la charola.

— Agrupación y fijación de los cables con cinturón de plástico a la charola.

Cables instalados en muro con soportes

— Suministro e instalación del canal "corredera" con soportes (ver fig 001-1). Las correderas se fabricarán con seis o doce soportes, de acuerdo al número de cables por instalar.

— La fijación de las correderas al muro se hará con taquetes expansivos o pernos roscados, de 13 mm de diámetro, con una profundidad mínima del barreno de 70 mm a cada 120 centímetros.

— Colocación del cable sobre los soportes.

— Fijación del cable al soporte con cinturón de plástico.

— Todos los elementos para la fijación de soportes serán galvanizados.

Cables instalados en el muro con clemas. Este sistema se utilizará en la instalación vertical de cables y comprenderá lo siguiente:

— Suministro e instalación de clemas previamente impregnadas con aceite mineral, con un mínimo de 10 h de impregnación.

— Las clemas se fijarán al muro con solera de fierro galvanizado de las dimensiones indicadas en las figs 001-2 y 001-2a.

— La separación entre clemas será de un metro; en las zonas en que se requiera cambiar de dirección se dejará una distancia del centro de la curvatura a las clemas de 40 centímetros.

— La fijación de las clemas al muro se hará con taquete expansivo o perno roscado de 9.5 mm de diámetro, con una profundidad mínima del barreno de 70 milímetros.

— Instalación del cable respetando los radios de curvatura permisibles.

— Apriete de las clemas.

Cables en canaleta sobre balasto. Este tipo de montaje se utilizará cuando se lleven cables de tracción sobre las vías y en cruces de vías.

— Suministro e instalación de canaleta de concreto armado (fig 001-3), la cual deberá cumplir lo indicado en la cláusula 4.02.01.004.C, Canaletas de concreto.

— La canaleta se colocará sobre el balasto de manera que el nivel de éste sea el mismo que el de la tapa de la canaleta.

— Todo cruce de vía se hará entre dos durmientes, dejando por lo menos una tapa en el centro para que sea registrable la instalación.

— Colocación de cables en la canaleta, hasta seis cables como máximo.

— Colocación de tapas a las canaletas.

7. Conexión de los cables

— La conexión de los cables a los diferentes equipos de tracción o barras se realizará con zapata de compresión de dos ojillos, que deberá cumplir con lo indicado en la cláusula 4.02.01.004.F.01, Conectores mecánicos.

— La conexión de los cables a la vía se hará con soldadura Cadweld, la que deberá cumplir con lo especificado en el inciso 5.64.02.03 del capítulo 5.64, Parte Segunda, Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF, para conectar el cable al riel y a la pista de rodamiento. Para efectuar la soldadura se aplicará pasta sellador duxial o similar.

8. Arreglo de cables. En cualquier tipo de montaje se deberán respetar los radios mínimos de curvatura y se peinarán los cables en toda su trayectoria; se podrá utilizar un martillo de caucho para alinear los cables.

9. Los materiales que deberá proporcionar el Contratista son los siguientes:

— Charola de fierro galvanizado con sus elementos de fijación y de ensamble.

— Clemas soportes para cables y accesorios.

— Canal con soportes para cables y accesorios.

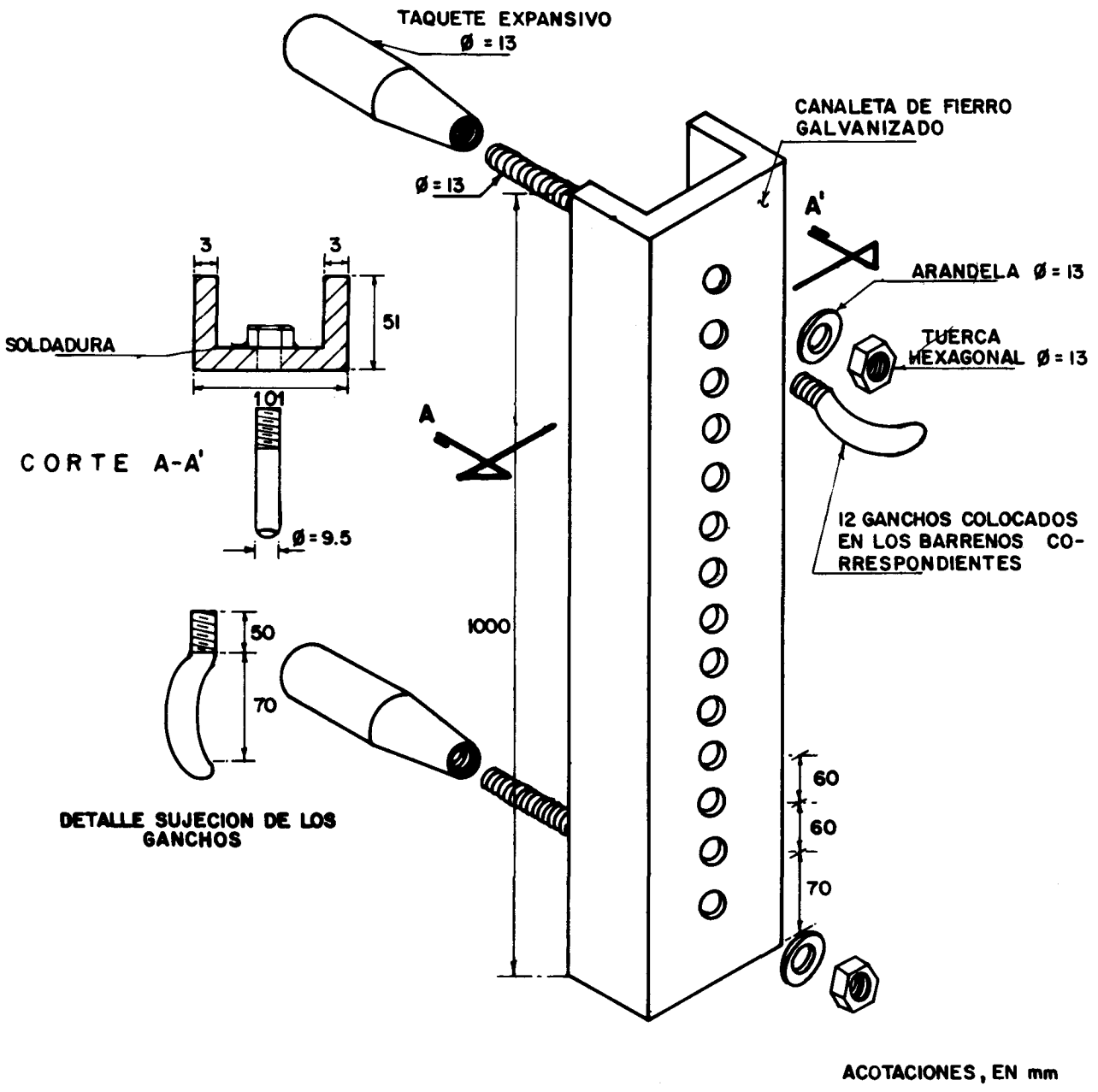


Fig 001-1 Instalación de soportes para cables de tracción

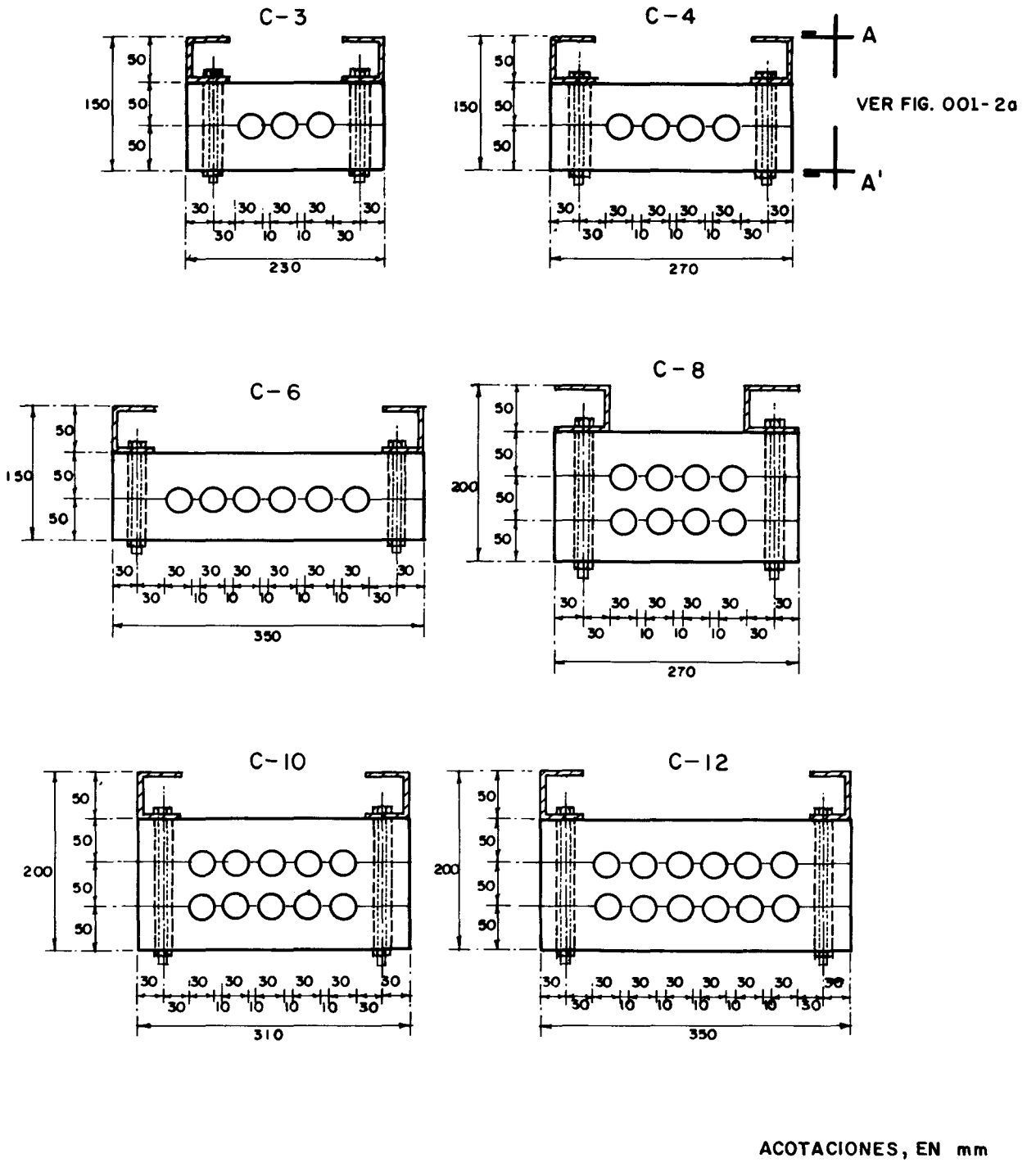
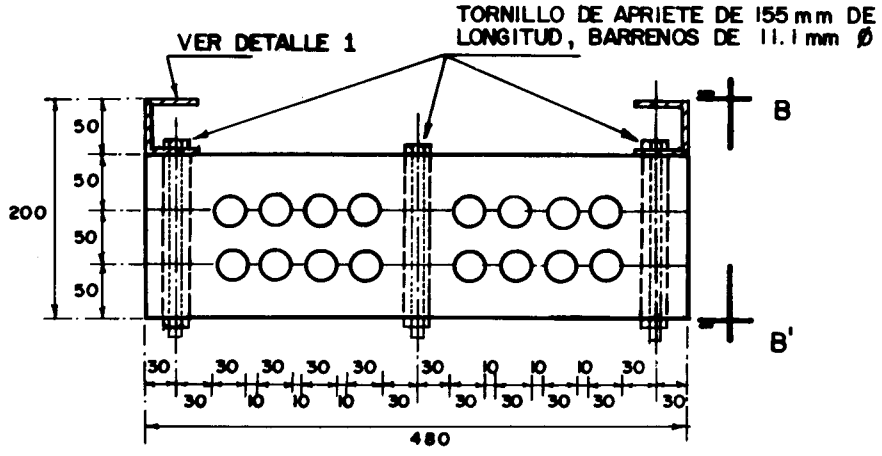
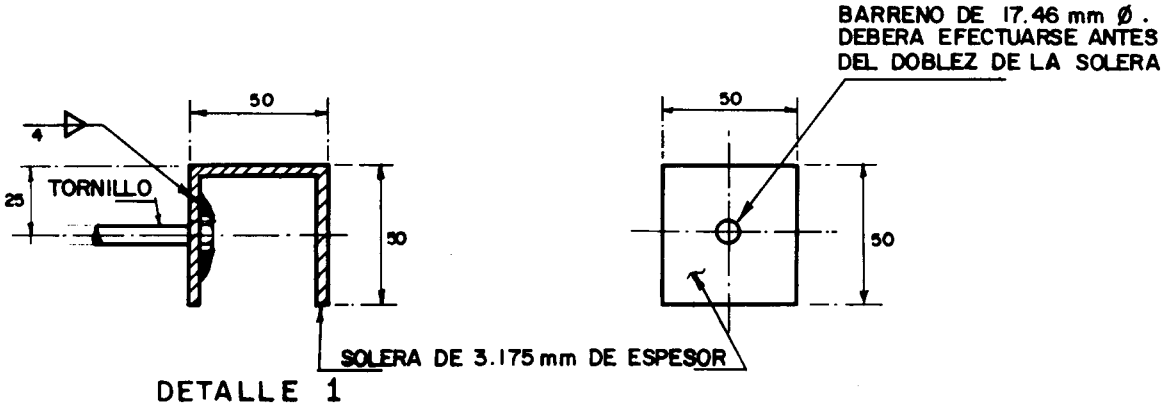


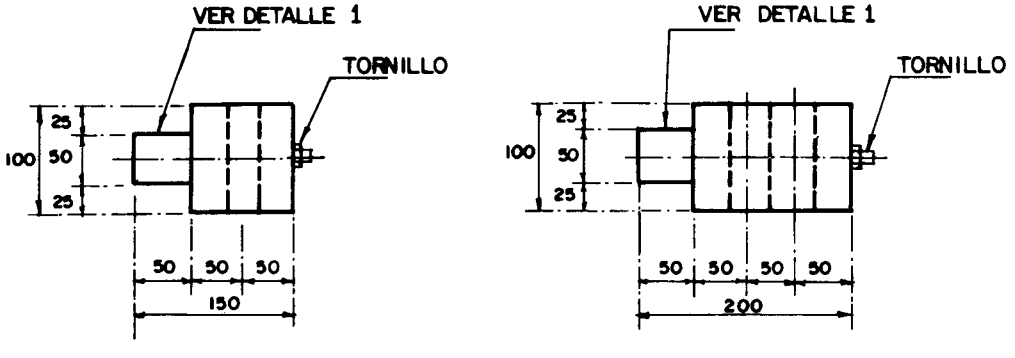
Fig 001-2 Construcción e instalación de clemas



C – 16



DETALLE 1



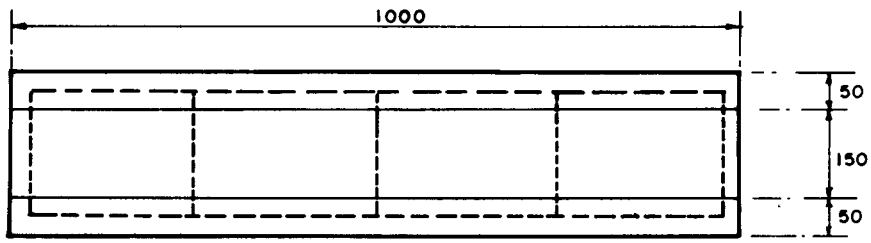
VISTA A-A'

VISTA B-B'

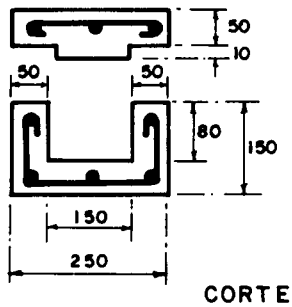
ACOTACIONES, EN mm

Fig 001-2 a Detalles y cortes para la construcción e instalación de clemas

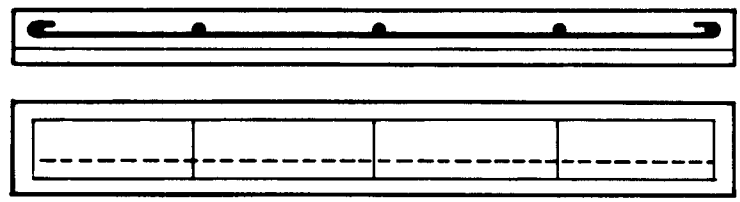
CANALETA SIMPLE PARA 6 CABLES DE TRACCION



CORTE TRANSVERSAL



CORTE LONGITUDINAL



LAS BARRAS Y ESTRIBOS SON DE FIERRO REDONDO DE 6.3 mm DE DIAMETRO CON AMARRES DE 2 mm DE DIAMETRO

RESISTENCIA DEL CONCRETO : $f'c \geq 200$ kg/cm^2

ACOTACIONES, EN mm

Fig 001-3 Construcción e instalación de canaletas de concreto

— Canaleta de concreto armado con tapa y accesorios.

— Todos los equipos y elementos necesarios para la instalación de los cables de tracción.

10. La instalación se deberá realizar bajo la supervisión de un ingeniero residente responsable de la obra, debidamente preparado para garantizar la buena ejecución de la instalación.

    El Representante llevará a cabo la supervisión de las instalaciones para comprobar que los materiales utilizados reúnan las características adecuadas y para verificar la calidad de la mano de obra. Este podrá suspender los trabajos que no estén de acuerdo a lo estipulado en la presente especificación.

11. El Contratista o su representante asistirá obligatoriamente a la puesta en servicio de la instalación para efectuar la recepción provisional, que será sin reservas si la instalación y el funcionamiento son reconocidos como satisfactorios y con reservas si se constatan anomalías ligeras en la instalación realizada por el Contratista. En este caso el Contratista deberá arreglarlas en el menor tiempo posible, sin costo para el Representante.

12. El contratista garantizará que los materiales y la mano de obra son de primera calidad y cualquier defecto deberá corregirlo; el tiempo de garantía será entonces aumentado en un lapso igual al necesario para la corrección de las anomalías, siendo de un año, a partir de la recepción provisional.

13. Si durante el tiempo de garantía no existe reclamación escrita por parte del Representante, la recepción provisional será una recepción definitiva; en caso contrario, la recepción definitiva se hará de acuerdo a lo estipulado en el párrafo anterior.

14. Al término del trabajo, el contratista se compromete a dejar limpias las áreas de trabajo y las instalaciones en condiciones de funcionamiento.

001.E.04 PRUEBAS

Todas las pruebas que se mencionan posteriormente las efectuará el fabricante o el instalador y serán supervisadas por el Representante.

