



Delicias 67 • 2º Piso • Col. Centro • C.P. 06070 • Delegación Cuauhtémoc • Tel. 57090688 / 0935 • 56274769 / 4770 • jmercado@metro.df.gob.mx

**RECIBIDO**  
15 DIC 2009  
**SUBSECRETARIA DE EGRESOS**

FOLIO 5059

**RECIBIDO**  
DIRECCION GENERAL DE POLITICA PRESUPUESTAL

Asimismo le proporciono la información requerida de conformidad con la documentación remitida por el área técnica.

**PROYECTO PARA LA PRESTACION DE SERVICIOS DE TRENES PARA LA LINEA 12 DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO - METRO**

Con fundamento jurídico en el Manual de Normas y Procedimientos Presupuestarios para la Administración Pública del Distrito Federal (Apartado IV.9 Numeral 6 Inciso C), Artículo 24 del Decreto de Presupuesto de Egresos del Distrito Federal y de conformidad con lo establecido en el Artículo 485 primer párrafo del Código Financiero del Distrito Federal, y con fundamento en el Artículo 70 fracción II de la Ley Orgánica de la Administración Pública del Distrito Federal; solicito se gestione la autorización para comprometer en el presente ejercicio recursos en forma multianual por un monto de \$1,588,152,500.00 dólares I.V.A. incluido, a ejercer en el periodo 2010 – 2026 que se destinará a la realización del proyecto:

**PRESENTE**  
**GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL**  
**SECRETARIA DE FINANZAS DEL**  
**SUBSECRETARIO DE EGRESOS DE LA**  
**LIC. ARMANDO LOPEZ CÁRDENAS**

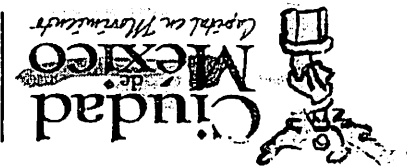
*Handwritten signature and stamp: "COMPLETO"*

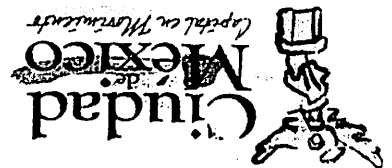
SGAF/50000/ 285 /2009  
DICIEMBRE 15 DE 2009

**ACUSE**

"2009-2010. Bicentenario de la Independencia y Centenario de la Revolución, en la Ciudad de México"

SUBDIRECCION GENERAL DE ADMINISTRACION Y FINANZAS  
SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO





SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO  
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS

"2009-2010. Bicentenario de la Independencia y Centenario de la Revolución, en la Ciudad de México"

## • ANTECEDENTES

El Proyecto para la construcción de la Línea 12 del Metro, permitirá mejorar el transporte de miles de personas con recorridos más cortos y en menor tiempo, de esta manera brindará un servicio de transporte público masivo, seguro, confiable, tecnológicamente limpio y con una tarifa accesible, que satisfaga las expectativas de calidad, accesibilidad, frecuencia y cobertura, buscando que siempre se desempeñe con transparencia, equidad y eficiencia, logrando niveles competitivos a nivel mundial.

Este Proyecto busca brindar un servicio de transporte de excelencia, que ayude al cumplimiento de los objetivos de transporte sustentable en la Zona Metropolitana del Valle de México, con un alto grado de avance tecnológico nacional, cultural, vocación industrial y de servicio a favor del interés general y el mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos.

- Al conjugar la tracción eléctrica con una elevada capacidad de pasajeros, el Metro es el medio de transporte más eficiente en términos de consumo energético y ocupación de espacio.
- La nueva línea del Metro contribuye a las medidas ecológicas recomendadas para disminuir el calentamiento global y se resume en transportar a un mayor número de pasajeros con un menor consumo de energía.
- Al circular casi siempre subterráneamente, el Metro deja hueco en la superficie para instalaciones que permiten mejorar la calidad de vida en la ciudad.

El Proyecto de construcción de la Línea 12 del Metro es un proyecto que ya está en marcha. No tendría utilidad toda la inversión ya realizada si no se cuenta con los Trenes Férreos para esta Línea al ser un componente fundamental del Metro, de ahí surge la necesidad de adquirir los trenes y de evaluar el mejor esquema de adquisición de los mismos para hacer un mejor uso de los recursos financieros teniendo en cuenta los siguientes puntos básicos:

- Flujos de efectivo.
- Soporte y mantenimiento de los trenes.
- Partes y refacciones de los trenes.
- Características técnicas de los trenes.

## Alcance de la Línea 12

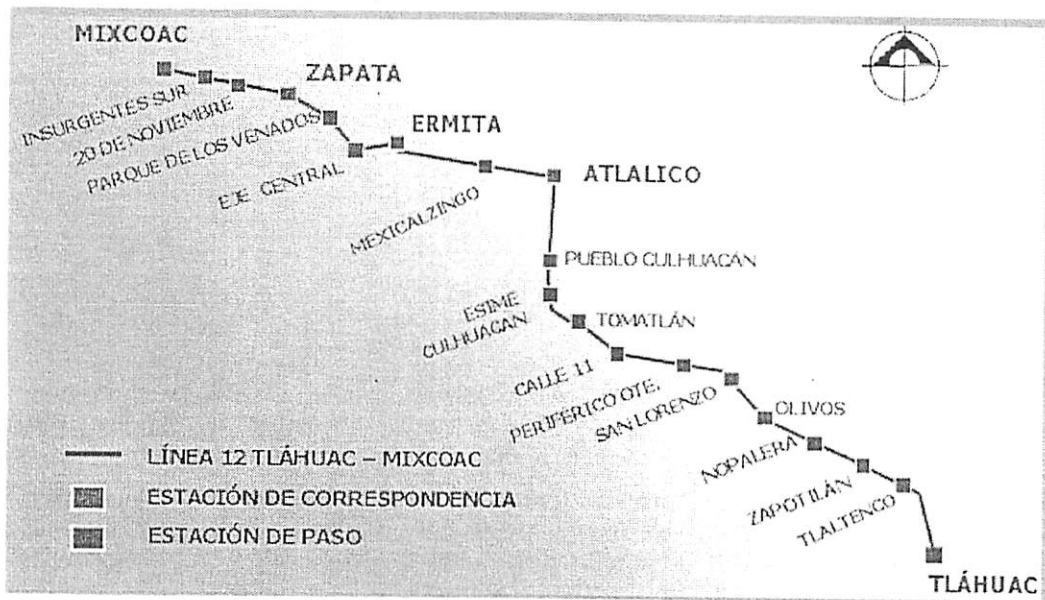
El recorrido en kilómetros del tren, el número de estaciones, el número de pasajeros y el tiempo de espera de un Tren a otro determinan el alcance del proyecto, el número de trenes que se consideró para este proyecto es de 30 trenes.



"2009-2010. Bicentenario de la Independencia y Centenario de la Revolución, en la Ciudad de México"

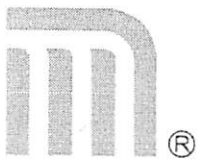
**Recorrido de la Línea 12:** Iniciaré en Tláhuac y avanzará por la avenida del mismo nombre hasta Calzada Ermita, donde el trazo se prolonga sobre Eje 8 Sur hasta salir a División del Norte; dará vuelta hacia el Norte hasta el Parque de los Venados, para continuar hacia el poniente en Eje 7 Sur y finalizar en Mixcoac.

**Cuadro No. 1: alcance de la Línea 12**



**4 nuevas estaciones de correspondencias:**

- **Atlalilco:** Línea 8 (Garibaldi – Constitución de 1917)
- **Ermita:** Línea 2 (Tasqueña – Cuatro Caminos)
- **Zapata:** Línea 3 (Indios Verdes – Universidad)
- **Mixcoac:** Línea 7 (El Rosario – Barranca del Muerto)
- Para primer el transbordo ofrece 7 Líneas y 15 estaciones de enlace directo: Salto del Agua, Pino Suárez, Balderas, Tacubaya, Chabacano, Bellas Artes, Tacuba, Hidalgo, Santa Anita, La Raza, Deportivo 18 de Marzo, El Rosario, Centro Médico, Garibaldi y Guerrero.
- **Conexión con:** Tren Ligero, Metrobús Insurgentes, Terminal de Autobuses del Sur y Próximamente con Metrobús Xola.





### Obra en Marcha

Con la puesta en marcha de la construcción de la Línea 12 se tiene ya el Anexo Técnico y las especificaciones de los trenes, número de trenes y número de carros por tren. Estas especificaciones ya no pueden cambiar, ya que algunos componentes de la construcción como las vías y catenarias ya están en construcción, solamente faltaría saber cuál es el mejor esquema de adquisición de los mismos.

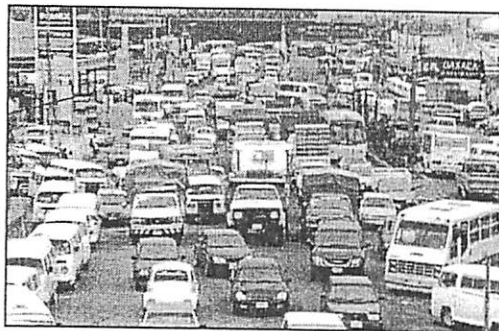
Con una inversión de 17 mil 583 millones de pesos iniciaron los trabajos para la construcción de la Línea 12 del Metro que correrá de Mixcoac a Tláhuac, considerada como la obra más importante de la Ciudad de México y del país en los últimos años.

Con la construcción de la Línea Dorada, Línea del Bicentenario, se beneficiará a más de 400 mil personas, se acortarán los viajes de dos horas a sólo 45 minutos, asimismo se generarán más de 25 mil empleos directos y 60 mil indirectos.

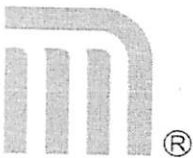
En sus instalaciones se brindará especial atención a los ciudadanos de la tercera edad, personas con discapacidad y menores de cinco años, con transportación gratuita.

Otro punto importante es la reducción de transportes contaminantes, pues dejarán de emitirse 400 mil toneladas de dióxido de carbono al año.

### **Cuadro No 3: Problemática de tráfico actual sin metro**



La construcción de la Línea tendrá dos etapas, la primera será inaugurada en el 2011, que irá de Tláhuac a Atlalilco; y la segunda que termina en Mixcoac, estará dando servicio en el 2012.

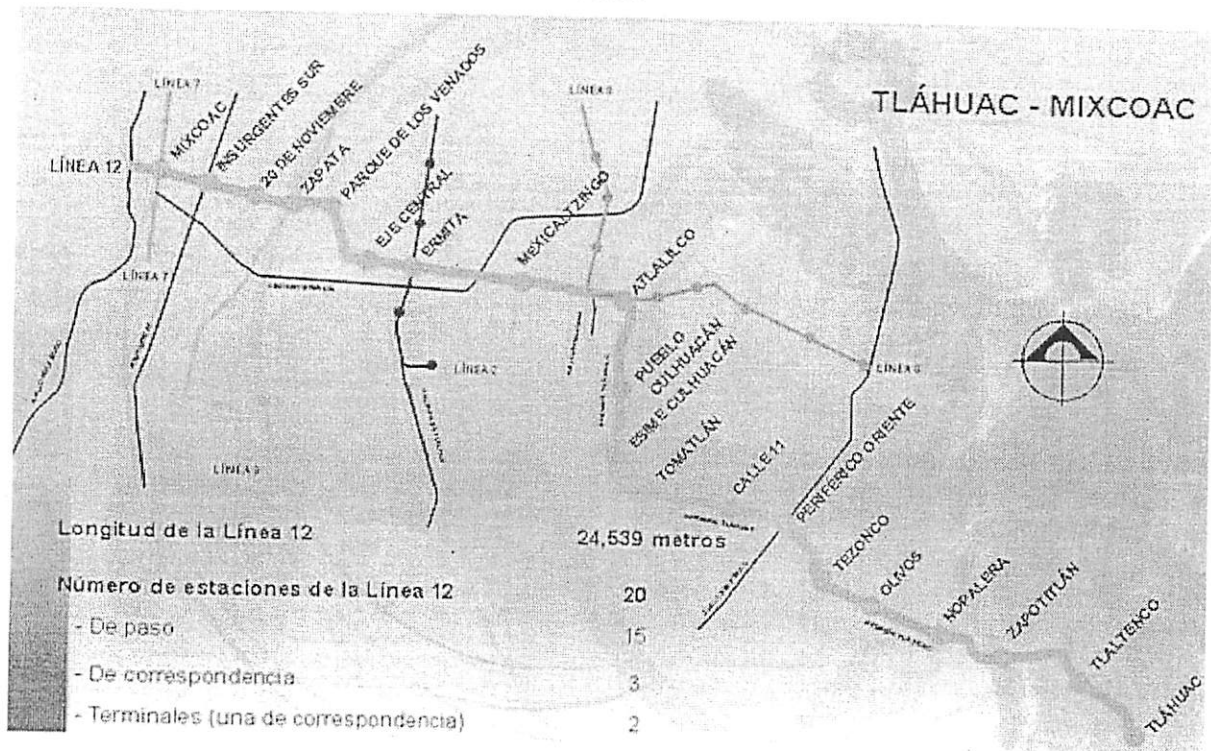


"2009-2010. Bicentenario de la Independencia y Centenario de la Revolución, en la Ciudad de México"

La Línea mejorará el desempeño de toda la Red del Metro, aumentará la conectividad de las Líneas 8, 2, 3 y 7 en el sur de la Ciudad de México.

**Cuadro No 4: Línea 12**

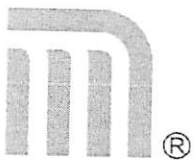
**LÍNEA 12**

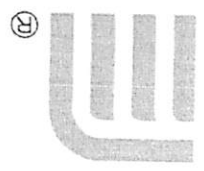


**Estimación de Oferta y Demanda**

**Oferta**

- 24.5 Kilómetros de Línea.
- 20 Estaciones.
- 30 Trenes
- 30 Trenes con una capacidad máxima instalada para transportar a 30,000 pasajeros al mismo tiempo.
- Áreas de estacionamiento para bicicletas.
- Ciclovías a lo largo de la ruta.





Delicias 67 · 2º Piso · Col. Centro · C.P. 06070 · Delegación Cuauhtémoc  
 · Tel. 57090688 / 0935 · 56274769 / 4770 · jmercado@metro.df.gob.mx

*[Handwritten marks]*

Nota: la afluencia está calculada en día laborable, con reordenamiento de transporte de superficie.

Horizonte	
2012	
Pasajeros que ingresarían en el periodo matutino de 6 a 9	127,655
Pasajeros que ingresarían por día ambos sentidos	443,638
Tramo más cargado sentido ote.-pte. en el periodo matutino de 6 a 9	67,809
Tramo más cargado sentido pte.-ote. en el periodo matutino de 6 a 9	11,779

Cuadro No 5: Aforo Proyectado

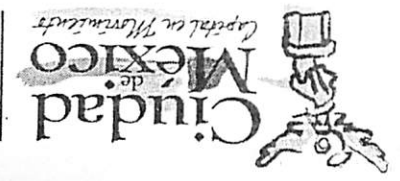
- Estudio de prefactibilidad de Línea 12 (2000-2002)
- Estudio para proyecto de Metrobús en los corredores: Tláhuac-Tasqueña y Santa Martha-Mixcoac (Eje 8 Sur) 2002-2004.
- Análisis de sensibilidad de la demanda con el EMME/2 (2007)
- Encuesta de origen y destino 1994.
- Encuesta de movilidad a 475,000 usuarios en la Red (2007)
- Encuesta de aceptación organizadas en el presente año, por los jefes delegacionales.
- Consulta Verde, con una participación mayor a las 1,033,000 personas.
- Actualización del Estudio de Demanda para la Línea 12 Tláhuac – Mixcoac.

Los estudios y análisis realizados previamente son:

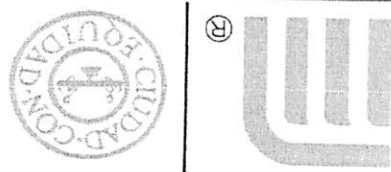
La demanda estimada es superior a los 409,017 pasajeros diarios en día laborable, con lo cual la Línea 12 pasará a ocupar el cuarto lugar de la Red de Metro, misma que podrá alcanzar un mayor crecimiento con el ordenamiento del transporte colectivo y la redistribución de viajes locales y regionales.

**Demanda**

"2009-2010. Bicentenario de la Independencia y Centenario de la Revolución, en la Ciudad de México"



Handwritten marks and signatures in the top right corner.