Los equipos que integran el sistema de tracción serán probados después de su fabricación, antes de su instalación y ya instalados, en vacío y con carga. Las pruebas a los equipos se harán conforme a lo establecido en el cuaderno de pruebas propuesto por el proveedor y aprobado por el Representante, considerando lo siguiente:

a) Las pruebas de tracción, en forma general, deberán consistir en alimentar con corriente directa de 750 V las vías nuevas, energizando todas las subestaciones de rectificación, y simulando averías y cortes de corriente, tanto en la acometida de 23 kV, como en los equipos de rectificación del sistema; de la misma manera se realizará el cierre y apertura de todos los aparatos de tracción, contactores de seccionamiento CS, seccionadores de aislamiento telemandado SIT, contactores de terminal CT y demás contactores, interruptores y seccionadores.

b) Subestaciones de rectificación, PR. Después del montaje y colocación en su lugar de los equipos, el instalador avisará que las pruebas pueden comenzar. Deberá realizarse una verificación general de cada instalación y en base a ésta se elaborará una lista de pequeños trabajos pendientes de realizar, los cuales deberán efectuarse antes de las pruebas.

    Antes de aplicar tensión se deberá verificar que la instalación de aparatos, cerrojos, señales, etc., y el control de relevadores de auxiliares, de accesorios y medición del aislamiento estén correctos; también deberán probarse los diferentes circuitos de mando y control a partir de una fuente provisional. Además se revisarán los siguientes conceptos:

    1. Cuchillas desconectadoras. Después de haber instalado las cuchillas de acuerdo con el diseño, se harán los ajustes recomendados en el instructivo del equipo.

    2. Interruptores. Para el ajuste de los interruptores deberán seguirse todos los pasos indicados en el instructivo correspondiente. La calibración de la longitud de la carrera y de los tiempos de apertura y cierre deberán coincidir también con las indicaciones del instructivo mencionado, el cual deberá ser proporcionado junto con el equipo.

    3. Transformadores. Cuando el tiempo transcurrido entre el embarque y la fecha de instalación haya sido largo, deberán sacarse muestras del dieléctrico para comprobar si éste está exento de humedad. El dieléctrico deberá ser de calidad para transformadores y su resistencia dieléctrica superior a 22.5 kV.

        Aunque en la fábrica se le efectúen todas las pruebas de aceptación, en el campo se deberán realizar las que se mencionan a continuación, antes de ponerlo en servicio.

        — En primer lugar deberá verificarse que todas las terminales de los embobinados estén firmemente conectadas a las terminales. En caso de tener cambiador de derivaciones, deberán verificarse la correcta posición y presión de los contactos móviles.

        — Si hay algún transformador de corriente instalado en las terminales o en las bobinas, deberá asegurarse de que sus secundarios estén en cortocircuito o conectados a la carga de un instrumento con bobina de corriente, como pueden ser un amperímetro o un relevador de inducción.

        — Para determinar si el embobinado no ha absorbido humedad durante el transporte y durante el montaje en el lugar, será necesario determinar la resistencia del aislamiento, haciendo uso de un Megger y comparando con las lecturas tomadas en fábrica.

Si la resistencia de aislamiento es baja, deberá efectuarse el secado de las bobinas siguiendo alguno de los procesos recomendados para estos casos.

— Si el transformador se ha encontrado correcto en todos los aspectos y todos sus accesorios e instrumentos están en condiciones de funcionamiento, es conveniente aplicarle el voltaje de operación para poder descubrir cualquier falla. Si el transformador tiene cambiador de derivaciones, deberá estar en posición extrema, para que también quede probado con potencial. Deberá operarse durante un corto tiempo a la tensión normal de vacío antes de aplicarse la carga; al aplicar ésta deberá estar en observación hasta que se estabilicen las temperaturas.

Es conveniente volver a efectuar pruebas de resistencia de los devanados y comparar estos valores con los de las pruebas del fabricante en la recepción, los que deberán ser similares; en caso contrario se revisará el transformador.

4. Sistema de tierras. Por ser muy importante la eficiencia del sistema de tierras, ya que de él depende la seguridad del equipo y del personal, es necesario tomar mediciones de resistencia de contacto entre varilla y tierra antes de poner en servicio la subestación y luego a intervalos periódicos. El procedimiento más sencillo es en el que se emplea un teluróhmetro para medir el valor de las resistencias de contacto de las varillas a tierra. Esta no deberá exceder de cinco ohms.

La aplicación de la tensión de 23 kV a los diferentes equipos, será progresiva y se harán pruebas completas y definitivas de automaticidad.

A la puesta inicial bajo carga del grupo transformador rectificador, el fabricante o su representante asistirá obligatoriamente a un control general del aparato en servicio durante los primeros días de funcionamiento. Dentro de un periodo de 15 días después de la primera puesta en tensión del PR, será efectuada la recepción provisional de los equipos correspondientes, la que será sin reserva si el montaje de la instalación y el funcionamiento son reconocidos como satisfactorios y con reservas si existen anomalías en la instalación o en el funcionamiento de los equipos, en cuyo caso los detalles serán a cargo del instalador.

c) Nicho, local técnico y caseta del PR, seccionador contactor de terminal, nicho de los seccionadores de la terminal, nicho de interruptores de fosa de visita, nicho de vías de enlace de los talleres y local del seccionador de aislamiento telemandado. Toda prueba se hará con los PR involucrados fuera de servicio, así como el seccionador de aislamiento en vía Z, SIVZ, CT, seccionadores del nicho PR y el SIT y todos sus seccionadores abiertos, según corresponda.

1. En todos los equipos o instalaciones antes citados se visitarán las vías verificando visualmente lo siguiente:

— Los enlaces de cables, como soldaduras en riel, pista y barra guía.

— Presencia de alambres o herramientas sobre las vías.

— Aislamiento de las vías con la barra guía.

— Aislamiento de las barras guía con el cupón neutro, cuando exista éste.

— Colocación de lámparas testigo para presencia de tensión sobre las vías.

2. Se verificará el enlace del PR con el nicho de seccionadores, local técnico y caseta, considerando lo siguiente:

— Aislamiento del circuito positivo a cada lado del CS con el otro circuito positivo.

— Aislamiento del circuito positivo a cada lado del CS con el circuito negativo.

— Aislamiento del circuito positivo sin CS con circuito negativo.

3. Se comprobará el funcionamiento del circuito de ruptores de emergencia tomando en cuenta lo que a continuación se indica:

— Se pone el PR en servicio.

— Se jalan los ruptores de emergencia.

4. Verificar la puesta a tierra de los bastidores.

5. Para la verificación del enlace de las vías con los nichos de seccionadores, local técnico, caseta, local del CT y SIVZ y con el nicho del SIT, se revisará el aislamiento de todo aparato abierto y se comprobará el aislamiento de los circuitos, de acuerdo a lo que se indique en el cuaderno de pruebas.

6. En las pruebas al nivel del nicho de seccionadores, local técnico, caseta, local del CT y CIVZ y local del SIT se considerará lo siguiente:

— Poner lámparas testigo sobre cada vía y en el cupón neutro, si existe éste.

— Cerrar los seccionadores del PR.

— Poner en servicio el PR.

d) Cableado. El contratista efectuará las pruebas necesarias para garantizar al Representante la ejecución correcta y el funcionamiento satisfactorio de las instalaciones realizadas. Cada cable deberá pasar satisfactoriamente la prueba de resistencia de aislamiento, de acuerdo a la norma NOM J-294-1984.

Los retrasos que resulten por modificaciones realizadas por defectos de instalación, no podrán servir de base al contratista para aumentar su precio o la fecha de terminación pactada.

001.F SISTEMA DE MEDICION

Las instalaciones de los equipos que integran el sistema de tracción se medirán de acuerdo con lo especificado en la cláusula correspondiente de la especificación 3.02.03.001 "Introducción a la instalación de redes eléctricas".

001.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

Los conceptos de obra y bases de pago aplicables a la instalación del sistema de tracción se regirán por lo estipulado en la cláusula correspondiente de la especificación 3.02.03.001 "Introducción a la instalación de redes eléctricas"

CAPITULO 3.02.11.001

INTRODUCCION A LAS INSTALACIONES ELECTROMECANICAS

001.A ALCANCE

Este capítulo tiene aplicación en las secciones que comprenden los sistemas electromecánicos, y son las siguientes:

3.02.11 Instalación de sistemas de aire.

3.02.12 Instalación de sistemas contra incendio.

3.02.13 Instalaciones hidráulicas y sanitarias.

3.02.14 Instalaciones mecánicas.

Las secciones antes citadas, establecen las especificaciones que deberán cumplir los trabajos necesarios para la instalación de los sistemas electromecánicos, que el Metro de la Ciudad de México requiere.

En estas especificaciones, se cubre la colocación de los distintos elementos y equipos que forman los sistemas que se instalarán en las estaciones, tramos, edificaciones y talleres del Metro, entre los cuales se pueden mencionar: tuberías, ductos, válvulas, equipos de bombeo, equipos para aire acondicionado, equipos contra incendio, escaleras eléctricas, grúas, etcétera.

En términos generales, en la instalación de los sistemas electromecánicos, intervienen algunos de los siguientes trabajos:

1. Adaptación de las áreas de trabajo.
2. Trazo y nivelación.
3. Excavaciones.
4. Rellenos.
5. Estructuras de acero, de concreto y de mampostería.
6. Muros.
7. Instalaciones eléctricas.
8. Tendido de tubería.
9. Impermeabilizaciones.
10. Herrería y resanado de muros.
11. Soldadura.
12. Señalamiento.
13. Colocación de equipos.
14. Colocación de piezas especiales.
15. Limpieza.
16. Recubrimientos y acabados.
17. Pruebas.

Para precisar el significado de algunos términos empleados en esta sección, se han formulado las definiciones de términos a que se refiere el capítulo 1.01.01.008, del Libro 1 de Generalidades y terminología.

001.B REFERENCIAS

Esta cláusula tiene por objeto relacionar el tema tratado en estas especificaciones, con los considerados en otras normas o especificaciones que pueden tener aplicación, para evitar repeticiones, por lo que en cada uno de los capítulos se enlistan en una tabla, los nombres de los capítulos y cláusulas que tienen relación con los requisitos que deben cumplir tanto los materiales y equipos como su instalación y operación.

Cuando se hace referencia a estas especificaciones se indica en la columna de referencia el número clave, compuesto por el libro con un dígito, la parte con dos dígitos, la sección con dos dígitos, el capítulo con tres dígitos y en la letra que corresponda a la cláusula relativa a materiales, equipo, requisitos de ejecución, sistemas de medición y conceptos de obra y bases de pago, de acuerdo con el objetivo de la referencia.

Si se hace referencia a normas de construcción del DDF o a especificaciones o normas de otras dependencias u organismos, en la columna de referencia además del número del capítulo, se indica el nombre de la dependencia u organismo y en las columnas restantes se hacen las indicaciones en forma similar al caso anterior; debe tomarse en cuenta que para efectos de aplicación, en las especificaciones de referencia deben hacerse las siguientes modificaciones.

En todos los casos el Representante hará las veces que el Departamento.

No deben considerarse procedimientos de construcción, sino únicamente los requisitos que deben cumplir las obras, en alguna de sus etapas o al final de la instalación.

El Representante no fijará las condiciones ni los requisitos de ejecución de las obras; en todo caso, el Representante debe aprobarlos, pero el proyecto debe señalarlos. En consecuencia, el proyecto debe resolver

todos los detalles necesarios para efectuar las instalaciones.

Los materiales, productos y equipos que se instalarán en cada concepto de trabajo, serán los indicados en el proyecto y deberán cumplir con los requisitos de calidad establecidos en los Libros 4 y 5 de estas Especificaciones, tal como se indica en la tabla de referencia, excepto cuando se señalen otras calidades en especificaciones particulares; en este caso, éstas prevalecen sobre aquéllos.

001.C MATERIALES

Los materiales y/o productos que se utilicen en la ejecución de las obras serán los indicados en el proyecto y deberán cumplir con lo siguiente:

Los requisitos de calidad establecidos en el Libro 4, de estas Especificaciones.

Las especificaciones que sobre los materiales fije el proyecto, prevalecerán en lo que corresponda, sobre las especificaciones del Libro 4 y las indicadas en las secciones mencionadas al principio de este capítulo, en caso de que hubiera discrepancia entre ellas.

En la tabla de referencia se indican las cláusulas de materiales a título enunciativo, pero no limitativo, por lo que debe consultarse el proyecto para conocer todos los materiales que se emplearán en la construcción de las obras y pueda efectuarse oportunamente su muestreo y las pruebas de laboratorio que se requieran de acuerdo a lo indicado en el proyecto, o a las especificaciones de Calidad de Materiales del Libro 4 y a las indicaciones del Representante.

En la mayoría de los capítulos, se suprime la cláusula relativa a materiales, haciendo únicamente una relación de los mismos en la tabla de referencia, por lo que debe considerarse en estos casos, lo indicado en el inciso anterior.

Cuando por circunstancias especiales se requieran variaciones en las tolerancias para la aceptación de la calidad de algunos materiales y/o productos, éstas deberán ser sometidas a la consideración del Representante, el que decidirá cuál es el trámite a seguir para que pueda concederse la autorización.

001.D EQUIPO

Los equipos que se empleen pára realizar los conceptos de trabajo de cada capítulo considerado en estas secciones, deberán ser los adecuados y necesarios, debiendo cumplir con lo indicado en el proyecto y/o las instrucciones y aprobación del Representante.

Los equipos que se instalarán, deberán suministrarse de acuerdo con las indicaciones del proyecto y deberán cumplir con los requisitos de calidad indicados en el Libro 5 de estas Especificaciones, con lo señalado en las especificaciones particulares que en su caso se indiquen y además con lo siguiente:

Todos los componentes de los equipos que se suministren, deberán ser intercambiables entre sí y entre la totalidad de equipos iguales o similares, sin que para ello se requieran modificaciones mayores, sino únicamente ajustes menores y nivelación.

El suministro de los equipos, deberá incluir toda la información sobre aspectos de fabricación, diseño, operación y mantenimiento; la información estará formada por tres juegos reproducibles, compuestos de lo siguiente:

— Folleto o boletín descriptivo del proceso de fabricación y las instalaciones respectivas.

— Planos, dibujos de taller y detalles, que muestren con dimensiones y acotaciones, al equipo con sus componentes, procesos de ensamble, montaje e instalación, así como las preparaciones previas que se requieran para su instalación y puesta en marcha.

— Especificaciones, códigos y normas que tanto los equipos como los materiales y/o productos usados, deban cumplir, indicando las pruebas a que se sometieron o a que deban someterse para verificar su cumplimiento.

— Boletines, folletos e instructivos para almacenamiento, manejo, instalación, operación y mantenimiento.

Toda la información se proporcionará en el idioma de origen y en español.

Los equipos suministrados se entregarán con una garantía, que cubra tanto cualquier defecto de diseño y operación, como por calidad de materiales y mano de obra, incluyendo empaque y transportación; la garantía tendrá la vigencia que se fije en los capítulos correspondientes del Libro 5 de estas Especificaciones o la acordada entre COVITUR y el proveedor, aunque en todo caso no deberá ser menor de un año, contado a partir de su aceptación y puesta en marcha.

En el caso de que el equipo suministrado requiera de capacitación, ésta se proporcionará y formará parte del suministro y la evaluación, siempre y cuando sea solicitada por COVITUR.

Junto con el suministro del equipo y sus componentes, se proporcionará una lista de las partes de repuesto que se consideren necesarias para un periodo de operación de dos años; las partes de repuesto no forman parte del alcance del suministro, ni de la evaluación y sólo serán adquiridas aquellas que COVITUR estime convenientes.

Si el proveedor hiciera uso de proyectos, inventos, materiales o procedimientos patentados, 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 alguna para COVITUR, debiendo indemnizar a ésta además, si resultaran daños o perjuicios por el uso indebido de patentes, bien sea antes o después de la fabricación e instalación de los equipos.

La cláusula de equipo en la mayoría de los capítulos se suprime y se usará únicamente cuando corresponda a lo indicado para instalación.

001.E REQUISITOS DE EJECUCION

En esta cláusula se fijarán los requisitos esenciales de las etapas constructivas y de instalaciones, las

características que debe tener el trabajo terminado, incluyendo las tolerancias aceptables y en su caso, lo que debe cumplir el trabajo terminado en sus diferentes etapas, y las pruebas que deben efectuarse para la aceptación de los equipos o sistemas instalados, debiendo hacer referencia a los requisitos de seguridad durante la ejecución de la obra o las instalaciones.

Las obras se ejecutarán con los materiales, las dimensiones, las tolerancias y los acabados de acuerdo con lo siguiente:

— Los requisitos que fije el proyecto.

— Las especificaciones particulares que por condiciones especiales de las obras se dicten.

Lo que corresponda aplicar de estas especificaciones para construcción e instalación, según las obras de que se trate.

La correcta ejecución y buena presentación son requisitos indispensables para que el Representante acepte los trabajos, debiendo considerar además que la limpieza general de la obra y de la zona adyacente de trabajo forma parte de la correcta ejecución de los trabajos contratados.

001.F SISTEMA DE MEDICION

La medición de las instalaciones electromecánicas se hará con base en las unidades consideradas en el contrato celebrado o de acuerdo a lo establecido en el Catálogo de Precios Unitarios de COVITUR o en su defecto, a lo indicado en el Catálogo de Precios Unitarios del DDF.

001.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Para la consideración del concepto de obra y la base de pago correspondientes, se tomará como base lo pactado en el contrato celebrado, o lo indicado en el Catálogo de Precios Unitarios de COVITUR o en su defecto, a lo indicado por el Catálogo de Precios Unitarios del DDF.

Los conceptos contenidos en este Capítulo, son de aplicación general en las secciones correspondientes a la instalación de sistemas electromecánicos mencionados al principio del mismo, por lo que ya no se hará mención de ellos en los capítulos correspondientes a dichas secciones.

CAPITULO 3.02.11.002

INSTALACIONES PARA VENTILACION NATURAL DE ESTACIONES Y TRAMOS SUBTERRANEOS

002.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de actividades que se ejecutan al instalar tanto las rejillas como los accesorios necesarios para obtener una ventilación natural en las estaciones y tramos subterráneos del Metro de la Ciudad de México, con el fin de expulsar el aire caliente, humos, gases y malos olores que el movimiento de trenes, usuarios y las instalaciones fijas producen.

La ventilación natural se obtendrá dejando espacios abiertos para permitir el paso del aire al interior de las estaciones y tramos. El cambio de aire se efectuará ya sea mediante el efecto de émbolo que induce el tren en movimiento, por convección, etc. La salida o entrada del aire se efectuará a través de los accesos de las estaciones y de las rejillas que para tal efecto se instalarán en estaciones y a lo largo del tramo.