Delicias 67 · 2º Piso · Col. Centro · C.P. 06070 · Delegación Cuauhtémoc  
 ·Tel. 57090688 / 0935, · 56274769 / 4770 · jmercado@metro.df.gob.mx

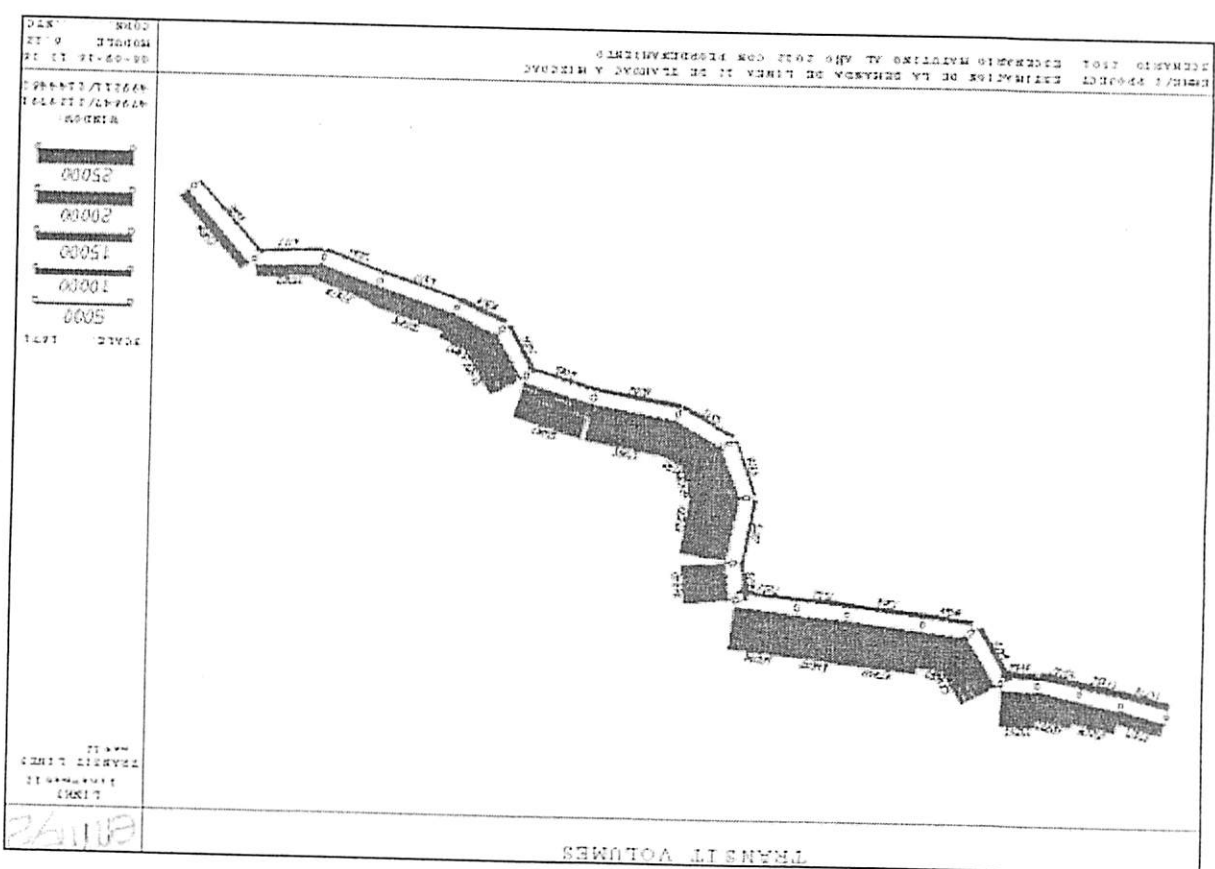
Es el sistema rápido de tránsito ferroviario en Hong Kong. El MTR comenzó sus servicios en 1979 y se fusionó oficialmente con KCR (Kowloon Canton Railway) el 2 de diciembre de

MTR (Mass Transit Railway) – Hong Kong – China



A continuación algunos proyectos de Trenes Férreos públicos como modelo de servicios, Operados por organismos privados o PPPs que existen en diferentes partes del mundo.

a) Experiencia Previa en asociaciones con el Sector Privado



Emme/2

Cuadro No 6: Imagen obtenida mediante el Modelo de Simulación del Transporte

"2009-2010. Bicentenario de la Independencia y Centenario de la Revolución, en la Ciudad de México"

SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO  
 SUBDIRECCIÓN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS

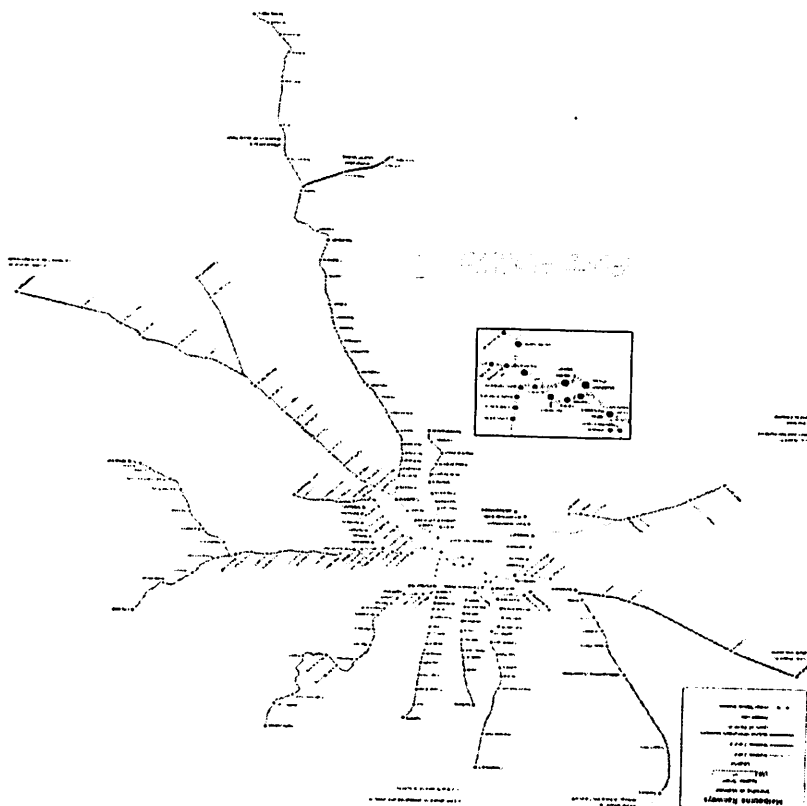








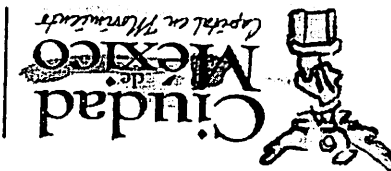
Handwritten marks and signatures in the top right corner.

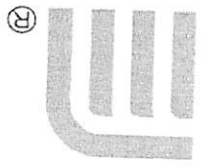


Cuadro No 8: Connex – Melbourne – Australia

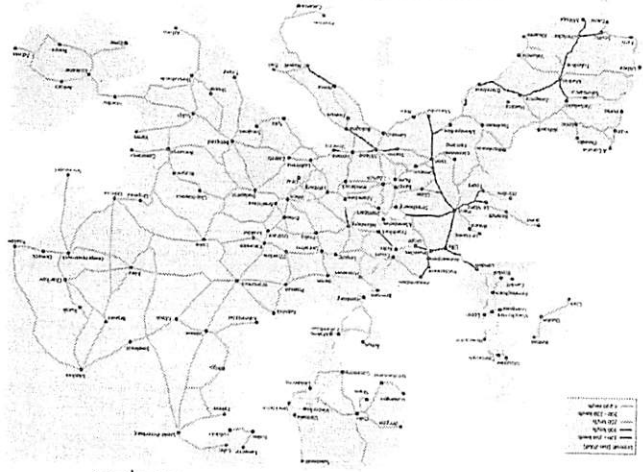
centrado para personas que viajan cada día de su casa a su trabajo en el Distrito Central de Negocios de Melbourne y la Estación en Flinders Street, en lugar de un modelo de tránsito rápido, con un enfoque en los servicios en los periodos pico. La red ferroviaria suburbana de Melbourne consta de 16 Líneas electrificadas, el circuito del Metro central de la ciudad y 200 estaciones con una longitud total de 372 km de Líneas electrificadas. La red suburbana opera desde la 5:00 am y la medianoche. La red esta principalmente al nivel del suelo, con una serie de pasos a desnivel y pistas compartidas con trenes de mercancías y Líneas de servicios regionales. En el ejercicio financiero de 2006-2007, la red ferroviaria de Melbourne registro 201.2 millones de viajes de pasajeros, la más alta en su historia.

"2009-2010. Bicentenario de la Independencia y Centenario de la Revolución, en la Ciudad de México"





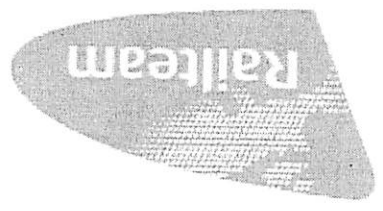
*Handwritten signatures and initials*



Cuadro No 9: Raitteam - Unión Europea

El ferrocarril de alta velocidad está surgiendo en Europa como el medio de transporte más popular y eficiente. Las primeras líneas de Tren de alta velocidad en Europa, construidas en los años 1980 y 1990, mejoraron los tiempos de viaje en los corredores intra-nacionales. Desde entonces, varios países han construido extensas redes de alta velocidad, y en la actualidad hay varios trenes transfronterzos de alta velocidad. Los operadores ferroviarios realizan frecuentemente los servicios internacionales, y las pistas están siendo construidas y actualizadas con normativas internacionales sobre las nuevas redes ferroviarias de alta velocidad en Europa. En el 2007, un consorcio de operadores ferroviarios europeos, Raitteam, surgió para coordinar e impulsar viajes en trenes de alta velocidad transfronterzos. Desarrollar una red ferroviaria trans-europea de alta velocidad es un objetivo declarado por la Unión Europea, y la mayoría de las líneas ferroviarias transfronterzas reciben financiamiento de la UE. Hoy en día sólo los países centrales de Europa occidental son 'enchufados' a la red ferroviaria transfronterza de alta velocidad. Esto cambiará rápidamente en los próximos años a medida que Europa invierte fuertemente en los túneles, puentes, otras infraestructuras y proyectos de desarrollo en todo el continente.

Raitteam - Unión Europea



"2009-2010. Bicentenario de la Independencia y Centenario de la Revolución, en la Ciudad de México"



### Características del Material

#### Composición:

Se podrán aceptar propuestas de 7 u 8 carros, respetando el gálibo previsto para la obra civil de la línea 12 Mixcoac-Tláhuac, así como la relación de motorización, en una distribución funcional y simétrica. Deberán proponer formaciones en las que se incluyan remolques con cabina en los extremos del tren. Cada carro motriz deberá estar equipado con un pantógrafo.

#### Dimensiones:

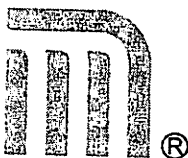
Longitud del tren (entre frentes de los carros con cabina de ambos extremos)	140,000 a 152,000 mm
Ancho del carro (considerando umbrales de puertas).	2,800 mm
Altura de techo referenciada a la superficie de rodadura.	3,600 +50/-0 mm
Motorización mínima (relación entre número de motrices y número total de carros que forman el tren)	62.5%

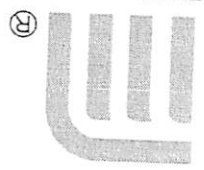
#### Capacidad de carga:

Número mínimo de plazas por carro para usuarios sentados	38
Número mínimo de plazas con carga nominal (6 personas/m <sup>2</sup> ) por carro para usuarios de pie	168
Sobrecarga excepcional	10 personas/m <sup>2</sup>
Peso promedio por pasajero	70 kg
Máxima carga por eje	15 Ton

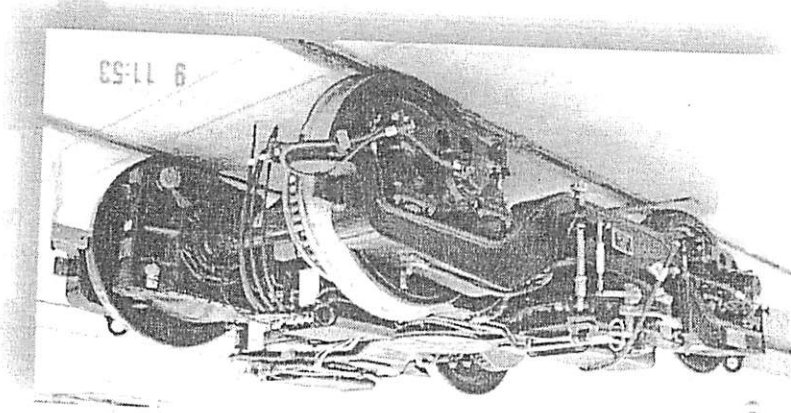
#### Desempeño dinámico:

Velocidad máxima de diseño	90 km/h
Velocidad máxima de servicio (carga normal y terreno plano)	85 km/h
Aceleración promedio de 0 a 40 km/h (carga normal y terreno plano).	1.1 m/s <sup>2</sup>
Desaceleración de servicio (carga normal y terreno plano). En condiciones normales de operación esta desaceleración deberá ser lograda con freno eléctrico.	1.1 m/s <sup>2</sup>
Desaceleración de emergencia (carga nominal y terreno plano).	1.3 m/s <sup>2</sup>
Variación de la aceleración "Jerk" (tracción frenado)	0.8 m/s <sup>3</sup>





*Handwritten initials and signature*



**Bogie:**

- ✓ Bogie bimotor.
- ✓ Ruedas tipo monoblock
- ✓ Frenos de disco bipartido
- ✓ Suspensión primaria a base de componentes elásticos de caucho-acero tipo Campana
- ✓ Suspensión Secundaria semineumática (colchones de aire) independiente de la carga
- ✓ Sistema de antibloqueo para garantizar el frenado del tren en condiciones de baja adherencia.
- ✓ Freno de estacionamiento de resorte acumulador, independiente en cada eje, con actuación automática por pérdida de presión y por accionamiento manual (eléctrico) desde los carros con cabina.

\*\* Los sistemas de pilotaje automático y de radiotelefonía están a cargo del consorcio constructor de la obra civil y electromecánica

- ✓ Bogie
- ✓ Caja
- ✓ Sistema de tracción frenado
- ✓ Sistema de generación y conversión de energía
- ✓ Generación y distribución de aire
- ✓ Informática embarcada
- ✓ Comunicación
- ✓ Registrador electrónico de eventos
- ✓ Circuito cerrado de tv
- ✓ Sistema de video información al usuario

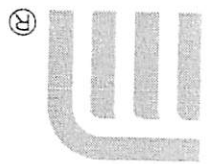
**Sistemas principales que componen al material rodante:**

"2009-2010. Bicentenario de la Independencia y Centenario de la Revolución, en la Ciudad de México"





*[Handwritten signature]*



Delicias 67 · 2º Piso · Col. Centro · C.P. 06070 · Delegación Cuauhtémoc  
-Tel. 57090688 / 0935, · 56274769 / 4770 · jmercado@metro.df.gob.mx

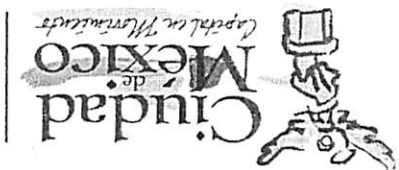
- Enganches entre carros del tipo barra semipermanente y en las cabinas del tipo semiautomático.
- Dispositivos de absorción de energía para impactos a 10 km/h con carga normal y sin presentar daño alguno e impactos de hasta 25 km/h con carga normal y sin daños significativos al compartimiento de pasajeros.
- Dispositivos antitrepatamiento ("anticlimber") en los extremos de cada carro del tren.

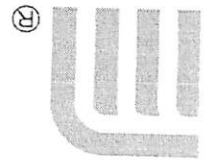


"2009-2010. Bicentenario de la Independencia y Centenario de la Revolución, en la Ciudad de México"

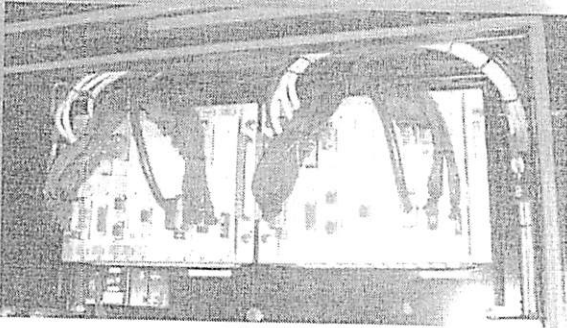
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS

SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO

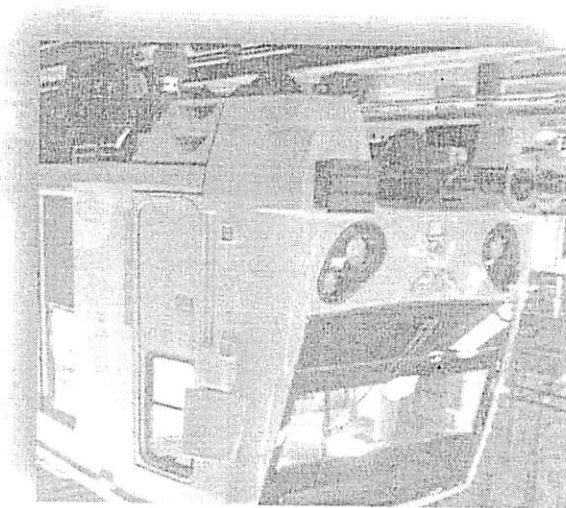




Handwritten initials and a signature.