Las rejillas son elementos metálicos que permiten el paso del aire y se usarán para cubrir los espacios de ventilación en las líneas subterráneas.

002.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Adaptación de las áreas de trabajo	3.01.01.002.E
Construcción de lumbreras con el método convencional	3.01.04.004.E
Señalamiento	3.01.07.012.E
Seguridad	3.01.07.013.E
Introducción a las instalaciones electromecánicas	3.02.11.001
Rejillas electroforjadas	4.01.01.005.Ñ
Radiografías de soldaduras	DDF 4.15
Varillas y electrodos para soldaduras	DDF 5.18
Acero estructural	DDF 5.30.2

002.E REQUISITOS DE EJECUCION

La colocación de rejillas y demás elementos que se requieran, se efectuará de acuerdo con los lineamientos indicados en el proyecto.

Los elementos de soporte y anclaje de las rejillas deberán ser colocados durante la etapa de construcción del cajón o túnel, estando sujetos firmemente a la cimbra, para que durante el proceso constructivo no sufran movimientos que alteren sus dimensiones, forma y niveles.

No se podrá efectuar ninguna actividad sin antes haber obtenido la autorización del Representante y haber verificado que se tiene el área libre y colocados los elementos de apoyo de las rejillas; todos los trabajos que se provoquen por la no observancia de esta disposición, serán ejecutados con cargo del Contratista que resulte responsable de la falta.

Las rejillas se colocarán de acuerdo al tipo que por su localización corresponda y se fijarán con soldadura eléctrica, que cumpla con las especificaciones de la Sociedad Americana de Soldadura, AWS.

Durante la ejecución de los trabajos de colocación y fijación de rejillas, se deberán observar las medidas de seguridad y señalización adecuadas, que permitan proporcionar la debida protección a los trabajadores, vehículos y peatones.

Las rejillas, una vez colocadas, deberán ser protegidas con pintura anticorrosiva y de acabado, de acuerdo con las indicaciones del proyecto.

002.F SISTEMA DE MEDICION

Véase la cláusula correspondiente de la especificación 3.02.11.001, de "Introducción a las instalaciones electromecánicas".

002.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASE DE PAGO

Véase la cláusula correspondiente de la especificación 3.02.11.001, de "Introducción a las instalaciones electromecánicas".

CAPITULO 3.02.11.003

INSTALACION PARA VENTILACION MECANICA

003.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de actividades que se ejecutarán al colocar los equipos, dispositivos, accesorios y ductos necesarios para proporcionar una adecuada y eficiente ventilación mecánica en las estaciones y tramos de las líneas subterráneas del Metro de la Ciudad de México, así como en aquellos locales que la requieren y se indiquen en el proyecto, con la finalidad de proporcionar las condiciones de confort establecidas.

Los sistemas de ventilación mecánica estarán formados por los equipos, elementos y accesorios que indique el proyecto, y que en general son: ventiladores, ductos, rejillas, filtros, motores y tableros de control; en los locales técnicos, la ventilación se hará con presión positiva.

a) Ductos. Son elementos metálicos, fabricados de lámina de acero al carbón, galvanizada, con las características y dimensiones que fije el proyecto.

b) Rejillas. Son elementos estructurales que permiten el paso del aire, proporcionan protección a los filtros y evitan la introducción de objetos extraños dentro de los locales, equipos y ductos.

c) Filtros. Son elementos que se utilizan para la limpieza del aire atmosférico; el tipo de filtro que se empleará será de tipo lavable.

003.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Adaptación de las áreas de trabajo	3.01.01.002.E
Señalamiento	3.01.07.012.E
Seguridad	3.01.07.013.E
Alimentación de motores	3.02.04.002.E
Trazo y nivelaciones	DDF 3.10
Introducción a las instalaciones electromecánicas	3.01.11.001
Rejillas electroforjadas	4.01.01.005.Ñ
Rejillas para sistemas de aire	4.02.01.005.A
Filtros para aire acondicionado	4.02.01.005.B
Ductos para sistemas de aire	4.02.01.005.C
Soportería para ductos	4.02.01.005.D
Instalación de motores eléctricos	DDF 4.38
Radiografías de soldadura	DDF 4.15
Ductos de aire	DDF 4.46
Equipos para ventilación	5.02.01.001
Normas de construcción de ductos para baja velocidad	SMACNA
Normas de construcción de ductos para alta velocidad	SMACNA
Código de prueba para difusores de aire	ADC-1062 Rd
Norma	36-72 ASHRAE
Normas para condiciones atmosféricas de diseño	AMCA, últ. Ed.
Instalación de sistemas de aire acondicionado y ventilación	NFPA-90A-1975
Sistema de tierra	4.02.01.002.I
Sistema de tierra	DDF 4.39
Instalación de subestaciones	3.02.03.003.E
Instalación de tableros de distribución en baja tensión	3.02.04.001.E

003.E REQUISITOS DE EJECUCION

La colocación de los ventiladores, motores, ductos, rejillas, filtros y demás elementos y accesorios que integran el sistema de ventilación mecánica, se efectuará en los sitios y de acuerdo con los lineamientos y niveles indicados en el proyecto.

Previamente a la instalación de los sistemas de ventilación, se deberán efectuar los trabajos de instalación de drenaje y colocación de los elementos de anclaje, soporte y conexión, que requiere el sistema; si por omisión o atraso de programa, se provocan trabajos adicionales, éstos serán con cargo al Contratista.

El proyecto indicará el tipo, clase, calidad, dimensiones y características que deberán tener los equipos, ductos, elementos, accesorios y materiales que se usarán en los sistemas de ventilación, de acuerdo con las siguientes condiciones generales de servicio:

Temperatura ambiente máxima	313.15 K(40°C)
Temperatura ambiente mínima	269.15 K(−4°C)
Temperatura ambiente promedio	291.15 K(18°C)
Altura sobre el nivel del mar	2240 m
Presión barométrica	77.994 kPa (585 mmHg)
Humedad relativa	30 por ciento

Las condiciones internas a mantener como presión estática, temperatura de bulbo seco y temperatura de bulbo húmedo, serán las indicadas en el proyecto o en su defecto las cláusulas señaladas en 2.20.11.5.1 a, b, c, d, del Capítulo 2.20.11, del Libro 2, segunda parte, de las Normas Generales de Construcción del DDF.

En la instalación de los sistemas de ventilación mecánica, se deberá tener en cuenta lo siguiente:

a) Los ganchos y rieles para maniobras, las bases de concreto para la colocación y soporte de los equipos de ventilación y armarios de control eléctrico y los muros de tabique, se colocarán y construirán previamente a la introducción y colocación de los equipos; se deberán dejar en ellos los elementos de anclaje y los huecos para los conos de succión.

b) Las rejillas electroforjadas se colocarán y soldarán una vez que el equipo se haya introducido al local, y deberán tener paso de hombre y hueco para meter y sacar el equipo; la soldadura deberá cumplir con las normas vigentes de la AWS.

c) Las escaleras tipo marino y las plataformas para el acceso a los locales y equipos serán metálicas, con las dimensiones y perfiles indicadas en el proyecto; se colocarán con taquetes de expansión y tornillos y en los equipos, se soldarán a la carcasa.

d) Las rejillas de paso, difusores y persianas, serán del tipo y dimensiones que indique el proyecto.

e) Los conos de succión quedarán colocados en los huecos de los muros de tabique y ahogados en un marco de concreto, con anclas de solera.

f) Los ductos de concreto que se construirán durante la obra civil, tendrán acabado fino; los cambios de dirección, serán sectores circulares con el radio de curvatura que indique el proyecto; los ductos metálicos serán de lámina galvanizada y se colocarán con los elementos de soporte y anclaje requeridos.

g) Los elementos de anclaje, soporte, fijación y antivibratorios podrán ser de lámina galvanizada, solera, taquetes de expansión, tornillos, tuercas, neopreno, etc., teniendo en cuenta lo siguiente:

   — Todos los anclajes y soportes de fierro, deberán cubrirse con una capa de primer y dos capas de esmalte anticorrosivo.

   — Todos los elementos de sujeción, como son tornillos, tuercas, roldanas, etc., serán de acero galvanizado; los empaques y elementos antivibratorios, serán de neopreno.

h) Los equipos de ventilación se colocarán una vez que los elementos de soporte y anclaje hayan sido colocados y deberán quedar alineados y nivelados teniendo en cuenta lo siguiente:

   — Las juntas flexibles serán de lona ahulada del número que indique el proyecto y mantendrán una separación mínima de 0.15 m entre elementos metálicos.

   — El acabado de todo el conjunto tendrá un tratamiento de limpieza y se cubrirá con una capa de primer, con acabado a base de dos capas de esmalte anticorrosivo.

i) Los filtros serán del tipo lavable, de las dimensiones que indique el proyecto.

El sistema se entregará funcionando y garantizado contra defectos de mano de obra y materiales por un periodo mínimo de un año, después de la fecha de entrega.

Para la recepción de los sistemas de ventilación deberán llevarse al cabo pruebas, realizando el balance y ajuste de todos sus componentes de distribución de aire, de acuerdo con lo indicado en el Manual de Balances y Ajustes de la SMACNA, teniendo en cuenta lo siguiente:

a) Se revisará que todos los ductos estén libres de obstrucciones y que todas las compuertas y rejillas estén abiertas.

b) Se realizarán todas las rutinas de mantenimiento e inspección del equipo.

c) Los ventiladores se ajustarán por medio de las poleas de paso variable, a las revoluciones por minuto necesarias para suministrar el gasto de aire requerido.

d) Se ajustarán las compuertas de control de volumen en la toma de aire exterior y ductos principales, de acuerdo al gasto de aire requerido.

e) Se ajustarán las compuertas de control de volumen de cada rejilla de acuerdo al gasto de aire requerido.

f) No deberá producir ruido mayor de 83 db, a una distancia de cuatro metros.

g) Se anotarán los resultados de las pruebas efectuadas y se entregarán tres copias a COVITUR para su aprobación y control.

h) Los sistemas se probarán de acuerdo con los códigos y normas citadas en las referencias.

En todos los casos se respetará y cumplirá lo señalado por el proyecto.

003.F SISTEMA DE MEDICION

Véase la cláusula correspondiente de la especificación 3.02.11.001 de "Introducción a las instalaciones electromecánicas"

003.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

Véase la cláusula correspondiente de la especificación 3.02.11.001 de "Introducción a las instalaciones electromecánicas"

CAPITULO 3.02.11.004

INSTALACION PARA AIRE ACONDICIONADO

004.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de actividades necesarias para colocar los equipos, ductos, accesorios y dispositivos que integran un sistema de aire acondicionado cuya finalidad es proporcionar eficientemente las condiciones ambientales que se requieren en las áreas de control técnico de las instalaciones del Metro de la Ciudad de México.

a) Equipo. Conjunto de elementos que mediante un proceso adecuado, filtra, cambia y controla la temperatura y la humedad del aire de los locales que así lo requieren.

b) Ductos. Elementos construidos con lámina galvanizada y generalmente cubiertos con aislantes (ver cláusula 4.02.01.005.C), cuya finalidad es la de conducir ya sea para su extracción o inyección, el aire viciado y/o acondicionado.

c) Dispositivos. Elementos necesarios para un mejor funcionamiento del sistema, tales como rejillas y filtros para aire acondicionado.

d) Accesorios. Elementos para soporte, fijación y conexión de los equipos y demás componentes del sistema.

004.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Introducción a las instalaciones electromecánicas	3.02.11.001
Adaptación de las áreas de trabajo	3.01.01.002.E
Trazos y nivelaciones	DDF 3.10
Señalamiento	3.01.07.012.E
Seguridad	3.01.07.013.E
Alimentación de motores	3.02.04.002.E
Instalación de motores eléctricos	DDF 4.38
Instalaciones para ventilación mecánica	3.02.11.003.E
Equipo para aire acondicionado	5.02.01.002
Pinturas anticorrosivas	4.01.01.022.A
Rejillas para sistemas de aire	4.02.01.005.A
Equipo para ventilación	5.02.01.001
Filtros para aire acondicionado	4.02.01.005.B
Ductos para sistemas de aire	4.02.01.005.C
Aislantes térmicos	4.01.01.005.E
Electrodos y varillas para soldadura	DDF 5.18
Radiografías de soldaduras	DDF 4.15
Tuberías y piezas especiales de cobre y válvulas	DDF 4.24
Ductos de aire	DDF 4.46.1
Soporte para ductos	4.02.01.005.D
Instalación de subestaciones	3.02.03.003.E
Instalación de tableros de distribución	3.02.04.001.E
Sistema de tierra	DDF 4.39
Sistema de tierra	4.02.01.002.K
Instalación de sistemas de aire acondicionado y ventilación	NFPA 90A-1975
Método de prueba para evaluar la capacidad de enfriamiento y el flujo de aire, en acondicionadores de aire para cuarto	ASHRAE 16-69
Método de prueba para evaluar la capacidad de calefacción en acondicionadores de aire para cuarto	ASHRAE-58-74
Código y manual para el diseño e instalación de aire caliente, sistemas de acondicionamiento de aire para invierno y sistemas para acondicionamiento de aire anual	NESCA manual 9
Consideraciones de distribución de aire para cuartos	NESCA manual E

Selección de sistemas de distribución	NESCA manual G
Método de prueba para evaluar el comportamiento del flujo de aire en salidas y entradas	ASHRAE 70-72
Condiciones ambientales de confort para ocupación humana	ASHRAE 55-74
Medición de la transmisión de sonido de cuarto a cuarto, a través de los sistemas de aire a cámara plena	ADC AD-63

004.E REQUISITOS DE EJECUCION

La instalación de los equipos, ductos, accesorios y dispositivos del sistema de aire acondicionado se efectuará de acuerdo con lo indicado en el proyecto.

Los equipos que se instalarán en los sistemas de aire acondicionado, serán del tipo, clase y características de operación que indique el proyecto, o en su defecto de acuerdo con lo señalado en los incisos 2.20.11.5.3 y 2.20.11.5.4, del capítulo 2.20.11 del Libro 2, segunda parte de las Normas Generales de Construcción del DDF.

La instalación de los sistemas de aire acondicionado se efectuará una vez que los trabajos previos, que para soporte, anclaje y conexión se requieran, hayan sido ejecutados.

Las uniones entre tramos de ducto deberán quedar firmemente fijas sin que se presenten desniveles o escalones entre las paredes internas del ducto, que provoquen turbulencias que alteren el buen funcionamiento del sistema.

Los elementos de soportería y anclaje de los ductos, serán los indicados en el proyecto, debiendo quedar instalados a las distancias de separación en él señaladas.

Las juntas flexibles se deberán colocar en las succiones y descargas de ventiladores, unidades de paquete y manipuladores de aire, así como en los lugares que se requieran; se instalarán dejándolas firmemente fijas, con un espacio mínimo de 10 cm entre miembros de metal y que permitan un movimiento de 25.4 mm en cada uno de los modos de vibración.

Los difusores y las rejillas con o sin control de volumen, serán del tipo, clase y dimensiones que indique el proyecto; la localización de los difusores y rejillas, estará sujeta a la modulación del plafond; las rejillas de inyección para piso se colocarán abajo del equipo, según se requiera; las rejillas para tomas de aire exterior, tendrán control de volumen y prefiltro de 25.4 mm de espesor.

Todos los huecos en el falso piso deberán ir sellados completamente.

Los termostatos y humidistatos de cuarto, estarán colocados a 1.60 m sobre el nivel de piso terminado.

Las dimensiones de las bases para los equipos serán las indicadas en planos certificados del proveedor; todas las bases tendrán una altura de 0.20 metros.

La instalación de ductos, accesorios y dispositivos, que deben ir ocultos por plafond, muros falsos y otros elementos, deberá efectuarse antes de la construcción de éstos; los trabajos adicionales que por omisión o atraso de programa se provoquen, se efectuarán con cargo al Contratista.

Los filtros serán del tipo, clase y dimensiones que indique el proyecto; las juntas flexibles serán de lona ahulada de la calidad que indique el proyecto.

Los ductos de inyección, de retorno de aire y las tuberías de refrigeración, serán aisladas en su totalidad; se usará el aislante indicado en el proyecto, cumpliendo con lo siguiente:

El aislante se aplicará en la superficie exterior de los ductos, debiendo encontrarse todas las juntas a tope y usando adhesivo apropiado de acuerdo con las indicaciones del fabricante; el respaldo de aluminio y el papel Kraft serán perfectamente engrapados y las juntas exteriores en los dos sentidos se sellarán con el producto para barrera de vapor indicado en el proyecto o en su defecto con el sellador C.I. Mastic 6025 o similar y fibra de vidrio; los ductos colocados en el exterior tendrán además una cubierta protectora contra daños de intemperie, cruce de personas, etcétera.

Se aplicará una barrera de vapor para impedir la condensación de humedad en el interior del aislante; toda perforación y/o desgarradura en el respaldo de aluminio y/o la barrera de vapor deberá ser debida y adecuadamente sellada.

En las tuberías de refrigeración, el aislante se aplicará en toda su longitud, así como en válvulas y accesorios, pegándolo al tubo y en sus aristas longitudinales y transversales, con un adhesivo apropiado de acuerdo con las indicaciones del fabricante, sujetándolo con alambre de aluminio. Posteriormente se aplicará una capa de un recubrimiento asfáltico para barrera de vapor, que se cubrirá con una envoltura de lámina de aluminio de 0.40 mm de espesor, que se sujetará con fleje de aluminio de 19 mm x 0.5 mm, con sellos.

No se procederá a la colocación del aislante sin antes haber efectuado las pruebas necesarias para comprobar el buen funcionamiento y la correcta colocación y estado de los ductos y tuberías.

Todo aquel aislante que por alguna razón se llegara a mojar, deberá ser sustituido sin que ello signifique un costo adicional para el Representante.

Terminada la instalación del sistema, se efectuará una limpieza de todos sus elementos que lo integran y se pondrá a punto.

Se procederá a efectuar las revisiones y ajustes que se requieran, de acuerdo con lo siguiente:

a) Los ductos deberán estar libres de obstrucciones y todas las compuertas y rejillas deberán estar abiertas.

b) Las compuertas de control de volumen de las tomas de aire exterior y de ductos principales, deberán ajustarse al gasto de aire, indicado en el proyecto.

c) Las compuertas de control de volumen y de presión positiva de las rejillas, se ajustarán de acuerdo con el gasto de aire y presión que indique el proyecto.

d) Los equipos se ajustarán a las revoluciones por minuto que se requieran para que sean capaces de manejar y suministrar el gasto de aire con la caída de presión estática que se requiera, de acuerdo con lo indicado en el proyecto.

e) Se realizarán todas las rutinas de mantenimiento e inspección del equipo y el sistema, comprobando que todas y cada una de sus partes se encuentran correctamente funcionando y colocadas.

f) Las pruebas, revisiones y ajustes, se efectuarán de acuerdo con las normas y códigos que se citan en las referencias.