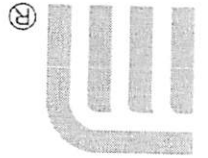


- Sistema de tracción – frenado:
- Motores de tracción trifásicos asíncronos (2 por bogie motriz).
- 2 inversores por convención natural por carro motor, uno por bogie.
- Elementos de potencia a base de IGBT'S
- Unidad de control a base de microprocesadores, una por inversor.
- Frenado eléctrico: regenerativo y reostático.
- Control de antipatinaje y antideslizamiento.



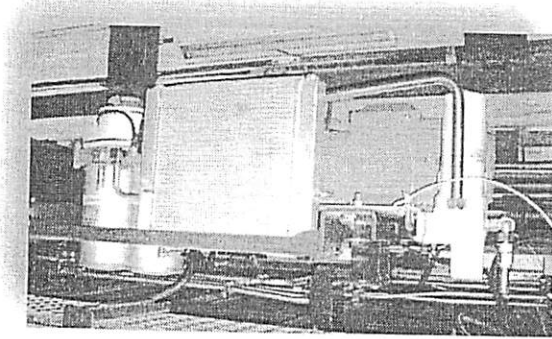
"2009-2010. Bicentenario de la Independencia y Centenario de la Revolución, en la Ciudad de México"



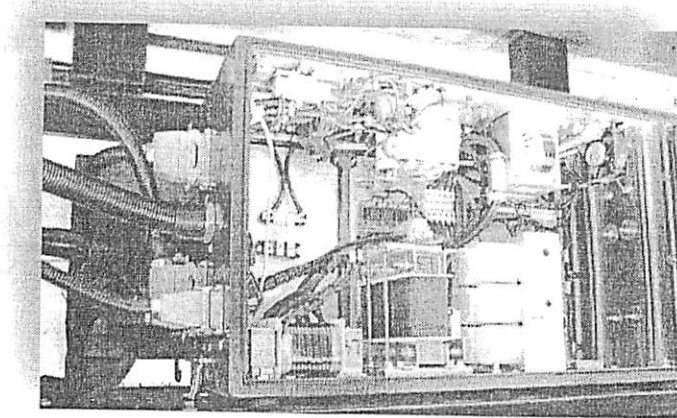


Handwritten signature

Delicias 67 · 2º Piso · Col. Centro · C.P. 06070 · Delegación Cuauhtémoc · Tel. 57090688 / 0935 · 56274769 / 4770 · jmercado@metro.df.gob.mx



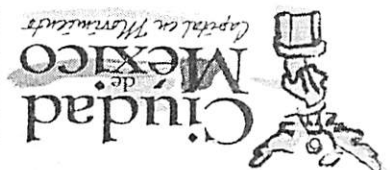
- Sistema de generación y distribución de aire:**
- Motor trifásico con potencia de acuerdo al gasto de aire comprimido establecido en el diseño del tren.
  - Inversor de unidad de compresor a base de transistores IGBT'S y unidad de control a base de microprocesadores (opcionalmente la alimentación del motor del grupo motocompresor por medio del convertidor estático principal).
  - Unidad de secado de aire de tipo regenerativo de una o dos torres de secado.

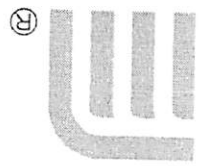


- Sistema de conversión y generación de energía:**
- ✓ Un convertidor estático con salidas de 220 Vca trifásico a 60 Hz y 75 Vcd. por cada carro remolque
  - ✓ Capacidad de acuerdo a requerimiento de diseño.

"2009-2010. Bicentenario de la Independencia y Centenario de la Revolución, en la Ciudad de México"

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS

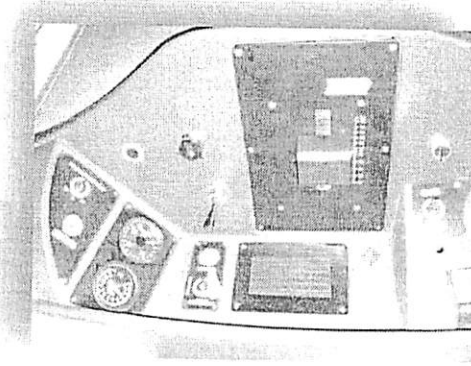




*[Handwritten signature]*

### Sistemas de comunicación:

- ✓ Aviso de cierre de puertas
- ✓ Comunicación entre cabinas
- ✓ Transferencia de la comunicación del PCL al salón de pasajeros
- ✓ Comunicación de las cabinas al salón de pasajeros
- ✓ Comunicación del interior de cada uno de los salones de pasajeros a las cabinas, para uso del personal de mantenimiento y usuarios.
- ✓ Reproducción de informaciones pregrabadas del servicio, en forma automática o manual y controlada desde la cabina.
- ✓ Anuncio automático y manual de la próxima estación por arribar.
- ✓ Reproducción de voz, música y mensajes pregrabados.



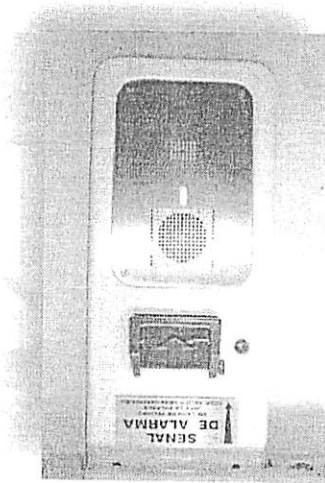
### Informática embarcada:

- ✓ Vigilancia de la conducción y operación.
- ✓ Control y/o vigilancia de los equipos auxiliares
- ✓ Ayuda a la conducción, operación y mantenimiento
- ✓ Registro de parámetros.
- ✓ Se deberá cumplir con la Norma IEC 61375-1, también conocida como TCN (Train Communication Network), MVB (Multifunctional Vehicle Bus) o equivalente. Además, contará con interfaces seriales USB ó equivalentes para extracción de datos con posibilidad de consultar el registro histórico de fallas.
- ✓ BUS redundante de comunicación de alta velocidad mayor o igual a 1.5 Mbps

"2009-2010. Bicentenario de la Independencia y Centenario de la Revolución, en la Ciudad de México"

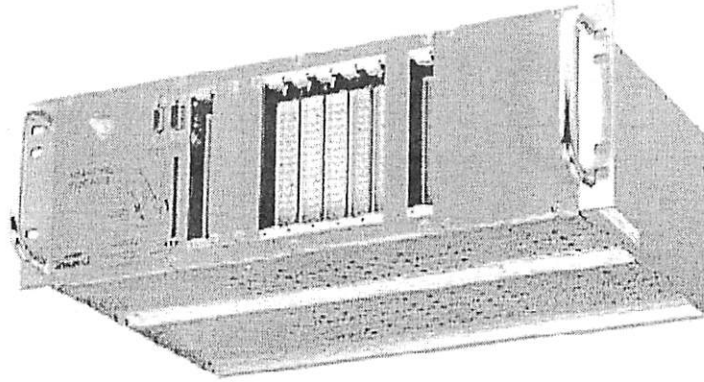


"2009-2010. Bicentenario de la Independencia y Centenario de la Revolución, en la Ciudad de México"



### Registrador electrónico de eventos:

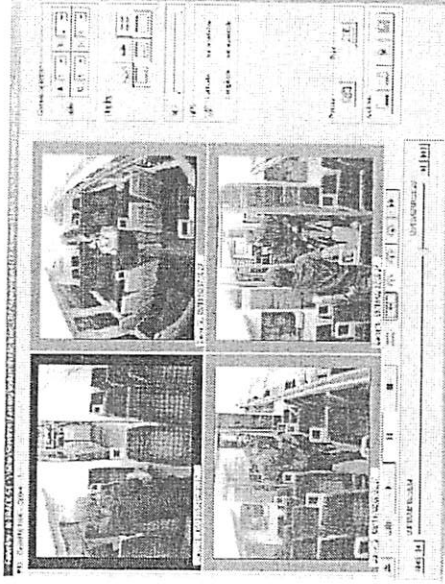
- Registro mínimo de 12 señales analógicas y 48 digitales
- Función de transmisión remota de los datos vía radio, enviará los datos a 3 receptores fijos, en un radio no menor de 500 m.
- Puerto de comunicación con la informática embarcada del tren.
- Puertos de comunicación serial (USB ó equivalente) para programación y extracción de la información.
- Interfaces de entradas digitales y analógicas con aislamiento galvánico u optocopladas.
- Capacidad de memoria suficiente para almacenar, al menos, 7 días de operación normal del tren.



*"2009-2010. Bicentenario de la Independencia y Centenario  
de la Revolución, en la Ciudad de México"*

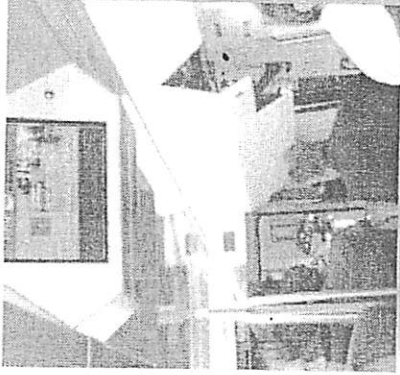
### Circuito cerrado de tv (CCTV)

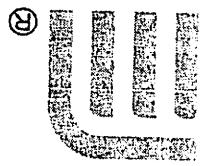
Sistema que permite el monitoreo y grabación de las incidencias en el interior de los carros



### Sistema de video información al usuario

Los trenes deberán contar con un sistema de información al usuario, el cual consiste de 4 monitores planos de aplicación ferroviaria con protección antivandálica en cada carro, así como el equipo procesador y reproductor de video en cada cabina que permita el control, programación, transmisión y reproducción de video digital a cada carro.





Handwritten marks and signatures in the top right corner.

**• JUSTIFICACIÓN**

El Metro de la Ciudad de México, es un sistema de transporte público que sirve a extensas áreas del Distrito Federal y parte del Estado de México. Su construcción, operación y explotación está a cargo del organismo público descentralizado: Sistema de Transporte Colectivo, conocido coloquialmente como Metro. En 2006 el Metro de la Ciudad de México ocupó el tercer lugar a nivel mundial en captación de usuarios al transportar a un promedio de 3,9 millones de pasajeros al día.

Dichos requerimientos de servicio y definición de especificaciones técnicas giran en torno a una serie de conceptos con el objeto de asegurar el sostenimiento de unos niveles de calidad óptima durante toda la vida del proyecto. Para la consecución y, posterior sostenimiento de dichos niveles de calidad será indispensable que el Inversionista Proveedor diseñe, financie, fabrique y mantenga 30 trenes en ferros en las condiciones definidas en cuanto a disponibilidad del lote de trenes en operación, fiabilidad y niveles de afectación al servicio.

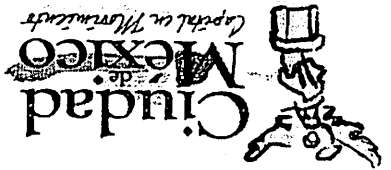
A su vez, los Servicios se concretan en el cumplimiento de una serie de requerimientos específicos de servicio o estándares de calidad previstos en el Contrato PPS como especificaciones técnicas en función del cual el Inversionista Proveedor recibirá un pago periódico.

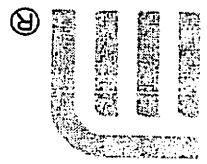
- Diseño definitivo de los trenes, para cumplir con los niveles de desempeño especificados por el STC
- Fabricación, conforme a los requerimientos establecidos por este Organismo.
- Mantenimiento mayor y menor durante la vigencia del contrato, con la supervisión puntual del personal del STC.
- Transferencia de Tecnología y en su caso entrega de los trenes, equipos y refacciones al término de la vigencia del contrato.
- Financiamiento de todas las actividades referidas.

Para la prestación de los servicios, el contrato del proyecto contempla las siguientes actividades principales que serán desarrolladas por el Inversionista proveedor.

**• OBJETIVO GENERAL**

"2009-2010. Bicentenario de la Independencia y Centenario de la Revolución, en la Ciudad de México"





Handwritten marks and signatures in the top right corner.

De ahí la necesidad de contar con Lote de trenes, con un funcionamiento óptimo a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta los siguientes puntos.

Como hemos ya comentado, la construcción de la Línea 12 del metro es un proyecto que ya está en marcha. No tendría utilidad toda la inversión ya realizada, si no se cuenta con los trenes para esta línea, al ser un componente fundamental del proyecto.

- El tren neumático, el cual es utilizado en la mayoría del parque vehicular, tiene un mantenimiento más costoso por la constante adquisición de ruedas.

Las principales razones de este cambio en el perfil tecnológico que exponen a continuación.

que se usa en la mayoría de los trenes del sistema. Los trenes de la línea 12 contarán con rodadura férrea, a diferencia de la rodadura neumática de las líneas del sistema. Esta diferencia radica fundamentalmente en el tipo de rodadura. Para el diseño de la Línea 12, las áreas técnicas del Metro determinaron que el tipo de trenes que presten servicio tengan características diferentes a los trenes que circulan en la mayoría de las líneas del sistema. Esta diferencia radica fundamentalmente en el tipo de rodadura. Para el diseño de la Línea 12, las áreas técnicas del Metro determinaron que el tipo de trenes que presten servicio tengan características diferentes a los trenes que circulan en la mayoría de las líneas del sistema.

contaminantes a la atmósfera y mejore la imagen urbana, entre otros. Se prevé que con el desarrollo de esta obra se logren importantes beneficios para la población, entre otros, la reducción en los tiempos de traslado, la reducción en los costos de transporte, la descongestión en importantes vialidades de la zona, se reduzca la emisión de contaminantes a la atmósfera y mejore la imagen urbana, entre otros.

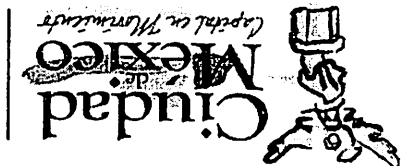
Los trabajos de construcción de la obra iniciaron en 2008 y se espera estén terminados para el 2011.

Tlahuac a Mixcoac. Con el propósito de mejorar los tiempos de traslado de un importante segmento de la población que vive en el oriente de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) el Gobierno de la Ciudad tomó la decisión de construir la Línea 12 del Metro que correrá de Tlahuac a Mixcoac.

Actualmente el Metro cuenta con 11 líneas y un parque vehicular de 355 trenes de los cuales la gran mayoría son trenes de rodadura neumática de caucho y la minoría de rodadura férrea que corren en la línea A.

La extensión total de la red es de 201.4 kilómetros, con 175 estaciones (164 en la Ciudad de México y 11 en el Estado de México) de las cuales 22 son terminales, 41 transbordo (11 de las cuales también son terminales) y 112 de paso.

"2009-2010. Bicentenario de la Independencia y Centenario de la Revolución, en la Ciudad de México"



*"2009-2010. Bicentenario de la Independencia y Centenario de la Revolución, en la Ciudad de México"*

- Características de los trenes.
- Partes y refacciones
- Soporte y Mantenimiento

En caso de que no se realizara el proyecto en su modalidad PPS de trenes férreos para la Línea 12 el STC se enfrentaría a un escenario de recursos limitados, como ha sido la tendencia histórica en los últimos años. En ese escenario, el STC se vería en la necesidad de acortar el alcance del proyecto, reduciendo el número de trenes, y limitando los niveles de mantenimiento.

Cabe aclarar que manteniendo las características actuales del proyecto, en cuanto a su alcance, si no se cuenta con los 30 trenes resultaría lo siguiente:

- Gran parte de la inversión en construcción realizada por medio de la licitación pública internacional, número 30001140-001-08, para la construcción de la línea 12 Tláhuac – Mixcoac del STC por un monto de \$ 15, 290 de pesos (MDP), hubiera resultado ocioso.
- Se tendría un gasto de enormes dimensiones para el mantenimiento y seguridad de las instalaciones e infraestructura de la línea 12 Tláhuac – Mixcoac del sistema de transporte colectivo (Metro), sin ningún beneficio para la los habitantes de la Ciudad de México.
- Riesgo de manifestaciones populares por inconformidad debido al incumplimiento de los compromisos de tener un sistema de transporte colectivo. Estas manifestaciones estarían justificadas en el gasto de los recursos para la nueva línea 12 del metro así como las afectaciones temporales para la construcción del mismo sin algún resultado.