Una vez terminada la instalación del sistema, se deberán efectuar las pruebas que para su aceptación indique el proyecto, entre las que figuran las siguientes:

a) Ajuste, prueba y balance de equipo. Una vez que el equipo se haya balanceado adecuada y satisfactoriamente de acuerdo con el Manual de Balances y Ajustes de la SMACNA y a juicio del Representante, se asegurarán los reguladores de frío y las salidas de suministro de aire en posición fija, debiendo entregar el Contratista una lista que indique el gasto y/o la presión por cada una de las entradas y salidas de aire.

b) Se hará un vacío en el sistema hasta alcanzar 600 micrones de columna de mercurio durante 24 horas, sin que se presenten variaciones mayores del 4 por ciento de la columna; la prueba de presión se hará hasta alcanzar 2.41 MPa (24.5 kg/cm^2) durante 24 horas.

c) Las pruebas se efectuarán antes de inyectar el refrigerante al sistema y se utilizará una fuente externa y no el propio equipo.

El sistema se entregará funcionando y garantizado contra defectos de mano de obra y materiales, por un periodo mínimo de un año después de la fecha de entrega.

Después de completarse el trabajo de instalación en el tiempo indicado, un delegado competente del proveedor deberá estar disponible por un periodo no menor de dos días hábiles, para instruir al delegado del Representante en la operación y mantenimiento del sistema. El proveedor deberá suministrar al menos cuatro copias de manuales de instrucciones con la información completa sobre instalación, alambrado, reparación, servicio y mantenimiento de cada parte del equipo suministrado para los sistemas. También entregará al Representante cuatro copias de todas las partes sueltas del equipo y motores, identificándolas con números de lista, número de modelo del fabricante, número de serie y con duplicados completos de las características eléctricas, localización de los artículos, servicios e instrucciones de mantenimiento. El proveedor deberá también entregar las direcciones de los distribuidores de refacciones donde todos los elementos de las partes sueltas puedan ser localizadas.

004.F SISTEMA DE MEDICION

Véase la cláusula correspondiente en la especificacion 3.02.11.001 de "Introducción a las instalaciones electromecánicas".

004.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

Véase la cláusula correspondiente en la especificación 3.02.11.001 en "Introducción a las instalaciones electromecánicas".

CAPITULO 3.02.11.005

INSTALACION PARA AIRE COMPRIMIDO

005.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de actividades que se ejecutan para la colocación de equipos, tuberías, accesorios y dispositivos que integran el sistema de aire comprimido, que se requiere en los talleres del Metro de la Ciudad de México.

a) Red de distribución. Red de tuberías generalmente de acero al carbón, cobre o galvanizado, que tiene como finalidad conducir y distribuir el aire a presión que se produce en el compresor, para su uso en los lugares que en el proyecto de talleres se señalen.

b) Accesorios. Elementos tales como piezas especiales, válvulas, conexiones y dispositivos especiales, requeridos para el correcto funcionamiento del sistema de aire comprimido.

005.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Adaptación de las áreas de trabajo	3.01.01.002.E
Señalamiento	3.01.07.012.E
Seguridad	3.01.07.013.E
Alimentación de motores	3.02.04.002.E
Introducción a las instalaciones electromecánicas	3.02.11.001
Instalación de tuberías de alimentación	3.02.13.001.E
Trazo y nivelaciones	DDF 3.10
Ductos para sistemas de aire	4.02.01.005.C
Filtros para aire acondicionado	4.02.01.005.B
Tuberías y piezas especiales de fierro negro y galvanizado	DDF 4.25
Instalación de motores eléctricos	DDF 4.38
Equipos para aire comprimido	5.02.01.003
Tubería para instalaciones hidráulicas	DDF 5.39.1
Válvulas, piezas especiales y accesorios	DDF 5.40
Sistemas de tierra	DDF 4.39
Instalación de subestaciones	3.02.03.003.E
Instalación de tableros de distribuición	3.02.04.001.E

005.E REQUISITOS DE EJECUCION

La instalación de los equipos, ductos, accesorios y dispositivos del sistema de aire comprimido, se efectuará de acuerdo a los lugares, niveles y demás lineamientos indicados en el proyecto.

Las tuberías que integran la red de ductos de distribución del aire comprimido, así como sus piezas especiales, válvulas y conexiones, se colocarán de acuerdo a lo siguiente:

1. En las uniones roscadas se aplicarán sellantes del tipo y clase indicados en el proyecto.

2. En las uniones soldadas, se usarán electrodos E-6010, del calibre indicado en el proyecto y de acuerdo con las normas vigentes de la AWS.

3. Las válvulas serán roscadas para diámetros de hasta 64 mm y bridadas para diámetros mayores.

4. Las tuberías enterradas se protegerán contra la corrosión, de acuerdo con lo indicado en el proyecto.

5. Los tornillos serán de acero al carbón ASTM A-307, con tuerca hexagonal de acero al carbón ASTM A-194 y empaque de plomo de 1.59 mm de espesor, para una presión de 1.033 kPa (10.54 kg/cm^2).

Los tanques de almacenamiento y distribución, sean horizontales o verticales, tendrán una base metálica que se colocará y anclará sobre una base de concreto previamente preparada, de acuerdo con lo indicado en el proyecto.

Las bases de concreto para soporte de los tanques de almacenamiento y distribución, así como las correspondientes para los equipos de producción, serán construidas previamente de acuerdo con las dimensiones y en los lugares indicados en el proyecto; los anclajes o elementos de fijación de los tanques o el equipo deberán quedar alojados en las mismas bases.

Las tuberías para aire comprimido, deberán quedar a las distancias y con el color distintivo que indique el proyecto respecto de otras tuberías o ductos auxiliares.

Una vez terminada la instalación del sistema, se deberán efectuar las revisiones y pruebas que para su aceptación indique el proyecto, teniendo en cuenta lo siguiente:

Se revisará que el equipo, tuberías, accesorios y dispositivos, estén colocados, alineados y nivelados conforme a las indicaciones de proyecto, y se procederá como sigue:

a) Se ajustarán los equipos para que sean capaces de proporcionar el gasto y la presión de aire indicada en el proyecto.

b) Las tuberías se probarán a una presión mínima de 1078.73 kPa .(11 kg/cm^2) durante tres horas.

El sistema de aire comprimido será entregado funcionando a entera satisfacción del Representante y con garantía contra defectos de fabricación, mano de obra y materiales, por un periodo mínimo de un año después de la fecha de entrega.

005.F SISTEMA DE MEDICION

Véase la cláusula correspondiente en la especificación 3.02.11.001 de "Introducción a las instalaciones electromecánicas".

005.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

Véase la cláusula correspondiente en la especificación 3.02.11.001 de "Introducción a las instalaciones electromecánicas".

CAPITULO 3.02.12.001

INSTALACION DE REDES CONTRA INCENDIO

001.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de actividades que se deberán ejecutar para colocar, conectar, fijar y probar las tuberías, conexiones, válvulas y demás elementos que integran las redes contra incendio que se instalarán en el Metro de la Ciudad de México.

Las redes contra incendio que se colocarán serán de los tipos siguientes:

a) Sistema de red húmeda, en el que la tubería se mantiene llena de agua.

b) Sistema de red seca, en el que la tubería generalmente está vacía. Cuando está conectada a la red general húmeda, la tubería está llena de aire a presión y tiene en la conexión una válvula de retención; el sistema se usa en aquellos lugares en los que la presencia del agua representa un alto riesgo, debido a la existencia de elementos energizados eléctricamente.

c) Otras redes y sistemas contra incendio, son aquéllos que usan un agente extinguidor distinto del agua, tales como el bióxido de carbono, el polvo químico seco, el gas halón 1301 o cualquier otro producto químico no tóxico; se usan en aquellos lugares en los que el agua puede causar daños difícilmente reparables a los equipos que se protegen.

En general, los sistemas contra incendio tienen conectados para su funcionamiento, los siguientes elementos:

1. Tomas siamesas: elementos que están conectados a las redes contra incendio y son para el uso exclusivo del Departamento de Bomberos.

2. Hidrantes: elementos que están conectados a la red contra incendio y definen las salidas de descarga.

3. Rociadores: elementos que se colocan en la red de tuberías contra incendio y que se operan térmicamente.

4. Inyectores: elementos para esparcir el agente extinguidor de origen químico.

001.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Introducción a las instalaciones electromecánicas	3.02.11.001
Instalación de tuberías de alimentación	3.02.13.001.E
Instalación de equipos contra incendio	3.02.12.002.E
Señalamiento	3.02.12.003.E
Sistemas de control de seguridad	3.02.12.004.E
Tuberías, conexiones, tomas y válvulas	4.02.01.006.A
Pinturas anticorrosivas	4.01.01.022.A
Pinturas de acabado	4.01.01.022.B
Instalación para aire acondicionado	3.02.11.004.E
Instalación para ventilación mecánica	3.02.11.003.E

001.E REQUISITOS DE EJECUCION

La instalación de tuberías, válvulas y demás elementos de las redes contra incendio, se efectuará en los sitios, niveles y distancias que indique el proyecto, y deberá cumplir con lo señalado en las especificaciones y normas que se citan en las referencias, tomando en cuenta lo siguiente:

a) Las tuberías serán nuevas y del diámetro correspondiente al número y tamaño de los hidrantes que alimenten, considerando que las tuberías principales que alimenten dos o más hidrantes tendrán un diámetro mínimo de 64, 76 y 102 mm, según correspondan a hidrantes chicos, medianos o grandes; las tuberías que alimenten un solo hidrante serán de 51, 64 y 76 mm de diámetro, de acuerdo con el tamaño del hidrante correspondiente.

b) Las conexiones para tubería de fierro galvanizado serán roscadas, para diámetro de 51 mm y bridadas, para diámetros de 64 mm y mayores; en las uniones y conexiones roscadas, se usará el sellante indicado en el proyecto; en las uniones y conexiones bridadas, se usarán tornillos y tuercas del tipo galvanizado y empaque de plomo; en el caso de tuberías de material distinto a las de fierro galvanizado, las uniones y conexiones se harán de acuerdo con las indicaciones del proyecto. En todo caso los elementos a unir o conectar, deberán estar limpios y libres de rebabas o de cualquier defecto que pueda alterar las condiciones de una correcta unión.

c) Las válvulas serán de seccionamiento tipo compuerta y de retención; las de 51 mm de diámetro serán roscadas, y las de 64 mm y mayores, serán bridadas.

d) Los hidrantes podrán ser chicos, medianos o grandes, se colocarán en los sitios y a las distancias correctas y serán interiores o exteriores. Quedarán conectados a la red contra incendio que le corresponda, húmeda o seca, y tendrán salida de descarga formada por una válvula de globo angular con adaptador, una manguera contra incendio de 30 m de longitud y boquerel con chiflón del tipo que indique el proyecto; las mangueras serán del diámetro que corresponda al tamaño del hidrante y estarán colocadas dentro de un gabinete de emergencia, que tendrá una cuna para manguera y dos llaves universales; llevarán la leyenda "Húmeda" o "Seca", de acuerdo al tipo de red a la que correspondan.

e) Los rociadores deberán quedar calibrados para funcionar a la temperatura mínima, que de acuerdo con su tipo y el riesgo que cubran, se indique. En el caso de que estén conectados a la red húmeda, la válvula de retención debera garantizar su funcionamiento al bajar la presión del aire en la tubería; se colocarán a las distancias correctas de acuerdo con el área que cubran.

f) Las tomas siamesas deberán quedar colocadas de acuerdo con las indicaciones del Departamento de Bomberos y estarán conectadas a la red contra incendio, tendrán válvula de no retorno, tapa y cadena, con la leyenda "BOMBEROS" al frente.

g) La red húmeda estará conectada a la red hidráulica municipal como fuente de abastecimiento primario, y a un depósito de agua que podrá ser una cisterna, como fuente de abastecimiento secundario.

h) En el caso de las fuentes de abastecimiento secundario, se instalarán equipos de bombeo, de acuerdo con lo señalado en el Capítulo 3.02.12.002; cuando se requiera, en la conexión de la red húmeda con la red hidráulica municipal se acoplará directamente una bomba eléctrica de arranque automático.

i) En el caso de las redes o sistemas contra incendio que usan un agente extinguidor distinto del agua, como el gas halón 1301 u otro agente químico no tóxico, se tendrá en cuenta lo siguiente:

   1. Los accesorios, válvulas y demás elementos del sistema deberán ser adecuados al tipo de agente extinguidor que se use.

   2. Los inyectores deberán quedar colocados sin que interfieran con las funciones de operación y mantenimiento del equipo que se protege; el disparo del inyector deberá quedar calibrado en función del tiempo requerido para desalojar el local.

   3. Se deberán prever e instalar los accesorios necesarios para los sistemas de ventilación como compuertas en ductos, mecanismos de cierre de puertas y corte de inyección de aire, etc., para evitar fugas del agente extinguidor y a su vez aumentar su capacidad de extinción.

   4. Se deberán instalar todos los dispositivos de control y detección que el sistema requiera, de acuerdo con las características y lineamientos indicados en el proyecto (véase el capítulo 3.02.12.004).

001.E.01 PRUEBAS

Una vez terminada la instalación de las redes contra incendio y de los elementos a ellas conectados, se procederá a su limpieza y prueba conforme a lo siguiente:

a) Se revisará que la instalación haya quedado debidamente sujeta, anclada y alineada, así como en los sitios correctos de conformidad con las indicaciones del proyecto; una vez aprobada se aplicará pintura anticorrosiva y se le dará un acabado en color rojo con franjas blancas.

b) Las redes contra incendio, sean húmedas o secas, se probarán por tramos a una presión de 1029.70 kPa (10.5 kg/cm^2), durante cuatro horas o el tiempo necesario para revisar y comprobar que no existen fugas en las uniones, conexiones, válvulas, hidrantes y rociadores. En el caso de presentar fugas, la prueba se suspenderá y se corregirán las fallas, repitiéndose la prueba, hasta que no se presenten fugas ni caídas de presión.

c) En las salidas de descarga de los hidrantes se deberán probar las mangueras, sometiéndolas a una presión de 441.30 kPa (4.5 kg/cm^2). La prueba se efectuará manteniendo la válvula de globo completamente abierta durante un mínimo de tres minutos y se comprobará que la presión en el hidrante más alejado sea la indicada en el proyecto. Se comprobará el correcto funcionamiento de las mangueras y boquereles, por los que no deberá salir agua estando cerrados y con la manguera llena de agua. Terminada la prueba, las mangueras se escurrirán y una vez secas, se acomodarán en las cunas de los gabinetes de emergencia. Esta prueba deberá efectuarse cada 120 días, por lo menos.

d) Además de la prueba hidrostática que se efectúa en las redes, se deberá probar el correcto funcionamiento de los rociadores, aplicándoles la temperatura mínima de operación indicada en el proyecto. A la vez que el rociador, deberá funcionar la válvula de retención y/o el sistema de bombeo. Se deberá cumplir con lo establecido en el código No. 13 de la Asociación Nacional de Protección Contra incendio, NFPA.

e) En el caso de las redes o sistemas con agente extinguidor distinto del agua se comprobará que la capacidad de los depósitos del agente extinguidor usado sea tal, que al momento del disparo y en función del volumen de la zona protegida, el agente mezclado con el ambiente, no pase de la proporción considerada como tóxica, debiendo quedar dentro de un intervalo del cinco al siete por ciento.

f) Para otro tipo de pruebas como son de operación, control, protección y detección, véase el capítulo 3.02.12.004.

g) Una vez que se hayan efectuado las pruebas y revisiones de las redes, y que se haya comprobado

su correcta ejecución y funcionamiento, el sistema "seco" se dejará sin agua y el "húmedo" quedará lleno de agua; se procederá a efectuar los trabajos de señalamiento que de acuerdo con lo indicado en el proyecto se requieran, pintando la tubería y demás elementos metálicos con pintura anticorrosiva y acabado en color rojo; en los gabinetes de emergencia se pondrá la leyenda "HUMEDA" o "SECA" en color blanco, según corresponda a una u otra red.

La recepción de la instalación de las redes contra incendio se hará una vez que hayan sido probadas, revisadas y que hayan quedado limpias y pintadas, ante la comprobación a satisfacción del Representante.

La aceptación de la instalación de las redes contra incendio se hará ante la comprobación de lo siguiente:

a) Deberán cumplir con el 100 por ciento de los requisitos indicados en el proyecto.

b) Deberán contar con la aprobación de la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros (AMIS) y del Departamento de Bomberos del DDF.

001.F SISTEMA DE MEDICION

Véase cláusula correspondiente en la especificación 3.02.11.001 de "Introducción a las instalaciones electromecánicas".

001.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

Véase la cláusula correspondiente en la especificación 3.02.11.001 de "Introducción a las instalaciones electromecánicas".

CAPITULO 3.02.12.002

INSTALACION DE EQUIPOS CONTRA INCENDIO

002.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de actividades que se deberán ejecutar para colocar, conectar y probar los equipos que se requieran en los sistemas contra incendio, que se instalarán en el Metro de la Ciudad de México.

En los sistemas contra incendio se instalarán entre otros, los siguientes equipos:

a) Equipos de bombeo, formado por dos bombas, una con motor eléctrico y la otra con motor de combustión interna.

b) Equipos de extinción, consistentes en extintores portátiles y móviles.

c) Equipos de control, que comprenden los tableros que ejecutarán las lógicas de operación de los sistemas contra incendio.

d) Equipos de protección, que son los elementos de protección y auxiliares para el personal, tales como botas, cascos, guantes, hachas, etcétera.