**Para solucionar la problemática descrita existen diferentes alternativas:**

- Destinar inversión pública presupuestaria (Proyecto de Referencia).- Esta opción se enfrenta al problema de que existe una gran cantidad de necesidades sociales que requieren de recursos, los cuales son limitados.
- Por otra parte, los presupuestos de mantenimiento disponibles han representado en los últimos años tan solo una parte de lo requerido para mantener en su nivel óptimo la calidad del servicio
- Participación de la Iniciativa Privada a través del esquema PPS. El PPS constituye una alternativa viable para estar en condiciones de ofrecer el servicio de transporte público de pasajeros desde el punto de vista de dar un servicio de calidad al usuario mediante la contratación y pago a un inversionista privado que se encargue de proporcionarlo. Para aplicar este esquema es necesario asegurar que su realización



*"2009-2010. Bicentenario de la Independencia y Centenario  
de la Revolución, en la Ciudad de México"*

sea factible desde las perspectivas técnica, financiera y legal, que es precisamente para lo que se ha elaborado este documento.

### **b) Factibilidad Legal**

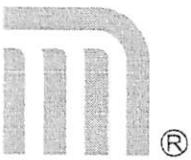
La iniciativa de adquisición de Trenes Férreos para la Línea 12 del metro, tiene factibilidad legal ya que el material rodante es uno de los elementos principales para cumplir con funciones a desempeñar por "Sistema de Transporte Colectivo", Estas funciones se establecen en base al Decreto de Creación publicado en el D.O.F. el 29-IV-67, que mencionan lo siguiente:

Documento
Funciones más relevantes en base al Decreto de Creación publicado en el D.O.F. el 29.Abril.1967.
ARTÍCULO 1º - Se instituye un organismo público descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propios, que se denominará "Sistema de Transporte Colectivo" con domicilio en el Distrito Federal y cuyo objeto será la construcción, mantenimiento, operación y explotación de un Tren con recorrido subterráneo, superficial y elevado, para el transporte colectivo de pasajeros en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, áreas conurbadas de ésta y del Estado de México. Así mismo, dicho organismo tiene por objeto la adecuada explotación del servicio público de Transporte Colectivo de personas mediante vehículos que circulen en la superficie y cuyo recorrido complemente el del Tren subterráneo. De igual manera, el referido organismo tendrá la atribución de prestar servicios de asesoría técnica a organismos nacionales e internacionales en el ámbito de su competencia.

### **c) Factibilidad Ambiental**

La Iniciativa de Adquisición de Trenes Férreos es factible ambientalmente por los siguientes puntos:

Todos los medios de transporte consumen energía y ocupan espacio tanto al desplazarse como al detenerse. Al conjugar la tracción eléctrica con una elevada capacidad de pasajeros, el Metro es el medio de transporte más eficiente en términos de consumo energético y ocupación de espacio.





*"2009-2010. Bicentenario de la Independencia y Centenario de la Revolución, en la Ciudad de México"*

A modo comparativo, los cálculos computados por la RATP (Administración Autónoma de Transportes de París) demuestran que para desplazar 50,000 pasajeros por hora y dirección se necesita un habitáculo de 9 metros de ancho si se trata de un desplazamiento en metro, de 35 mts en autobuses y de 175 mts. en el caso de los automóviles.

Estas mismas estimaciones muestran que un KEP (kilogramo equivalente de petróleo) permite que un pasajero recorra más de 48 kilómetros en metro, 38 km. en autobús y apenas 19 km. en coche.

Asimismo, los avances llevados a cabo en el ámbito de la tracción permiten al Metro la recuperación de energía durante el frenado, que repercute en un ahorro considerable del consumo. Por otra parte, el Metro no emite sustancias contaminantes o gases de efecto invernadero en su entorno. Su contribución al cambio climático se reduce a las consecuencias vinculadas a la producción de electricidad. Al circular casi siempre subterráneamente, el Metro deja hueco en la superficie para instalaciones que permiten mejorar la calidad de vida en la ciudad en sus tramos subterráneos.

La utilización del Sistema de Transporte Colectivo Metro contamina hasta cuatro veces menos en comparación del automóvil y las emisiones de CO2 ahorradas por 150 personas que utilizan este medio de transporte equivalen a las de una familia que viaja en automóvil.

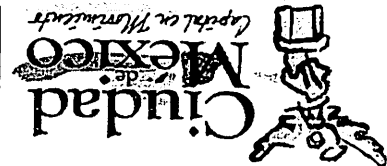
Se estima que el gasto energético del desplazamiento de 218 viajeros en este medio de locomoción supone sólo el 6,5% de la energía que gastarían los 174 coches necesarios para transportar al mismo número de personas.

En algunos países la ampliación de la Red del Metro ha evitado la circulación en superficie hasta de 385,000 coches al día, esto ha supuesto un ahorro en la emisión de más de 2 millones de toneladas de CO2 a la atmósfera y los nuevos kilómetros han absorbido un incremento del 7,7% del tráfico de vehículos.

Por otro lado, la construcción de la Línea 12 también significará el retiro de una considerable cantidad de árboles a lo largo de 24.5 kilómetros que mide el trazo que va desde Mixcoac hasta Tláhuac, Sin embargo la constructora y el organismo serán los encargados de restituir por lo menos el doble de dichos árboles.

La solución propuesta contribuye considerablemente al mejoramiento del medio ambiente y la calidad de vida de los habitantes, debido a sus características y beneficios mencionados en este documento, por lo que es factible en términos ecológicos.





SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO  
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS

"2009-2010. Bicentenario de la Independencia y Centenario de la Revolución, en la Ciudad de México"

## • ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

La construcción de la Línea 12 del metro es un proyecto que ya está en marcha. No tendría utilidad toda la inversión ya realizada, si no se cuenta con los trenes para esta línea, al ser un componente fundamental del proyecto. De ahí la necesidad de contar con un lote de trenes, que ofrezcan un funcionamiento óptimo a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta los siguientes puntos:

- Características de los trenes.
- Partes y refacciones
- Soporte y Mantenimiento

Para poder prestar el servicio de transporte público el STC deberá de contar con un lote de trenes suficiente que le permita atender la demanda, buscando siempre mantener una calidad mínima de servicio, condición que supone el tiempo de espera de un usuario para que aborde un convoy, y por ende el tiempo de recorrido en estaciones, así como la minimización de interrupciones y afectaciones a los usuarios por fallas ocurridas en el material rodante.

Para mantener los 30 trenes en condiciones adecuadas será necesario realizar actividades de mantenimiento preventivo y correctivo.

El costo total del proyecto de prestación de servicios de trenes para la Línea 12 es de \$1,588,152,500.00 de dólares I.V.A. incluido, destinados a los siguientes conceptos:

- Diseño definitivo de los trenes, para cumplir con los niveles de desempeño especificados por el STC
- Fabricación, conforme a los requerimientos establecidos por este Organismo.
- Mantenimiento mayor y menor durante la vigencia del contrato, con la supervisión puntual del personal del STC.
- Transferencia de Tecnología y en su caso entrega de los trenes, equipos y refacciones al término de la vigencia del contrato.
- Financiamiento de todas las actividades referidas.

Delicias 67 - 2º Piso - Col. Centro - C.P. 06070 - Delegación Cuauhtémoc  
-Tel. 57090688 / 0935, - 56274769 / 4770 - jmercado@metro.df.gob.mx



*"2009-2010. Bicentenario de la Independencia y Centenario de la Revolución, en la Ciudad de México"*

Se estima que la afluencia de pasajeros en la Línea 12 sea de 161,927,870 usuarios anualmente, con lo que se obtendrán ingresos por 485,783,610.00 en 2012 y para el resto del periodo un monto de 1,279,230,173.00 al año. Lo anterior considerando una tarifa de 3 pesos en el periodo de 2010 a 2012, mientras que para el periodo 2013 a 2036 será de 7.9 pesos. Cabe mencionar que el horizonte de evaluación del proyecto consta de 2 años de diseño y fabricación de los trenes más 25 años de vida útil de los trenes, lo que resulta en 27 años de horizonte.