002.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Introducción a las instalaciones electromecánicas	3.02.11.001
Instalación de redes contra incendio	3.02.12.001.E
Instalación de equipos de bombeo	3.02.13.004.E
Alimentación de motores	3.02.04.002.E
Telefonía directa	3.02.08.001.E
Alarmas	3.02.08.007.E
Sistemas de control de seguridad	3.02.12.004.E
Señalamiento	3.02.12.003.E
Gabinetes de emergencia	4.02.01.006.C
Extintores	4.02.01.006.D
Soportería para ductos	4.02.01.005.D
Pinturas anticorrosivas	4.01.01.022.A
Pintura de acabado	4.01.01.022.B
Equipos de bombeo para protección contra incendio	5.02.02.001
Equipos de control para sistemas contra incendio	5.02.02.002
Instalación de tableros de distribución en baja tensión	3.02.04.001.E
Tableros de control automático	5.02.04.004
Láminas y productos de neopreno	4.01.01.009

002.E REQUISITOS DE EJECUCION

La instalación de equipos de bombeo, extinción, control y protección que forman parte de los sistemas contra incendio, se efectuará en los sitios y a las distancias indicadas en el proyecto y deberá cumplir con lo señalado en las especificaciones y normas que se citan en las referencias, tomando en cuenta lo siguiente:

a) Equipos de bombeo contra incendio. La instalación se efectuará una vez que se hayan realizado todas las preparaciones previas que para su colocación se requieran; se deberá comprobar la existencia y correcta ejecución de las conexiones hidráulicas y eléctricas, de las bases de soporte con sus elementos de sujeción y anclaje, tanto para las bombas y motores, como para los tableros de control, así como las terminales de conexión al centro de control de motores y al tablero central de control. La instalación, deberá cumplir con lo señalado en el capítulo 3.02.13.004 de estas especificaciones. Las bombas y los motores se acoplarán directamente a sus flechas, mediante una junta flexible y deberán quedar perfectamente alineados y nivelados. Las tuberías de descarga no deberán descansar sobre los equipos, ni deberán producir vibraciones que afecten a la obra civil, debiendo colocarse juntas antivibratorias de neopreno.

b) Equipos de extinción. Los extintores se colocarán tomando en cuenta su tipo y la clase de fuego que deban combatir. Pueden ser de tipo portátil o móvil. Los primeros se colocarán en los gabinetes de emergencia y los segundos quedarán en los lugares asignados para su fácil y rápido acceso.

c) Gabinetes de emergencia. Serán para interiores o exteriores y para empotrar o sobreponer; su colocación se hará una vez que se haya comprobado la existencia de las conexiones y canalizaciones necesarias para la instalación y colocación de los elementos que contendrán y que en general son: salida de descarga del hidrante, ruptores, teléfono rojo, luces indicadoras de emergencia a iluminación, extintor, etc.; en el caso de los gabinetes empotrados, el hueco correspondiente deberá ser previamente preparado; para los de sobreponer, se usarán taquetes expansores y tornillos galvanizados. Los ruptores deberán quedar conectados al sistema de mando centralizado y su instalación deberá cumplir con lo señalado en el capítulo 3.02.07.001. Las alarmas estarán conectadas al tablero central de alarmas y su instalación deberá cumplir con lo señalado en el capítulo 3.02.08.007.

d) Equipos de detección. Los detectores de humo, temperatura y concentración de hidrógeno, estarán conectados al tablero central de alarmas y a los tableros de control. Su número y colocación estará de acuerdo con su capacidad de área a cubrir y la zonificación indicada en el proyecto.

e) Tableros de control. Los tableros y cajas de conexión se colocarán una vez que se haya comprobado la existencia de los elementos de soporte y anclaje, así como de las canalizaciones y preparaciones que para su conexión se requieran. La instalación se hará tomando en cuenta lo siguiente:

1. Los tableros de control serán de dos tipos, local y central. Los primeros estarán conectados a los segundos, quedando alojados en los tableros de control todos los equipos y elementos de control, como relevadores, interruptores de nivel, luces piloto, alarmas, selectores manual-fuera-automático, etcétera.

2. Los tableros de control deberán estar conectados al sistema de mando centralizado, al tablero central de alarmas y al centro de control de motores; el cableado será a prueba de fuego y los tableros quedarán instalados con fácil acceso y visibilidad.

f) Los equipos de protección y auxiliares deberán colocarse en lugares específicos y definidos para tal fin, debiendo ser de fácil y rápido acceso; estos equipos son: cubetas con arena, hachas, botas, cascos, etcétera.

002.E.01 RECEPCION Y PRUEBAS

a) La recepción de la instalación de los equipos contra incendio se hará bajo la revisión y comprobación de su correcto funcionamiento y colocación, debiendo quedar a satisfacción del Representante, tomando en cuenta que las pruebas que se aplicarán a los equipos contra incendio, se ajustarán a lo señalado en las especificaciones que se citan en las referencias y en el capítulo 3.02.12.004.

b) La aceptación de la instalación de los equipos contra incendio se hará ante la comprobación del cumplimiento del 100 por ciento de los requisitos indicados en el proyecto y deberá contar con la aprobación de la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros (AMIS) y del Departamento de Bomberos del DDF.

002.F SISTEMA DE MEDICION

Véase cláusula correspondiente de la especificación 3.02.11.001 de "Introducción a las instalaciones electromecánicas".

002.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

Véase la cláusula correspondiente de la especificación 3.02.11.001 de "Introducción a las instalaciones electromecánicas".

CAPITULO 3.02.12.003

SEÑALAMIENTO

003.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de actividades que se deberán ejecutar para que los sistemas contra incendio y sus componentes sean fácil y rápidamente identificados y localizados.

003.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Introducción a las instalaciones electromecánicas	3.02.11.001
Pinturas anticorrosivas	4.01.01.022.A
Pintura de acabado	4.01.01.022.B
Norma para la aplicación de los colores en seguridad	NOM S-14
Norma de símbolos o dimensiones para señales de seguridad	NOM S-15

003.E REQUISITOS DE EJECUCION

La señalización de los sistemas contra incendio y sus componentes se efectuará de acuerdo con las indicaciones del proyecto y deberá cumplir con las normas que se citan en las referencias, de acuerdo con lo siguiente:

a) Toda la tubería, gabinetes y demás elementos del sistema contra incendio deberán someterse a un proceso de limpieza que los libre de salpicaduras de cemento, falsas adherencias, óxido, grasa y todo tipo de suciedad; el proceso podrá ser con solventes o abrasivos y se aplicará en forma manual o con cualquier otro procedimiento.

b) Una vez efectuada la limpieza, se aplicará una capa de pintura anticorrosiva, con acabado a base de dos capas de esmalte color rojo. En el caso de las tuberías, se pintarán además franjas blancas. La aplicación de la pintura podrá ser a mano o con aspersor.

c) Los gabinetes de emergencia tendrán las leyendas "EMERGENCIA" y "HUMEDA" o "SECA", en color blanco y fondo rojo, de un tamaño fácilmente identificable.

Se indicará con flechas en color rojo y letreros en color blanco y fondo rojo, así como símbolos nemotécnicos, la localización de los gabinetes de emergencia, salidas de emergencia, ruptores de alarma, etc. Los letreros deberán ser de rápida lectura e interpretación, y estarán en lugares visibles; su tamaño y forma serán conforme a lo indicado en la norma NOM S-15.

Los símbolos usados para la señalización de los sistemas contra incendio, serán sencillos, altamente expresivos y fáciles de entender.

Para su aceptación los trabajos de señalamiento deberán cumplir con los requisitos indicados en el proyecto y contar con la aprobación de la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros (AMIS) y del Departamento de Bomberos del DDF.

003.F SISTEMA DE MEDICION

Véase la cláusula correspondiente de la especificación 3.02.11.001 de "Introducción a las instalaciones electrónicas".

003.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

Véase la cláusula correspondiente de la especificación 3.02.11.001 de "Introducción a las instalaciones electromecánicas".

CAPITULO 3.02.12.004

SISTEMA DE CONTROL DE SEGURIDAD

004.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de actividades que se deberán ejecutar para instalar el sistema de control de seguridad de los sistemas contra incendio del Metro de la Ciudad de México.

El sistema de control de seguridad es un conjunto de aparatos que permiten la ejecución correcta de las lógicas de funcionamiento de la protección contra incendio y está generalmente integrado por los siguientes elementos:

a) Detectores de humo, temperatura e hidrógeno.

b) Alarmas auditivas y visuales.

c) Ruptores de alarma.

d) Señales luminosas del sistema de protección.

e) Controles manuales para operación o aborto del sistema. Todos ellos estarán contenidos en los gabinetes de emergencia, en los tableros de control de nivel o zona y en el tablero central de control.

004.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Introducción a las instalaciones electromecánicas	3.02.11.001
Instalación de redes contra incendio	3.02.12.001.E
Instalación de tableros de distribución	3.02.04.001.E
Instalación de equipos contra incendio	3.02.12.002.E
Alimentación de motores	3.02.04.002.E
Telefonía directa	3.02.08.001.E
Alarmas	3.02.08.007.E
Tableros de control automático	5.02.04.004
Centro de control de motores	5.02.04.007
Equipos de control para sistemas contra incendio	5.02.02.002
Pinturas anticorrosivas	4.01.01.022.A
Pintura de acabado	4.01.01.022.B
Cables para baja tensión	4.02.01.002.D.01
Empalmes y terminales	4.02.01.002.D.04
Sistema de tierra	DDF 4.39

004.E REQUISITOS DE EJECUCION

Los sistemas de control de seguridad se instalarán en los sitios, distancias y niveles que de acuerdo con sus lineamientos y características indique el proyecto, y deberán cumplir con lo señalado en las especificaciones que se citan en las referencias, tomando en cuenta además lo siguiente:

a) Deberán ser capaces de soportar las condiciones y características generales de servicio, así como de efectuar las lógicas de funcionamiento diseñadas para las condiciones de operación normales y de emergencia.

b) Todo el cableado será de tipo, calibre y características de conductividad requeridas y deberá tener aislante resistente al fuego.

c) Los indicadores luminosos y auditivos, la estación manual de alarma, los controles manuales de operación de aborto del sistema, etc., deberán estar colocados en los gabinetes de emergencia, tableros de control de zona o nivel y en el tablero central de control automático y deberán conectarse al sistema de mando centralizado y al tablero central de alarmas.

d) Los electrodos para detectar los niveles de agua en las cisternas se colocarán para que los cubra el nivel mínimo de agua requerido; serán los apropiados para manejar agua limpia y tendrán una resistividad de 0-20 000 ohms.

e) Las luces indicadoras serán del tipo que se prueben al presionar el capuchón de vidrio, con transformador de 16-8 volts.

f) El manómetro con intervalo de operación de 0 a 686.47 kPa (0 a 7 kg/cm^2), se colocará en la puerta del tablero de control; el selector de contacto sostenido de tres posiciones, el botón de contacto momentáneo para prueba y el sistema de protección para el funcionamiento en seco, se colocarán en los tableros de control y estarán conectados al centro de control de motores y a los tableros de control locales.

004.E.01 PRUEBA

a) El sistema de control de seguridad y el sistema contra incendio, se probarán efectuando todas las funciones que de acuerdo con la condición de operación que se presente, se deban realizar, de acuerdo con lo siguiente:

1. El sistema deberá ser capaz de funcionar conforme a lo indicado para las siguientes condiciones de operación:

   — Condiciones normales de operación bajo tensión.

   — Condiciones normales de operación sin tensión.

   — Condiciones de urgencia en la operación.

2. En los dos primeros casos, el sistema de seguridad deberá garantizar que por ningún motivo se permita el funcionamiento del sistema contra incendio, aun operando voluntariamente los dispositivos manuales del sistema como son la estación manual de alarma, las válvulas de paso o los dispositivos de inyección del agente extinguidor que se use, sea agua o cualquier otro agente químico.

3. En el tercer caso, cuando exista motivo que amerite la operación del sistema contra incendio, el sistema de control de seguridad iniciará el funcionamiento automático, permitiendo el paso o inyección del agente extinguidor siempre que se cumpla con lo siguiente:

   — Que la zona en la que se presente la emergencia quede sin tensión.

   — Que sea accionada voluntariamente la estación manual de alarma.

   — Que sea abierta la válvula de paso o el dispositivo de inyección correspondiente.

4. Los indicadores visuales y auditivos y los sistemas de aborto correspondientes, funcionarán automáticamente conforme a lo siguiente:

   — Los indicadores auditivos podrán abortarse oprimiendo el botón de aborto correspondiente, permaneciendo los visuales mientras la condición de urgencia prevalezca.

   — Los indicadores luminosos serán de los colores que para sistemas de seguridad señala la norma NOM S-15, y en general funcionarán como sigue:

   Existencia de tensión: rojo "encendido".

   Ausencia de tensión: verde "encendido" y rojo "apagado".

   Válvula de control cerrada: blanco "encendido".

   Válvula de control abierta: azul "encendido" y blanco "apagado".

b) El control automático para el equipo de bombeo del sistema contra incendio tiene como propósito el arranque automático de una bomba con motor eléctrico o una bomba con motor de combustión interna en su caso, de acuerdo con lo siguiente:

1. La señal de arranque para el motor eléctrico será dada por una baja de presión en la red contra incendio, captada por un interruptor tipo cápsula de mercurio, a la vez que funcionarán las alarmas visual y auditiva; esta última tendrá botón de aborto, y las luces piloto rojo "BOMBA OPERANDO" y verde "BOMBA FUERA".

2. La bomba con motor de combustión interna arrancará automáticamente al continuar bajando la presión del agua, lo cual se deberá a descompostura de la unidad con motor eléctrico y/o al no haber energía eléctrica; contará con los mismos indicadores que la bomba con motor eléctrico.

3. El selector de contacto sostenido "Manual-Fuera-Automático", permitirá probar las bobinas de los arrancadores de las bombas, teniendo el botón de contacto momentáneo oprimido y el selector en posición manual para el caso de la unidad eléctrica y para la de motor de combustión interna, el botón de contacto momentáneo oprimido y el selector en posición automático.

c) Bajo ninguna circunstancia se deberán presentar fallas en las lógicas de operación diseñadas para el sistema; en el caso de falla se efectuarán las correcciones y sustituciones requeridas, y se repetirá la prueba hasta que no se presenten fallas de ningún tipo.

d) Tanto el sistema contra incendio, como su sistema de control de seguridad, además de pasar las pruebas efectuadas y cumplir con el 100 por ciento de los requisitos indicados en el proyecto, deberán tener la aprobación de la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros (AMIS) y del Departamento de Bomberos del DDF.

004.F SISTEMA DE MEDICION

Véase la cláusula correspondiente en la especificación 3.02.11.001 de "Introducción a las instalaciones electromecánicas".

004.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

Véase la cláusula correspondiente en la especificación 3.02.11.001 de "Introducción a las instalaciones electromecánicas".

CAPITULO 3.02.13.001

INSTALACION DE TUBERIAS DE ALIMENTACION

001.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de operaciones que se deberán ejecutar para colocar, conectar, fijar y probar en los sitios y de acuerdo con los lineamientos y niveles señalados por el proyecto, las tuberías, conexiones, válvulas, piezas especiales y demás elementos necesarios, que en conjunto formarán las redes para controlar y distribuir agua potable u otros fluidos, desde la toma hasta los sitios que se requieran alimentar.

001.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Adaptación de las áreas de trabajo	3.01.01.002.E
Recubrimiento de superficies con pintura	3.01.01.028.E
Excavación de cepas	3.01.06.004.E
Relleno en cepas	3.01.06.007.E
Introducción a las instalaciones electromecánicas	3.02.11.001
Cisternas, cárcamos y cuartos de bombas	3.02.13.003.E
Instalación de equipos de bombeo	3.02.13.004.E
Trazos y nivelaciones	DDF 3.10
Tuberías para agua potable	DDF 3.46
Conexiones roscadas para tubos de acero negro o galvanizado	4.01.01.017.M
Pinturas anticorrosivas	4.01.01.022.A
Pintura de acabado	4.01.01.022.B
Materiales y productos para redes hidráulicas y sanitarias	4.02.01.007.A y B
Radiografía de soldaduras	DDF 4.15
Tubería y piezas especiales de cobre y válvulas	DDF 4.24
Tuberías y piezas especiales de fierro negro y galvanizado	DDF 4.25
Tinacos	DDF 4.26
Varillas y electrodos para soldadura	DDF 5.18
Tuberías para instalaciones hidráulicas	DDF 5.39.1
Válvulas, piezas especiales y accesorios para tuberías	DDF 5.40

001.E REQUISITOS DE EJECUCION

La instalación de tuberías, piezas especiales, válvulas y demás elementos, se efectuará en los sitios y de acuerdo con las indicaciones del proyecto, o en su defecto con lo señalado en 2.20.6.5.2 del capítulo 2.20.6 del Libro 2 parte segunda de las Normas Generales de Construcción del DDF.

En las líneas de alimentación, las tuberías horizontales deberán quedar ocultas desde la toma hasta la cisterna; el lomo del tubo quedará a una profundidad mínima de 60 centímetros.

En el tendido de una línea, entre dos conexiones o cambios de dirección se emplearán tubos enteros, permitiéndose el uso de coples para unirlos sólo cuando se requieran varios tubos para un tramo, o cuando un solo tubo exceda la longitud del tramo, en cuyo caso habrá de ser cortado.

Los cortes que se requieran efectuar en los tubos, deberán ser a 90° (noventa grados) con respecto al eje longitudinal de los mismos, rebocando la sección interior hasta conseguir que su diámetro interior sea el correcto y quede libre de rebabas.

Los tramos rectos de tubería entre conexiones, sean horizontales o verticales, deberán quedar alineados; así mismo, las tuberías paralelas de cualquier material, deberán tener una separación tal que permita ejecutar fácilmente los trabajos de reparación.

Sólo se permitirá doblar la tubería en los casos que indique el proyecto, efectuándose el doblado sin que el tubo se deforme o estrangule.

Las conexiones entre tubos, piezas especiales, etc., se harán de acuerdo con el tipo y clase de tubo que se esté empleando, así como con las características del fluido que conduzcan, cuidando que queden firmes y debidamente selladas, y que cumplan

con lo señalado en las especificaciones y normas que se citan en las referencias; además se tendrá en cuenta lo siguiente:

a) En las redes interiores, la tubería será de cobre rígido tipo "M" NOM B-62, para diámetros de 51 mm y menores y para diámetros de 64 mm y mayores, de fierro galvanizado cédula 40, NOM B-10; para agua caliente, serán del mismo tipo; para vapor y condensados se usará tubería de fierro negro NOM B-10, tipo "A" cédula 80, para diámetros de 51 mm y menores y de acero sin costura NOM B-10 con extremos lisos para soldar cédula 80 en diámetros de 64 mm y mayores; en exteriores, se podrán usar tuberías de PVC o de fierro galvanizado.

1. Las conexiones serán, para tubería de cobre, de bronce y cobre para soldar NOM B-11; para tubería de fierro galvanizado, roscadas de hierro maleable galvanizadas NOM B-44 y bridadas de hierro fundido para una presión de 1378.55 kPa (14.26 kg/cm²); en tubería de fierro negro y acero sin costura, para diámetros hasta 51 mm de fierro negro reforzado y en diámetros de 64 mm y mayores de hierro forjado para soldar, cédula 80.

2. Uniones. Las uniones en tuberías de cobre se harán con soldadura de 50 por ciento de plomo y 50 por ciento de estaño y una tolerancia de ± 0.5 por ciento; será de rollo en cordón de 3 mm de diámetro, sin alma fundente NOM B-26; en tubería para agua caliente será de 95 por ciento de estaño y 5 por ciento de antimonio y el fundente deberá ser del tipo elaborado con resinas; en tuberías de fierro galvanizado las uniones serán roscadas para diámetros de 64 mm y menores, y para diámetros de 76 mm y mayores serán bridas roscadas para 1034.214 kPa (10.55 kg/cm²) ANSI, cara realzada ASTM A-181. En las tuberías de fierro negro o acero soldable se utilizará soldadura eléctrica, empleando electrodos del calibre adecuado al espesor de la tubería; estos electrodos serán E-6010 para corriente directa y polaridad invertida según la tabla 001-1.

Tabla 001-1. Datos de electrodos

Diámetro mm	Diámetro (pulg.)	Largo mm	Largo (pulg.)	Corriente recomendada, en amperes
3.2	(1/8)	355	(14)	70 a 130
4.0	(5/32)	355	(14)	110 a 165
4.8	(3/16)	355	(14)	140 a 225
6.4	(1/4)	457	(18)	250 a 400

3. En las uniones roscadas se deberá usar el sellante que indique el proyecto, o en su defecto una preparación pastosa formada con 1 kg de glicerina y 1/2 kg de litargirio; el sellador se colocará en la cuerda macho y el sobrante se limpiará inmediatamente o también se colocará en la cuerda cinta teflón o pabilo grafitado. No se aceptará el uso de pinturas, barnices, esmaltes o Permatex; la unión de tubería de PVC, se efectuará utilizando el cemento adecuado a la tubería.

Las tuberías que quedarán ocultas, se instalarán de acuerdo con lo indicado en el proyecto y tomando en cuenta lo siguiente:

a) Las tuberías que queden ahogadas en los elementos estructurales, deberán ser instaladas y probadas previamente a la construcción de éstos.

b) En el caso de las tuberías para alimentación de agua, que deban quedar ocultas y empotradas en los muros o pisos, se efectuarán las ranuras y cajas en las que se alojarán la tubería, conexiones, piezas especiales, etc., conforme a lo indicado en el proyecto.

c) En la conexión de los ramales para alimentar muebles sanitarios, se dejarán bocas de tubería embutidas en los muros dispuestos para conectar dichos ramales después de fabricado el acabado del muro, dejando las bocas con un tapón adecuado para que no se introduzcan materias extrañas; deberán quedar de tal forma que se pueda realizar la conexión sin necesidad de romper el acabado.

d) Las cepas serán lo suficientemente anchas, para facilitar los trabajos de colocación de la tubería, teniendo como mínimo las dimensiones indicadas en la tabla 001-2.

Tabla 001-2. Dimensiones de cepas

Diámetro nominal tubería mm	Diámetro nominal tubería (pulg.)	Ancho cepa cm	Profundidad cepa cm
25.4	(1)	50	70
50.8	(2)	55	70
63.8	(2.5)	60	100
76.2	(3)	60	100
101.6	(4)	60	100
152.4	(6)	70	110
203.2	(8)	75	115

El ancho podrá variar en función del número de tubos a colocar en la cepa; el fondo de la cepa llevará una base o cama para que la tubería quede uniformemente apoyada y no sufra deformaciones ni roturas o fugas en las uniones; la cama podrá ser de piedra triturada, pedacería de tabique, arena o concreto simple, dependiendo de las características del suelo, y tendrá un espesor mínimo de 10 centímetros.

e) Para soportar el empuje que las presiones normales de trabajo y eventuales de prueba provocan en codos, tes, reducciones, válvulas y puntos muertos, se colocarán atraques (que serán de concreto), abrazaderas tipo omega y barrenanclas; la dimensión de la base de concreto será de 15 cm para diámetros de 100 mm y mayores y de 10 cm para diámetros menores, como mínimo, con una f'_c = 14.71 MPa (150 kg/cm²); las abrazaderas serán de acero al carbón y las barrenanclas serán de las características indicadas en la tabla 001-3.

Tabla 001-3. Datos de barrenanclas

Diámetro del tubo mm	Modelo de barrenancla	Resistencia, kN (kg)	
		Extracción	Corte
38	5-16 (5/16")	19.61 (2000)	9.22 (940)
50	5-16 (5/16")	19.61 (2000)	9.22 (940)
64	5-38 (3/ 8")	27.46 (2800)	15.30 (1560)
75	5-38 (3/ 8")	27.46 (2800)	15.30 (1560)
100	5-12 (1/ 2")	41.09 (4190)	30.40 (3100)
150	5-58 (5/ 8")	56.68 (5780)	54.04 (55100)

Para los tramos rectos las tuberías deberán fijarse cada 6.00 m, con barrenanclas de 1/4 pulg. (5-14).

Las instalaciones que queden descubiertas, se colocarán conforme a las indicaciones del proyecto, debiendo amacizarlas a los elementos estructurales respectivos, por medio de abrazaderas, grapas, o cualquier otro dispositivo autorizado que garantice la buena ejecución de los trabajos y no impida el funcionamiento de la red; se deberán resanar los elementos estructurales dañados.

Para las tuberías que conduzcan agua caliente y/o vapor de agua, se usarán elementos de fijación y soporte que permitan el movimiento producido por la dilatación térmica y se protegerán con un aislante térmico.

Las válvulas, bridas, tuercas unión, etc., no deberán quedar ahogadas, y habrá que cuidar que las válvulas queden con el árbol hacia el operador y a alturas adecuadas para facilidad de su operación.

En ningún caso deberán cubrirse las tuberías sin antes haber efectuado las pruebas de hermeticidad, hidrostática, fugas, etc.; se evitará que la tubería quede en contacto con materias como yeso o de cualquier otra índole que las pueda dañar. Se utilizará material de relleno adecuado, conforme a las indicaciones del proyecto.

Las pruebas hidrostática y de hermeticidad, se efectuarán conforme a lo indicado en el proyecto y salvo indicaciones en contrario, se ajustarán a lo siguiente:

a) Para agua potable y/o vapor, se harán a una presión de 1029.70 kPa (10.5 kg/cm²) y 2069.20 kPa (21 kg/cm²) respectivamente, durante cuatro horas; después de la prueba, las tuberías de agua permanecerán llenas durante todo el proceso de instalación y/o construcción.

b) Para gas a baja presión, se procederá como sigue: Antes de conectar los aparatos consumidores, a una presión manométrica de 43.03 kPa (0.500 kg/cm² durante 10 minutos; con aparatos consumidores y sus accesorios, a una presión manométrica de 2.75 kPa (0.028 kg/cm²) durante 10 minutos, sin que en ningún caso se presente o registre caída de presión. La prueba de hermeticidad de la tubería para llenado de tanques estacionarios, se efectuará con todos sus accesorios instalados, excepto la válvula de seguridad, en cuyo lugar se pondrá al manómetro; se aplicará una presión de 2059.396 kPa (21 kg/cm²) durante 24 horas, sin que se registre caída de presión.

Las tuberías destinadas a la conducción de gas deberán quedar visibles; deberá cuidarse que las tuberías de llenado de tanques estacionarios queden a una altura no menor de 2.50 m sobre el nivel de piso terminado.

Los tinacos y tanques estacionarios se colocarán en los sitios señalados y de acuerdo a lo indicado por el proyecto, así como con lo dispuesto en la cláusula 002.B de este capítulo.

Todas las tuberías visibles deberán ser cubiertas con pintura anticorrosiva, y terminadas en esmalte conforme a los colores indicados en el proyecto; en todo caso se deberá cuidar la buena apariencia de las instalaciones.

Para evitar los efectos del golpe de ariete, se deberán emplear válvulas de cierre gradual o amortiguadores del tipo hidroneumático, o colocar cámaras de aire en las tuberías; en todo caso se cumplirán las indicaciones del proyecto.

La elevación del agua potable de la cisterna a los depósitos superiores (tinacos), se realizará por medio de una motobomba eléctrica, automática y activada con controles eléctricos de alto y bajo nivel, o con sistemas hidroneumáticos de presión constante y gasto programado; en todo caso se respetará y cumplirá lo dispuesto por el proyecto.

La colocación de los sistemas de elevación del agua potable se ejecutará en los sitios señalados y conforme a lo dispuesto por el proyecto, así como con lo señalado en la cláusula 001.B de este capítulo.

En ningún caso, se dará por terminada y recibida la instalación, sin haber efectuado las pruebas necesarias a satisfacción del Representante.

Las válvulas y piezas especiales se colocarán en los sitios indicados en el proyecto, teniendo en cuenta lo siguiente:

a) Las válvulas de zona para los servicios de agua potable y contra incendio, serán del tipo de compuerta; para diámetros de 51 mm y menores serán construidas en bronce con extremos roscados y para diámetros mayores serán de hierro con interiores de bronce y extremos bridados; en ambos casos serán para una presión de 1378.55 kPa (14.26 kg/cm²).

b) Las cajas para válvulas se construirán del material, en los sitios y con las dimensiones que indique el proyecto; tendrán en el fondo cuatro perforaciones de 25 mm de diámetro cada una, para efectos de drenaje; sus dimensiones mínimas serán las indicadas en la tabla 001-4.

Tabla 001-4. Cajas para válvulas

No. de Válvulas	Dimensiones		
	Ancho, m	Largo, m	Profundidad, m
1	0.60	0.45	0.80
2	0.70	0.70	0.85
3 o más	Se ajustarán a las indicadas en el proyecto.		

Las instalaciones hidráulicas, para su aprobación y aceptación, se entregarán limpias y probadas a satisfacción del Representantte. En todo caso, para efectos de pago sólo se cuantificarán las longitudes de tubería, piezas especiales, válvulas y demás elementos, que se encuentren completamente instalados y probados.

001.F SISTEMAS DE MEDICION

Serán como se indica en la cláusula correspondiente de la especificación 3.02.11.001 de "Introducción a las instalaciones electromecánicas".

001.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

Serán conforme a la cláusula correspondiente de la especificación 3.02.11.001 de "Introducción a las instalaciones electromecánicas".

CAPITULO 3.02.13.002

INSTALACIONES SANITARIAS Y DE DRENAJE

002.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de operaciones que se deberán ejecutar para colocar, construir, conectar, fijar y probar en los sitios y de acuerdo con los lineamientos y niveles indicados en el proyecto, las instalaciones sanitarias y de drenaje que para conducir, captar, controlar y desalojar las aguas de desecho, desde los sitios de producción hasta su vertido en el alcantarillado municipal, se requieren.

002.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Adaptación de las áreas de trabajo	3.01.01.002.E
Recubrimiento de superficies con pintura	3.01.01.028.E
Excavaciones de cepas	3.01.06.004.E
Relleno en cepas	3.01.06.007.E
Introducción a las instalaciones electromecánicas	3.02.11.001
Cisternas, cárcamos y cuartos de bombas	3.02.13.003.E
Instalación de equipos de bombeo	3.02.13.004.E
Trazos y nivelaciones	DDF 3.10
Instalación de tuberías para alcantarillado	DDF 3.45
Pozos de visita y de caída	DDF 3.48
Concreto hidráulico	4.01.01.002.G
Cemento-mortero Portland	4.01.01.003.A
Alambre de acero para mallas soldadas	4.01.01.005.F
Tuberías y conexiones	4.01.01.017
Pinturas anticorrosivas	4.01.01.022.A
Pintura de acabado	4.01.01.022.B
Materiales y productos para redes hidráulicas y sanitarias	4.02.01.007.A y B
Plantillas	DDF 4.02
Muros	DDF 4.17
Tuberías y piezas especiales de PVC	DDF 4.20
Tuberías y piezas especiales de Fo.Fo.	DDF 4.21
Instalación de muebles sanitarios	DDF 4.22
Registros, drenes y fosas sépticas	DDF 4.23
Acero estructural	DDF 5.30.2
Tubería de concreto simple	DDF 5.35.1
Ladrillos y tabiques de arcilla recocida	DDF 5.45.1
Muebles para baño	DDF 5.70

002.E REQUISITOS DE EJECUCION

La colocación de tuberías, piezas especiales, muebles sanitarios, accesorios y demás elementos que integran las instalaciones sanitarias y de drenaje, se efectuará de acuerdo con los niveles y lineamientos indicados en el proyecto, o en su defecto con lo señalado en 2.20.6.5.3 del capítulo 2.20.6 del Libro 2 parte segunda de las Normas Generales de Construcción del DDF.

Las tuberías, sean verticales u horizontales, deberán quedar alineadas sin que se noten desviaciones visibles con respecto al eje longitudinal de la mismas; se tendrán las siguientes tolerancias:

a) Para alineamiento, de 3 mm por metro y de 30 mm máximo para longitudes mayores de 10 metros.

b) Para niveles, de 2 mm por metro y de 20 mm máximo para longitudes mayores de 10 metros.

Las tuberías paralelas de cualquier material, deberán quedar en el mismo plano y tener una separación que permita ejecutar fácilmente los trabajos de mantenimiento y reparación; no se deberán instalar tuberías sobre o junto a las instalaciones eléctricas.

Los cambios de dirección en conexiones serán a 45° como máximo, permitiéndose cambios a 90° cuando la tubería cambie de horizontal a vertical o vicever-

sa; los cambios de dirección en los albañales, se efectuarán en los registros.

Las uniones de tuberías y piezas especiales, se efectuarán de acuerdo con el tipo y clase de tubería y conforme a lo siguiente:

a) En las uniones y conexiones roscadas, se cuidará que se encuentren libres de rebabas, que las cuerdas no estén deformadas y que el roscado se pueda efectuar libremente sin forzarlas; se usará un sellante adecuado que garantice la hermeticidad de la unión, que podrá ser una preparación pastosa formada por 1 kg de glicerina y 0.5 kg de litargirio; no se aceptará otro material como sellante que no cumpla los requisitos establecidos en el proyecto.

b) En las uniones o conexiones de tubería de fierro fundido de macho y campana, se usará estopa alquitranada y sello de plomo que cumpla la norma NOM B-20, con la que se rellenará la junta con la cantidad adecuada al diámetro de la tubería, conforme a lo indicado en la tabla 002-1.

Tabla 002-1. Sello de tuberías de macho y campana

Diámetro mm	Estopa g	Longitud de trenza cm	Plomo kg
50	200	80	0.400
100	300	150	0.800
100	400	225	1.200
200	600	285	1.800

c) Las uniones o conexiones de tubería de PVC, se harán mediante niples o conexiones del mismo material con empaques de neopreno o pegadas con un cemento adecuado.

d) Las tuberías de concreto simple de macho y campana se unirán llenando las juntas con mortero de cemento Portland, cal hidratada y arena cernida en proporción de 1:4 terminándose por extensión en forma de chaflán entre la campana y el tubo, enrasándose en el interior con la superficie del tubo; el mortero deberá usarse dentro de los 30 minutos siguientes a su elaboración, las juntas terminadas se curarán manteniéndolas húmedas durante 24 horas como mínimo, las dimensiones mínimas de las cepas serán las indicadas en la tabla 002-2.

Tabla 002-2. Dimensiones de cepas

Diámetro del tubo m	Ancho de la cepa m	Profundidad de cepa m
0.20	0.65	1.00 - 1.50
0.30	0.75	1.50 - 2.50
0.38	0.90	2.50 - 3.50
0.45	1.00	2.50 - 3.50
0.60	1.20	2.50 - 3.50
0.76	1.50	2.50 - 3.50

La instalación de la tubería se hará utilizando los elementos de suspensión y anclaje adecuados que garanticen su correcta sujeción y soporte; serán del tipo, forma y material que cumplan con los requisitos establecidos, observándose lo siguiente:

a) Las tuberías que deberán quedar ocultas, ya sea ahogadas en los elementos estructurales, enterradas, empotradas en muros, pisos o cubiertas por muros falsos o plafones, deberán colocarse y probarse antes de efectuar el colado, relleno, acabado de muros, pisos o la colocación de muros falsos.

b) Se deberá evitar que las tuberías queden en contacto con materiales que los dañen como el yeso, etc.; el relleno de cepas no se efectuará con material que contenga desperdicios de la construcción (cascajo).

c) En las tuberías aparentes verticales u horizontales, se utilizarán elementos de soportería y anclaje adecuados al tipo y diámetro de tubo; en las tuberías agrupadas, el soporte se fabricará en obra; en las tuberías individuales se usarán abrazaderas ancladas a los muros, trabes o losas, pudiéndose utilizar taquetes expansores; la distancia entre elementos de sujeción será de 1.50 m como máximo. En tuberías horizontales se deberán suspender de las trabes o nervaduras si se trata de losa reticular; la separación entre soportes será la indicada por el proyecto, sin que ésta sea menor de 1.50 m, ni mayor de 5.20 metros.

d) Cuando las tuberías verticales coinciden o queden cerca de las juntas de colado, se deberán colocar a un metro de las mismas.

Los registros se construirán en los lugares y a las distancias y en las dimensiones indicadas en el proyecto, pudiendo ser de concreto, mampostería o tabique de arcilla recocida; se terminarán con un aplanado fino, con un contramarco de ángulo de acero estructural, para recibir la tapa, que será de concreto con o sin coladera, con un marco de ángulo de acero, con acabado pulido en la parte exterior de la misma o de acuerdo con el tipo de piso en el que se coloquen; cuando el registro coincida o quede pegado a las juntas de colado, se deberá correr a 1.00 m de la misma; las dimensiones mínimas serán las que se indican en la tabla 002-3.

Tabla 002-3. Dimensiones de registros

Profundidad m	Dimensiones interiores m
Hasta 1.00	0.40 x 0.60
De 1.00 a 2.00	0.50 x 0.70
Más de 2.00	0.60 x 0.80

Las preparaciones para instalar los muebles sanitarios, se deberán efectuar previamente al acabado de muros y pisos; quedarán al nivel del acabado de éstos, de tal forma que no se provoque la rotura del mismo al colocar los muebles o accesorios; las bocas

deberán quedar protegidas para que no se introduzcan materias extrañas en la tubería.

Los muebles sanitarios deberán probarse contra fugas durante su recepción y antes de su colocación; no se aceptará el uso de mezclas de cemento o cal ni taquetes de madera o fibra de vidrio para la fijación de los muebles.

Las coladeras serán del tipo, clase y calidad que indique el proyecto, y se colocarán en los sitios y a las distancias indicadas en el mismo, teniendo en cuenta lo siguiente:

a) En los sanitarios, baños y registros de las tuberías que conduzcan aguas negras, se colocarán coladeras con céspol o sello hidráulico, para evitar la salida de gases y malos olores.

b) Las coladeras de azotea se colocarán a nivel de piso terminado para evitar encharcamientos; las charolas de plomo y embudo de que deberán estar provistas, se fabricarán en el lugar con lámina de plomo de 1/16 pulg. (1.6 mm) de espesor.