Es importante señalar que al término del proyecto de prestación de servicio de los trenes, que comprende 17 años, el Sistema adquirirá los mismos a un costo aproximado de 124,000,000 de pesos cada uno. Por otro lado, se considera el costo de mantenimiento para el periodo restante de vida útil, el cual es de 3,472,000.00 pesos por tren, resultado de multiplicar el valor del tren por un factor de depreciación de 70% y dividir el resultado entre el periodo de vida útil del tren —25 años—.

A continuación se presenta la evaluación económica, para la cual se ha utilizado la tasa de CETES a 28 días de 4.51%, informada por la Secretaria de Hacienda y Crédito Público el 15 de diciembre de 2009, a través del Banco de México, en su carácter de agente financiero del Gobierno Federal.

Concepto	Monto
Costo del Proyecto en Pesos	20,880,000,000.00
Afluencia esperada de pasajeros en Línea 12.	161,927,870
Tarifa considerada para el horizonte de evaluación para el periodo 2010-2012	3.0
Tarifa considerada para el horizonte de evaluación para el periodo 2013-2036	7.9
Ingresos anuales esperados para la Línea 12 por la venta de servicios para el periodo 2010-2012.	485,783,610.00
Ingresos anuales esperado para la Línea 12 por la venta de servicios para el periodo 2013-2036	1,279,230,173.00
Costo de Mantenimiento anual por tren	3,472,000
Cetes a 28 días*	4.51%



"2009-2010. Bicentenario de la Independencia y Centenario de la Revolución, en la Ciudad de México"

FLUJO DE EFECTIVO					
Año	Costos	Beneficios	Flujo a Descontar	Flujo Descontado	No. Periodo
2010	488,095,444.23	0.00	-488,095,444.23	-488,095,444.23	0
2011	879,656,456.17	0.00	-879,656,456.17	-841,695,968.01	1
2012	1,669,647,971.46	485,783,610.00	-1,183,864,361.46	-1,083,892,600.51	2
2013	1,789,683,295.53	1,279,230,173.00	-510,453,122.53	-447,179,948.50	3
2014	1,301,587,851.29	1,279,230,173.00	-22,357,678.29	-18,741,110.09	4
2015	1,301,587,851.29	1,279,230,173.00	-22,357,678.29	-17,932,360.62	5
2016	1,410,053,505.57	1,279,230,173.00	-130,823,332.57	-100,401,019.23	6
2017	1,301,587,851.29	1,279,230,173.00	-22,357,678.29	-16,418,057.36	7
2018	1,301,587,851.29	1,279,230,173.00	-22,357,678.29	-15,709,556.37	8
2019	1,301,587,851.29	1,279,230,173.00	-22,357,678.29	-15,031,629.86	9
2020	1,301,587,851.29	1,279,230,173.00	-22,357,678.29	-14,382,958.43	10
2021	1,301,587,851.29	1,279,230,173.00	-22,357,678.29	-13,762,279.62	11
2022	1,410,053,505.57	1,279,230,173.00	-130,823,332.57	-77,053,263.10	12
2023	1,301,587,851.29	1,279,230,173.00	-22,357,678.29	-12,600,120.03	13
2024	1,301,587,851.29	1,279,230,173.00	-22,357,678.29	-12,056,377.41	14
2025	1,301,587,851.29	1,279,230,173.00	-22,357,678.29	-11,536,099.33	15
2026	216,931,308.55	1,279,230,173.00	1,062,298,864.45	524,470,606.32	16
2027	3,824,160,000.00	1,279,230,173.00	-2,544,929,827.00	-1,202,243,396.12	17
2028	104,160,000.00	1,279,230,173.00	1,175,070,173.00	531,156,552.38	18
2029	104,160,000.00	1,279,230,173.00	1,175,070,173.00	508,235,147.24	19
2030	104,160,000.00	1,279,230,173.00	1,175,070,173.00	486,302,887.04	20
2031	104,160,000.00	1,279,230,173.00	1,175,070,173.00	465,317,086.44	21
2032	104,160,000.00	1,279,230,173.00	1,175,070,173.00	445,236,902.15	22
2033	104,160,000.00	1,279,230,173.00	1,175,070,173.00	426,023,253.42	23
2034	104,160,000.00	1,279,230,173.00	1,175,070,173.00	407,638,745.98	24
2035	104,160,000.00	1,279,230,173.00	1,175,070,173.00	390,047,599.25	25
2036	104,160,000.00	1,279,230,173.00	1,175,070,173.00	373,215,576.74	26
<b>TOTAL</b>	<b>25,641,600,000.00</b>	<b>31,187,307,762.00</b>	<b>5,545,707,762.00</b>	<b>168,912,168.16</b>	

De la evaluación económica se obtiene una TIR de 4.78%, la cual es superior a la tasa de rendimiento de los CETES a 28 días y un VPN de \$168,912,168.16 pesos. Por lo anterior, se concluye que es rentable destinar recursos para la ejecución del proyecto de prestación de servicios de trenes en la Línea 12 del Sistema.



"2009-2010. Bicentenario de la Independencia y Centenario de la Revolución, en la Ciudad de México"

• PERIODO TOTAL DE EJECUCIÓN

Montos Anuales

Ejercicio Fiscal	Clave Presupuestal S-SB-UR-R-SR-AI-TR-FF-PTDA-OR-DI-DG-PY	Importe (USD c/I.V.A.)
2010	10-PD-ME-27-02-34-1-02-3906-0-1-00-00	37,125,000.00
2011	10-PD-ME-27-02-34-1-02-3906-0-1-00-00	66,907,500.00
2012	10-PD-ME-27-02-34-1-02-3906-0-1-00-00	126,995,000.00
2013	10-PD-ME-27-02-34-1-02-3906-0-1-00-00	136,125,000.00
2014	10-PD-ME-27-02-34-1-02-3906-0-1-00-00	99,000,000.00
2015	10-PD-ME-27-02-34-1-02-3906-0-1-00-00	99,000,000.00
2016	10-PD-ME-27-02-34-1-02-3906-0-1-00-00	107,250,000.00
2017	10-PD-ME-27-02-34-1-02-3906-0-1-00-00	99,000,000.00
2018	10-PD-ME-27-02-34-1-02-3906-0-1-00-00	99,000,000.00
2019	10-PD-ME-27-02-34-1-02-3906-0-1-00-00	99,000,000.00
2020	10-PD-ME-27-02-34-1-02-3906-0-1-00-00	99,000,000.00
2021	10-PD-ME-27-02-34-1-02-3906-0-1-00-00	99,000,000.00
2022	10-PD-ME-27-02-34-1-02-3906-0-1-00-00	107,250,000.00
2023	10-PD-ME-27-02-34-1-02-3906-0-1-00-00	99,000,000.00
2024	10-PD-ME-27-02-34-1-02-3906-0-1-00-00	99,000,000.00
2025	10-PD-ME-27-02-34-1-02-3906-0-1-00-00	99,000,000.00
2026	10-PD-ME-27-02-34-1-02-3906-0-1-00-00	16,500,000.00
<b>Total</b>		<b>1,588,152,500.00</b>

Resultado 27 "El transporte público es eficiente y seguro", Subresultado 02 "La Red de Transporte aumenta su relevancia en la movilidad metropolitana", Actividad Institucional 34 "Mantenimiento al Material Rodante".

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*



"2009-2010. Bicentenario de la Independencia y Centenario de la Revolución, en la Ciudad de México"

• **ACUERDO DEL H. CONSEJO DE ADMINISTRACIÓN.**

Acuerdo No IV-2009-III-16 autorizado en la Cuarta Sesión Ordinaria del mes de diciembre de 2009, del H. Consejo de Administración del STC.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**  
**EL SUBDIRECTOR GENERAL**

*JMS*  
**JUAN CARLOS MERCADO SÁNCHEZ**

c.c.p. Lic. Mario Delgado Carrillo.- Secretario de Finanzas del G.D.F. - Presente.  
c.c.p. Ing. Francisco Bojórquez Hernández.- Director General del STC.- Presente  
c.c.p. Lic. Victoria Rodríguez Ceja.- Directora General de Política Presupuestal del G.D.F.- Presente.  
c.c.p. Lic. Alejandro López Cárdenas.- Director de Finanzas del S.T.C.- Presente.  
c.c.p. Lic. Leonardo de Jesús Mata Ramos.- Gerente de Presupuesto del S.T.C.- Presente.

JCMS/ALC/LJMR/OANTO/GMR/RMS