Las bajadas de aguas pluviales descargarán a una coladera directamente, impermeabilizándose el muro para evitar la humedad; no se permitirá la descarga directa al registro.

Todos los muebles sanitarios y cárcamos de bombeo deberán llevar tuberías de ventilación, que subirán hasta la azotea; en los lugares donde no causen problemas a la circulación, se terminarán en forma de "T" con codos de 90° hacia abajo; en el caso de conexiones horizontales, los tubos de ventilación tendrán una pendiente del 7 por ciento.

Los drenajes deberán descargar al pozo de visita del alcantarillado municipal más próximo. Cuando por su localización sea necesario, se construirá un pozo de visita que se conectará con el alcantarillado municipal; cuando la ubicación del drenaje de la obra se localice a un nivel inferior al de las instalaciones municipales, se construirá un cárcamo de bombeo al que se descargarán las aguas de desecho para posteriormente y mediante bombeo llevarles hasta el pozo de visita más próximo.

Ninguna tubería podrá ocultarse sin antes haber efectuado las pruebas necesarias y verificado que su instalación reúna los requisitos establecidos a satisfacción del Representante.

Las pruebas que se aplicarán en estas instalaciones serán:

a) La tubería se probará aplicando una carga igual a 39.227 kPa (4.00 m de columna de agua) medidos desde el nivel de piso al que se refiera, durante un tiempo mínimo de 24 horas; si se presentan fugas, éstas deberán corregirse y en su caso y dependiendo de la magnitud de la fuga se deberá reemplazar el tubo; para efectuar esto, se deberán tapar las bocas de descarga o de los registros en el tramo en que se aplique la prueba.

b) Para probar la estanqueidad de las juntas de los albañales, se llenará con agua el tramo de tubería por probar, de manera que tenga una carga no mayor 19.613 kPa, ni menor de 4.903 kPa (2.00 m − 0.50 m de columna de agua), en el extremo más bajo de la tubería; si se presentan fugas, éstas se corregirán y se repetirá la prueba hasta que ya no se observen; para efectos de la prueba, la tubería se anclará con material producto de la excavación, dejando al descubierto las juntas.

Las charolas pluviales se colocarán bajo las rejillas de ventilación de los tramos subterráneos de las líneas del Metro de la Ciudad de México, de acuerdo con los lineamientos e indicaciones del proyecto, teniendo en cuenta lo siguiente:

a) Las charolas tendrán las preparaciones para la conexión de las "bajadas" del desagüe, y serán conexiones roscadas de fierro galvanizado, NOM B-44; las tuberías para las bajadas serán de fierro galvanizado de 75 mm de diámetro cédula 40 y su colocación será aparente; se fijarán con abrazaderas forjadas, con dos apoyos tipo "omega" de 76 mm y los anclajes serán con taquetes de expansión de 1 7/8 pulg. x 7/16 pulg. para tornillos de 1/4 pulg. de diámetro; la unión con el colector horizontal de 200 mm de diámetro y de PVC, se hará con un tubo de 75 mm de diámetro y una pieza especial, del mismo material que el colector, para facilitar su conexión.

Una vez probada y aceptada la instalación, se procederá a la limpieza de las tuberías y demás accesorios y dispositivos visibles, y a cubrirlos con pintura anticorrosiva conforme a lo indicado en el proyecto; se efectuarán los rellenos y se cubrirán las tuberías que deberán quedar ocultas.

002.F SISTEMA DE MEDICION

Este será como se indica en la cláusula correspondiente de la especificación 3.02.11.001 de "Introducción a las instalaciones electromecánicas".

002.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

Serán conforme a la cláusula correspondiente de la especificación 3.02.11.001 de "Introducción a las instalaciones electromecánicas".

CAPITULO 3.02.13.003

CISTERNAS, CARCAMOS Y CUARTOS DE BOMBAS

003.A DESCRIPCION

Son estructuras de mampostería de piedra, tabique, concreto simple o reforzado o prefabricadas, que se construyen o instalan en las estaciones, tramos y demás edificaciones del Metro de la Ciudad de México; por su aplicación y funcionamiento se clasifican en:

a) Cisternas. Sus funciones son las de almacenar el agua potable para todos los servicios que la requieran, distribuyéndola mediante bombeo o llevándola por el mismo procedimiento a depósitos superiores (tinacos).

b) Cárcamos. Sus funciones son las de recibir las aportaciones de aguas de desecho (aguas negras, jabonosas, pluviales o freáticas), para posteriormente desalojarlas por medio de bombeo al alcantarillado municipal.

c) Cuartos de bombas. Son locales que se construyen para alojar el equipo de bombeo, la fontanería necesaria y el tablero de control eléctrico cuando así se requiera.

003.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Adaptación de las áreas de trabajo	3.01.01.002.E
Excavaciones para estructuras	3.01.01.005.E
Plantillas	3.01.01.008.E
Mamposterías	3.01.01.009.E
Relleno en estructuras	3.01.01.011.E
Estructuras de concreto reforzado	3.01.01.012.E
Recubrimientos y acabados	3.01.01.021.E
Impermeabilizaciones	3.01.01.025.E
Abatimiento del nivel freático	3.01.03.006.E
Introducción a las instalaciones electromecánicas	3.02.11.001
Instalación de tuberías de alimentación	3.02.13.001
Instalaciones sanitarias y de drenaje	3.02.13.002
Instalación de equipos de bombeo	3.02.13.004
Localización y trazo	DDF 3.10
Concreto hidráulico y componentes	4.01.01.002
Mortero hidráulico y componentes	4.01.01.003
Materiales para cimbra	4.01.01.008
Materiales para muros	4.01.01.011
Piedra para mampostería	4.01.01.004.B
Varillas de acero corrugadas y lisas para refuerzo de concreto	4.01.01.005.A
Acero estructural	4.01.01.005.C
Alambre de acero para mallas soldadas	4.01.01.005.F
Muros	DDF 4.17

003.E REQUISITOS DE EJECUCION

Las cisternas o cárcamos deberán instalarse de acuerdo con lo siguiente:

a) Prefabricadas

1. Se ejecutará la excavación necesaria que permita alojar la cisterna y efectuar maniobras hasta el nivel que se indique en el proyecto. Cuando existan filtraciones se procederá al abatimiento del nivel de aguas mediante bombeo, según se indica en la especificación correspondiente enunciada en las referencias.

2. Se afinará la superficie del fondo de la excavación y se tenderá una plantilla de pedacería de tabique o de grava, con mortero de albañilería en la proporción indicada en el proyecto.

3. Se colocará la cisterna o cárcamo cuidando que asiente en toda la superficie de su base.

4. Se procederá a rellenar la excavación con los materiales, producto de la excavación o extraídos de banco, compactando con pisón de ma-

no, en capas de 20 cm de espesor, hasta alcanzar el nivel adecuado para conectar los tubos de carga y descarga.

5. Se conectarán los tubos de carga y descarga.

6. Se completará el relleno hasta cubrir la cisterna con un colchón mínimo de 30 cm de espesor.

7. Se desecharán aquellas cisternas que presenten cuarteaduras o defectos, así como las que hayan sido dañadas durante la colocación.

b) Cisternas o cárcamos construidos en el lugar

1. Podrán construirse de concreto con acero de refuerzo, de mampostería o de ambos materiales según indique el proyecto.

2. Se procederá a ejecutar lo indicado en los incisos a.1 y a.2 de esta Especificación.

3. Se construirán el fondo y los muros con las dimensiones y formas que fije el proyecto.

4. Las tuberías de entrada y salida, se instalarán de acuerdo con lo indicado en 3.02.13.001 y 002.

5. Las cisternas de mampostería deberán llevar aplanado interior con mortero y acabado pulido de cemento.

6. Cuando lo indique el proyecto, se colocará una capa de impermeabilizante a base de una membrana líquida de polisulfuro, para lo cual se procederá como sigue:

   Se aplicará el preparado de polisulfuro (en proporción de tres partes del compuesto A y dos partes del compuesto B), sobre la superficie limpia y libre de falsas adherencias, con un rendimiento de 1.5 l/m^2; las superficies expuestas a tránsito esporádico o daño mecánico, se protegerán espolvoreando cemento sobre la membrana.

7. Invariablemente la cisterna se cubrirá con una losa de concreto armado, debiendo quedar al nivel del terreno o según las indicaciones del proyecto.

8. Finalmente se rellenará la excavación excedente con los materiales que fije el proyecto.

Los cuartos de bombas se ejecutarán de conformidad con lo indicado en el proyecto, de acuerdo con los requisitos establecidos para materiales que se citan en 3.02.13.003.B.

Durante la construcción de las cisternas, cárcamos y cuartos de bombas, deberán colocarse todos los elementos de anclaje, conexión, izado y soportería, que para la instalación de bombas, motores, rejillas, tuberías de vertido y descarga y registros de acceso y achique, se requieran; los materiales serán los indicados en el proyecto y deberán ser resistentes a la corrosión.

a) Las escaleras marinas, serán de material resistente a la corrosión y sus peldaños quedarán a una distancia de 40 cm entre sí.

b) Las rejillas serán metálicas, removibles y de las dimensiones necesarias para la introducción y extracción del equipo de bombeo, de acuerdo con las indicaciones de proyecto.

c) El cárcamo de achique será de las dimensiones que indique el proyecto y tendrá un registro en la losa superior, de forma cuadrada con contramarco de acero estructural; el marco y la tapa ciega serán de fierro fundido, de acuerdo con las indicaciones de proyecto.

Las cisternas, los cárcamos y cuartos de bombas, para su aceptación y recepción, deberán quedar limpios y libres de escombros y de cualquier tipo de material y deberán cumplir con los requisitos establecidos en el proyecto.

En los cárcamos y cisternas se efectuarán pruebas de estanqueidad, verificando que no existan agrietamientos que permitan la pérdida del líquido almacenado; las pruebas se efectuarán a juicio del Representante.

003.F SISTEMA DE MEDICION

Este será como se indica en la cláusula correspondiente de la especificación 3.02.11.001 de "Introducción a instalaciones electromecánicas".

003.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

Serán conforme a la cláusula correspondiente de la especificación 3.02.11.001 de "Introducción a instalaciones electromecánicas".

CAPITULO 3.02.13.004

INSTALACION DE EQUIPOS DE BOMBEO

004.A DESCRIPCION

Se describe el conjuntò de actividades que se deberán ejecutar para colocar correctamente los equipos, que para el bombeo de agua potable, pluvial, freática y aguas negras o residuales, se requiere instalar en los sitios de almacenamiento o recaudación; los equipos de bombeo por sus características particulares se clasifican en:

a) Equipos hidroneumáticos. Son unidades de presión constante y gasto programado, que se utilizan para distribuir el agua potable desde la cisterna de almacenamiento hasta los sitios de consumo.

b) Bombas. Son equipos que tienen la función de elevar el agua de depósitos inferiores, cisternas o cárcamos, a depósitos superiores, ya sean tinacos o pozos de visita, según se trate de agua potable o de desecho; por sus características se pueden clasificar en: centrífugas, centrífugas inatascables y sumergibles.

c) Por el tipo de motor, las bombas pueden ser eléctricas o de combustión interna.

004.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Adaptación de las áreas de trabajo	3.01.01.002.E
Alimentación de motores	3.02.04.002.E
Instalaciones hidráulicas	3.02.13.001.E
Instalaciones sanitarias y de drenaje	3.02.13.002.E
Cisternas, cárcamos y cuartos de bombas	3.02.13.003.E
Recubrimientos de superficies con pintura	3.01.01.028.E
Tornillos de acero	4.01.01.005.J
Localización y trazo	DDF 3.10
Tuercas de acero al carbón o aleado	4.01.01.005.L
Pinturas anticorrosivas	4.01.01.022.A
Pintura de acabado	4.01.01.022.B
Equipo de bombeo	5.02.04.020
Tableros de control automático	5.02.04.004
Introducción a las instalaciones electromecánicas	3.02.11.001
Instalación de motores eléctricos	DDF 4.38
Centro de control de motores	5.02.04.007
Instalación de tableros de distribución en baja tensión	3.02.04.001.E
Sistema de tierra	DDF 4.39

004.E REQUISITOS DE EJECUCION

La instalación de los equipos de bombeo se efectuará en los sitios indicados en el proyecto, teniendo en cuenta lo siguiente:

a) Todas las preparaciones como son soportería, conexiones y elementos de anclaje, deberán ejecutarse durante la etapa de construcción de la cisterna o cárcamo.

b) Las líneas de alimentación y las preparaciones para la instalación y conexión de los motores y su equipo de control eléctrico, deberán efectuarse previamente a la instalación de los mismos.

c) Las guías de izado (tubos) para las bombas sumergibles, deberán quedar paralelas y verticales a fin de que la introducción o extracción del equipo sea libre y con el mínimo esfuerzo, evitando que los equipos sufran alteraciones en el funcionamiento por colocación incorrecta.

d) Las bombas horizontales o verticales, se acoplarán correctamente a los motores a través de sus flechas, quedando el conjunto perfectamente alineado y nivelado; en el acoplamiento, se utilizarán los elementos adecuados al tipo de bomba, como pueden ser coples flexibles.

e) Todos los tornillos y accesorios para la colocación y anclaje de la bomba y los motores, deberán ser de acero galvanizado o de cualquier otro material apropiado para evitar la corrosión.

f) Las bombas y los motores deberán ser debidamente protegidos contra el medio húmedo en el que

se instalarán, aplicando correctamente la pintura anticorrosiva y de acabado de los mismos.

g) Se deberá tener en cuenta que los equipos de bombeo, operarán bajo las siguientes condiciones generales de servicio:

1. Temperatura ambiente:

Máxima	313.15 K(40°C)
Mínima	269.15 K(− 4°C)
Promedio	291.15 K(18°C)

2. Altitud 2240 m s.n.m.

Presión barométrica 77.94 kPa (585 mm Hg)

3. Motores eléctricos adecuados para el servicio continuo

4. Líquido a manejar:

Agua potable

Aguas pluviales

Aguas jabonosas

Aguas freáticas

Aguas negras

5. Funcionamiento

Las bombas funcionarán según lo indique el proyecto, con succión ahogada e instalada en cárcamo seco o sumergidas dentro del líquido a bombear.

6. Humedad relativa 70 por ciento máxima

004.E.01 PRUEBAS

Las pruebas que se aplicarán para la revisión y medición en cada unidad que integre el equipo de bombeo instalado, cualquiera que sea su tipo, serán:

a) Las presiones de trabajo, operación y prueba de los equipos de bombeo, serán las indicadas en el proyecto, en función del tipo de equipo y su aplicación; en todos los casos se efectuará lo siguiente:

EQUIPOS DE BOMBEO

1. Succión. Se hará una revisión con objeto de detectar obstrucciones o fugas que perjudiquen el funcionamiento del equipo.

2. Cimentación y anclaje. Verificar que la base y el anclaje del equipo sea el indicado en el proyecto, de manera que no se presenten vibraciones que repercutan en la tubería y accesorios.

3. Nivelación. Compruébese la correcta nivelación del equipo, mediante el uso de cuñas colocadas bajo la base en los puntos más cercanos a las anclas; en el caso de acoplamiento flexible, úsese una regla, que se colocará horizontalmente arriba, abajo y a los lados para verificar su correcto alineamiento; cuídese que el tubo de succión de descarga no descanse sobre la bomba y provoque su desnivelación.

4. Sentido de rotación. Para revisarlo, arranque la bomba por breves instantes y obsérvese que la rotación sea en el sentido que indica la flecha grabada en la voluta; la revisión es preferible hacerla a válvula cerrada.

5. Arranque. La prueba se efectuará con la válvula de la tubería de descarga cerrada (si existe); se pondrá en marcha la bomba y se abrirá la válvula gradualmente mientras el motor llega a la velocidad normal de operación (entre 5 y 10 segundos).

6. Estopero. Compruébese que la bomba funciona a libre escape de agua por el estopero a fin de evitar desgastes y consumir fuerza motriz inútilmente; el libre escape de agua será de varias gotas por minuto.

7. Gasto. Una vez que la bomba esté funcionando, se deberá verificar el caudal que suministra, para lo cual se utilizarán aparatos mecánicos de medición (si se dispone de ellos) o un recipiente de capacidad conocida y midiendo el tiempo de llenado; en todo caso el gasto deberá de ser mayor o igual que el de proyecto.

8. Cebamiento. Compruébese que la unidad esté cebada antes de iniciar el bombeo, ya que algunas partes de la bomba requieren de la lubricación del líquido que manejan.

9. Presión. Deberá medirse la presión en la descarga de la bomba tanto a válvula completamente abierta como a válvula cerrada, utilizando un manómetro confiable y con un intervalo de presión adecuado; en todo caso la presión de prueba será un 30 por ciento mayor que la de operación indicada en el proyecto; las bombas no deberán trabajar mucho tiempo a válvula cerrada.

EQUIPOS HIDRONEUMATICOS

1. En las partes

— Motobomba. Para su prueba y conexión, aplíquese lo especificado en equipos de bombeo de este capítulo, prestando especial atención a la presión de arranque y paro, indicada en el proyecto.

— Tanque a presión. Compruébese primeramente que el tipo de tanque corresponda con el solicitado (horizontal o vertical); mediante un cálculo aproximado compruébese la capacidad y revise si cuenta con los coples necesarios para la operación del sistema; pruébese a una presión un 30 por ciento mayor que la de operación, indicada en el proyecto.

— Hidropistón de aire. Compruébese la correcta colocación en el tanque, la cual será a la mitad de la altura en tanque horizontal o vertical; revísese que la manguera esté conectada en el lugar correcto; en los equipos que están succionando la manguera deberá estar conectada, y en los que operan ahogados se conectan en la descarga entre la bomba y la válvula check.

— Vidrio de nivel. Compruébese que su longitud sea la adecuada de acuerdo al tamaño del tanque y la distancia entre coples; verifique que la posición de las válvulas que lo sujetan sea la correcta, comprobando que la inferior corresponda al desagüe.

— Manómetro. Compruébese que el intervalo sea el correcto, dentro de la presión de operación del equipo y que su graduación esté en kg/cm^2.

— Interruptores de presión. Se deberá comprobar la existencia de un interruptor de presión (uno para cada equipo) y que su intervalo de operación esté dentro de lo indicado en el proyecto.

2. De la operación

— Cisterna. Compruébese la existencia de agua y que tanto ésta como las tuberías se encuentren limpias, verificando que el electrodo de arranque de las bombas, se encuentre totalmente cubierto.

— Calibración. Hágase funcionar el equipo con la válvula de servicio cerrada para tener presión en el tanque y así calibrar los interruptores de presión a las presiones de arranque y paro indicadas en el proyecto; identifíquense los tornillos de cada interruptor, aflójense o apriétense según el caso, iniciando con la presión de arranque y continuando con la de paro; ésta nunca deberá ser mayor que la que proporcionan las bombas. Uno de los arrancadores tendrá la función de alternar las bombas y deberá calibrarse a las presiones de arranque y paro de proyecto; el otro tendrá la función de la operación simultánea de las bombas y se deberá calibrar de 13.73 kPa a 20.59 kPa (0.14 a 0.21 kg/cm^2), abajo de la presión de operación, al igual que su paro.

— Ajustes. Compruébese después de efectuar la calibración, que el arranque y paro del equipo se realizan automáticamente dentro de los límites indicados.

— Nivel. Compruébese mediante el vidrio de nivel que el supercargador está funcionando correctamente, manteniendo la relación agua-aire dentro del tanque; para ello se verificará que el nivel del agua en el tanque, una vez adquirido el colchón de aire, está a la altura de la boca del supercargador; se deberá dar un tiempo razonable ya que este nivel se alcanza en forma paulatina.

— Presión de servicio. Pónganse a funcionar todos los servicios simultáneamente y compruébese que la presión que se presente no sea menor que la presión del diseño de arranque.

Se deberá verificar la correcta colocación de los electroniveles en los cárcamos, para comprobar el funcionamiento adecuado del sistema.

La aceptación de la instalación se hará bajo la comprobación de que cumple el 100 por ciento de los requisitos indicados en el proyecto y las pruebas descritas, a satisfacción del Representante.

004.F SISTEMA DE MEDICION

Véase la cláusula correspondiente en la especificación 3.02.11.001 de "Introducción a las instalaciones electromecánicas".

004.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

Véase la cláusula correspondiente en la especificación 3.02.11.001 de "Introducción a las instalaciones electromecánicas".

CAPITULO 3.02.14.001

INSTALACION DE ESCALERAS Y ACERAS MOVILES

001.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de actividades que se ejecutan para colocar y probar los equipos que, para el desplazamiento mecánico de los usuarios del Metro de la Ciudad de México, se instalarán en las estaciones, correspondencias y edificios del mismo.

Estos equipos, del tipo electromecánico, tienen una gran capacidad de carga y trabajan a una velocidad constante, permitiendo un desplazamiento rápido, seguro y cómodo de personas en planos horizontales o inclinados; por sus características, se clasifican en:

a) Escaleras mecánicas. Se usan para desplazamientos sobre un plano inclinado a 30 grados.

b) Aceras móviles; se usan para desplazamientos longitudinales sobre un plano básicamente horizontal, y tienen la capacidad para absorber pequeños desniveles con respecto a la horizontal; las hay de los siguientes dos tipos:

— Tipo horizontal. Se usan para planos horizontales, permitiéndose desniveles o pendientes de hasta seis grados máximo.

— Tipo compacto. Se emplean en planos que tienen una inclinación de 10 o 12 grados máximo.

El uso de las aceras móviles está justificado en aquellas correspondencias en las que el desplazamiento de usuarios se hace mediante el recorrido de distancias consideradas muy largas.

001.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Trazos y nivelaciones	3.01.01.003.E
Sistema de tierra	DDF 4.39
Instalación de motores eléctricos	DDF 4.38
Alimentación para luminarias, contactos y salidas especiales	3.02.04.003.E
Instalación de tableros de distribución en baja tensión	3.02.04.001.E
Alimentación de motores	3.02.04.002.E
Alarmas	3.02.08.007.E
Introducción a las instalaciones electromecánicas	3.02.11.001
Instalaciones sanitarias y de drenaje	3.02.13.002.E
Lámina de acero al carbono galvanizada	4.01.01.005.E
Tornillos de acero	4.01.01.005.J
Tuercas de acero al carbono o aleado	4.01.01.005.L
Acero inoxidable austenítico	4.01.01.005.M
Pinturas anticorrosivas	4.01.01.022.A
Pintura de acabado	4.01.01.022.B
Tableros de control automático	5.02.04.005
Centros de control de motores	5.02.04.007
Motores tipo jaula de ardilla horizontales	5.02.04.010
Sistemas de tierra	4.02.01.002.I
Escaleras y aceras móviles	5.02.04.019

001.E REQUISITOS DE EJECUCION

Las escaleras y aceras móviles se instalarán en los sitios indicados en el proyecto y deberán cumplir con los lineamientos y características señaladas en el mismo y en los siguientes códigos internacionales:

a) Código americano de normas nacionales de seguridad para elevadores, escaleras mecánicas y aceras móviles A-171-1971 ANSI.

b) Especificaciones del Comité Europeo de Normalización, CEN.

Los equipos electromecánicos que se colocarán en las estaciones y correspondencias y en edificios del Metro, serán nuevos y con las dimensiones y requisitos de calidad y operación que indique el proyecto.

Para la colocación de las escaleras y aceras móviles se deberá tener en cuenta lo siguiente:

a) Deberá preverse la ejecución de los trabajos previos que se requieren para la instalación de los

equipos de desplazamiento mecánico; los trabajos, que se ejecutarán de conformidad con lo indicado en el proyecto, son los siguientes:

1. Espacio con las dimensiones indicadas en el proyecto para la colocación de las escaleras y aceras, considerando que deberá quedar un espacio libre de 500 mm como mínimo, para facilitar el acceso a la maquinaria, con fines de mantenimiento, de conformidad con las normas vigentes de servicios públicos.

2. Huecos en los pisos debidamente enmarcados y terminados, incluyendo los barandales de protección requeridos, de acuerdo con lo indicado en el proyecto.

3. Cubiertas para el exterior de la escalera desde las orillas de las cubiertas de los puentes, incluyendo cubierta de la estructura y la parte inferior de la escalera.

4. Acabado de los huecos, placas de piso y pisos adyacentes a los equipos; todos los acabados de los pisos se harán después de la instalación de las placas de desembarque.

5. Soportes para la estructura, tanto en los extremos del equipo (desembarques), como los puntos intermedios que se requieran; deberán tener la resistencia necesaria, de acuerdo con lo indicado en el proyecto.

6. Se deberán efectuar todos los trabajos de albañilería y de drenaje que para la instalación de los equipos se requiera.

7. Se deberán proporcionar las siguientes conexiones de energía eléctrica:

   — Hasta el interruptor de la línea principal.

   — Hasta los receptáculos y salidas para la iluminación de la estructura y de la casa de máquinas.

   — Hasta el botón de emergencia suplementario si éste se usa.

8. Durante el montaje de los equipos, se suministrará la fuerza eléctrica de las características necesarias para alumbrado y operación de las herramientas y malacates, así como para poner en servicio, hacer pruebas y ajustes a las escaleras o aceras.

9. Puertas de acceso al interior de las escaleras o aceras y medios de ventilación adecuados, de acuerdo con las indicaciones del proyecto.

10. Barandales de protección durante el periodo de montaje, para proteger el área de construcción, de acuerdo con el código vigente.

11. Los apoyos, elementos de anclaje y ganchos, serán colocados y preparados durante la obra civil y deberán quedar correctamente ubicados, de acuerdo con las dimensiones, alineamientos y niveles que indique el proyecto.

b) Los atrasos que por la no observancia y cumplimiento de las disposiciones contenidas en el inciso y párrafos anteriores, se provoquen en la ejecución de la obra, serán con cargo al contratista que resulte responsable de la falta.

c) Durante el montaje de los equipos para desplazamiento mecánico, se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

1. Antes de que la maquinaria sea instalada, será probada y ajustada, para obtener un funcionamiento uniforme y silencioso.

2. Deberán quedar correctamente alineados y nivelados horizontal y verticalmente, así como cumplir con las dimensiones y características indicadas en el proyecto.

3. El mecanismo accionador del pasamanos, estará colocado en su totalidad dentro de la estructura del equipo; el motor reductor deberá quedar fuera de la zona de operación de la banda transportadora; podrá ser instalado solidario o independiente de la estructura de los equipos, teniendo en cuenta que:

   — Deberá quedar colocado delante del árbol principal y estará montado sobre una placa base, que permita su reglaje y asegure la tensión de la cadena de transmisión principal.

   — No deberán producir vibraciones en su funcionamiento, que afecten a la obra civil; el ruido máximo que producirán será de 60 decibeles medidos a una distancia de 1 m por encima del suelo y a 1 m desde un punto cualquiera del equipo.

4. Los apoyos de la parte baja de las escaleras, estarán formados por un "sandwich" de acero-neopreno, sobre los que una vez nivelado el equipo por medio de gatos de tornillo, se colocarán calzas de ajuste que absorban los esfuerzos de apoyo; serán deslizantes para que actúen como junta de dilatación en los casos en que ésta sea requerida; en la parte alta de la escalera, los apoyos serán iguales, pero se fijarán por medio de tornillos anclados; el número de calzas a utilizar será de tres.

5. Todas las partes o dispositivos susceptibles a que los pasajeros se acerquen o toquen, deberán estar terminados para que no provoquen accidentes ni daños a los mismos; se colocará un protegerropa con relieve, sobre el zoclo para alejar la ropa y los pies del usuario de la zona de peligro.

6. El cableado y las conexiones de los equipos, quedarán alojados en las balaustradas o estructuras de los equipos; todos los cables irán protegidos con una cubierta de neopreno; los cables instalados en la parte inclinada de la estructura quedarán colocados en un canal de acero.

7. Todas las masas metálicas de los equipos y de los distintos sectores de la armazón, estarán conectadas a un circuito de tierra propio de cada equipo; el circuito a tierra estará constituido por un conductor de cobre de sección transversal de 28 mm^2 y quedará en serie y

conectado al circuito general a tierra; los motores se pondrán a tierra por medio de un cable de cobre con trenzado flexible.

8. Los tableros contiguos se montarán de modo que constituyan una junta vertical, sin necesidad de usar cubrejuntas; se sujetarán a las estructuras por medio de herrajes empleando un procedimiento que permita una colocación y un retiro rápido. Los tableros interiores, que en su parte alta y en su parte inferior quedan alineados con las poleas del pasamanos, se abrirán independientemente del pasamanos y del dispositivo protector de vestidos.

9. Los recubrimientos se sujetarán a la estructura por medio de herrajes adecuados, los que deberán estar tratados contra oxidación y recubiertos con dos capas de pintura; una de las capas se aplicará en la obra.

10. Todos los herrajes para sujetar los recubrimientos y tableros serán suministrados con cada equipo y tendrán un tratamiento anticorrosivo; los pequeños herrajes, calzas, taquetes de inmovilización, etc., serán de acero inoxidable.

Una vez terminada la instalación de las aceras o escaleras, se deberán efectuar las revisiones y pruebas siguientes:

a) Se deberá revisar la correcta alineación y nivelación, tanto horizontal como vertical, de los equipos, así como que cumplan con las dimensiones y características indicadas en el proyecto, comprobando que:

1. El mecanismo accionador de los pasamanos produzca una velocidad igual a la de la banda transportadora del equipo, con una tolerancia no mayor de un ± 2 por ciento de diferencia.

2. La velocidad de las escaleras será igual a 0.60 m/s; en las aceras la velocidad podrá ajustarse a 0.5, 0.65 o 0.75 m/s de acuerdo con su tipo y demanda de servicio.

3. Que los carriles y las piezas giratorias no estén soldadas entre sí ni al armazón y que sean ajustables; los tornillos o pernos deberán estar al nivel de la superficie de rodamiento.

b) Pruebas y revisiones del gabinete y de la caja de mando local

1. Se verificará visualmente el estado de los contactos, relevadores, interruptores y pulsadores, así como el control de su funcionamiento.

2. Se realizará la puesta en marcha del equipo desde el gabinete y desde la caja de mando local, para verificar en ambas la obtención de marcha.

3. Se verificará si el equipo arranca con inversión de fase y caída de tensión; además, se ajustarán los relevadores térmicos.

4. Se probará el dispositivo de seguridad, el cual deberá provocar el paro automático del equipo guientes casos:

— A la ruptura de cualquiera de los pasamanos.

— A la ruptura de la cadena de tracción.

— Al sobrecalentamiento del motor de tracción.

— Cuando falte alguna fase de la alimentación o la secuencia de éstas sea incorrecta.

— Al introducirse cualquier elemento entre la banda transportadora y la placa peine.

— Al introducirse cualquier objeto en las entradas del pasamanos.

— Cuando la velocidad del pasamanos sea mayor que el ± 2 por ciento que se indica como tolerancia, con respecto a la velocidad de la banda transportadora.

— Al inicio de inversión de movimiento de un sentido, al estar funcionando al contrario.

— Al sobrecalentamiento del electroimán del freno de emergencia.

— A la ruptura de cualquier parte de la banda transportadora (escalón o paso) o del rodillo del escalón o paso, según sea escalera o acera.

5. Se revisará el sistema de frenado, comprobando que éste haya sido ajustado y probado previamente a la presentación del equipo para su aceptación; se comprobará que funcione conforme a lo indicado en el proyecto, de acuerdo con lo siguiente:

— El freno de servicio normal será capaz de detener por sí solo al equipo (en descenso para la escalera), con una carga de 108 daN (110.13 kg) por escalón o paso visible, en una distancia horizontal de 1.20 m; también será capaz de detener a la escalera, en ascenso y sin carga, en una distancia de 0.60 m, como máximo.

— El freno de emergencia deberá operar antes de que la velocidad alcance a ser de 120 por ciento mayor que la velocidad normal de operación con una carga de 108 daN (110.13 kg) por escalón o paso (en descenso para las escaleras), en una distancia horizontal de 0.60 m, como máximo; así como en el caso de simple inicio de giro en sentido contrario, cuando la escalera esté funcionando hacia arriba.

— Se comprobará que ambos sistemas de frenos sean silenciosos.

6. Se comprobará que todas las piezas de las aceras y escaleras, incluyendo las bandas de los rodillos y pasamanos, sean de material difícilmente inflamable y del tipo autoextinguible.

La instalación de las escaleras y aceras móviles, se aceptará si al ponerse en marcha, cumplen con el

100 por ciento de los requisitos y características de calidad y operación, indicados en el proyecto.

001.F SISTEMA DE MEDICION

Véase la cláusula correspondiente en la especificación 3.02.11.001 de "Introducción a las instalaciones electromecánicas".

001.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

Véase la cláusula correspondiente en la especificación 3.02.11.001 de "Introducción a las instalaciones electromecánicas".

CAPITULO 3.02.14.002

INSTALACION DE EQUIPOS ESPECIALES

002.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de actividades que se ejecutarán para colocar, probar y poner en marcha los equipos especiales que se instalarán en los talleres del Metro de la Ciudad de México.

Los equipos especiales que se colocarán en los talleres del Metro, son entre otros, los siguientes:

— Grúas viajeras y radiales.

— Generador de vapor.

— Máquina lavadora de trenes.

— Máquinas-herramienta.

— Polipastos.

002.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Estructuras de acero	3.01.01.014
Radiografías de soldaduras	DDF 4.15
Alimentación de motores	3.02.04.002.E
Introducción a las instalaciones electromecánicas	3.02.11.001
Instalación para aire comprimido	3.02.11.005.E
Instalación de tuberías de alimentación	3.02.13.001.E
Instalaciones sanitarias y de drenaje	3.02.13.002.E
Cisternas, cárcamos y cuartos de bombas	3.02.13.003.E
Instalación de equipos de bombeo	3.02.13.004.E
Equipo de bombeo	5.02.04.020
Grúas y polipastos	5.02.04.021
Equipo generador de vapor	5.02.04.022
Máquina lavadora de trenes	5.02.04.023
Sistema de tierra	DDF 4.39
Sistema de tierra	4.02.01.002.I

002.E REQUISITOS DE EJECUCION

La instalación de los equipos especiales, tales como grúas viajeras, generador de vapor, máquina lavadora de trenes, etc., se efectuará de acuerdo con las indicaciones del proyecto, y de los planos, las especificaciones y boletines correspondientes, proporcionados por el proveedor, cumpliendo además con lo señalado en las especificaciones que se citan en las referencias y tomando en cuenta lo siguiente:

a) Previamente a la instalación de los equipos especiales, se deberán efectuar todos los trabajos previos que se requieran; se deberá verificar la existencia y correcta ejecución de las canalizaciones y preparaciones para conexión de energía eléctrica, aire comprimido, vapor de agua y drenaje, así como los elementos de apoyo, soporte y anclaje que se requieran; los trabajos previos deberán cumplir con lo señalado para cada equipo en particular.

b) Antes de proceder a la instalación de los equipos, se deberán inspeccionar para comprobar que no tiene daños o deterioros, que los niveles de lubricación y el engrasado son los correctos y que el montaje y ensamble de los componentes del equipo haya sido correctamente efectuado; se revisará también que los conductores de alimentación sean los correctos, que las conexiones de los equipos sean las requeridas, verificando que las terminales de conexión previamente ejecutadas sean de los diámetros, calibres, capacidades y materiales especificados.

c) No se podrán instalar los equipos, sin antes haber recabado el visto bueno del Representante, quien comprobará el buen estado y cumplimiento de los requisitos establecidos para cada equipo.

d) En el caso de máquinas-herramienta como son tornos, taladros, cepillos, soldadoras, etc., éstas se colocarán en los lugares señalados por el proyecto.

e) Los equipos deberán quedar conectados a un sistema particular de tierra de cada uno de ellos y al sistema general de tierra; el cable de tierra deberá quedar conectado a una superficie metálica limpia, para asegurar un buen contacto.

002.E.01 RECEPCION Y PRUEBA

La recepción de la instalación de los equipos especiales, se hará una vez que se haya verificado su co-

rrecta colocación; se revisará que hayan quedado debidamente alineados y nivelados, que el sentido de giro de los motores sea el correcto, para lo cual se pondrán en marcha breve, observando que el giro sea en el sentido señalado, teniendo en cuenta que:

a) Antes de operar el equipo, se deberá asegurar que esté debidamente lubricado, y que el lubricante sea el apropiado; para probar el sentido de giro, conéctense temporalmente las terminales de potencia a las tres fases del sistema de alimentadores, pulse el botón de marcha y compruébese por observación que el movimiento efectuado corresponda a lo indicado en el botón pulsado; no deberán oprimirse dos botones o más a la vez.

b) Para otro tipo de pruebas particulares de cada equipo, véase el capítulo correspondiente en la sección 04 de la parte 02, Libro 5 de "Calidad de equipos y sistemas".

c) La aceptación de la instalación de los equipos especiales se efectuará una vez que se haya comprobado que cumple con el 100 por ciento de los requisitos establecidos en el proyecto, a satisfacción del Representante.

002.F SISTEMA DE MEDICION

Véase la cláusula correspondiente en la especificación 3.02.11.001 de "Introducción a las instalaciones electromecánicas".

002.G CONCEPTOS DE OBRA Y BASES DE PAGO

Véase la cláusula correspondiente en la especificación 3.02.11.001 de "Introducción a las instalaciones electromecánicas".