El metro es uno de los principales medios de transporte de la Ciudad de México, que tiene más de 40 años transportando millones de personas en sus ya 12 líneas. Resulta interesante conocer más sobre la tecnología, fabricantes y operación de este medio de transporte, especialmente para los fanáticos de los trenes.

El Sistema de Transporte Colectivo Metro (STCM) es un organismo público descentralizado, cuya construcción está a cargo de la Secretaría de Obras y Servicios de la Ciudad de México.

El parque vehicular se conforma por redes de rodadura neumática en diez líneas, y trenes férreos en dos líneas.

Bernardo Quintana Arrioja, ingeniero fundador de la empresa mexicana Ingenieros Civiles y Asociados Sa de CV, hoy Empresas ICA SAB de CV, realizó estudios de un anteproyecto, que posteriormente se convirtió en un proyecto para la construcción de un sistema de transporte masivo en el Distrito Federal, esta propuesta se presentó en 1958 a Ernesto P. Uruchurtu, regente de la Ciudad de México de 1952 a 1966. Ernesto rechazó la propuesta por ser económicamente costosa.

Además, Uruchurtu aconsejó al presidente Adolfo López Materos, negar el proyecto del metro y en su lugar promover más vías rápidas en la ciudad.

En 1961, Quintana realizó una visita a Japón e impulsó dentro del ICA la idea del metro. Cuando Ernesto Uruchurtu renunció a su cargo, Quintana presentó nuevamente el proyecto en el sexenio de Gustavo Díaz Ordaz, sin embargo, el costo elevado del proyecto volvió a obstaculizar la aprobación de la obra. Aún así, Díaz Ordaz aprovechó el acercamiento del presidente francés Charles de Gaulle a Latinoamérica.

El empresario francés, Alex Berger, quien entonces era esposo de la actriz Maía Félix y amigo de Bernardo Quintana, fue mediador entre los gobiernos de México y Francia para obtener el crédito para la realización de la obra.

El gobierno mexicano cubrió el costo de la obra civil, estudios de geotecnia, diseño de

estaciones, entre otros, mientras que el gobierno francés cubrió los gastos de la obra electromecánica.

El proyecto fue llamado *«llave en mano»*, y se realizó por un consorcio entre la Compañía Mexicana de Comercio Exterior, la Cie Francaise d'Importation et d'Exportation y el Banque Nationale de París. Los fondos franceses se pagaron a 30 años con una tasa del 3% anual.

Alfonso Corona del Rosal, entonces regente de la ciudad, logró convencer al presidente Díaz Ordaz de aceptar el proyecto del metro, después de que el alcalde de Montreal le mostrara las técnicas francesas para la construcción, además de conocer el metro de París. Entonces, se optó por utilizar el sistema de rueda neumática, ya que fue el más adecuado para el suelo de la Ciudad de México, debido a que absorbe el impacto de los hundimientos diferenciales y reduce el ruido por golpeteo.

El 29 de abril de 1967, fue publicado en el Diario Oficial de la Federación, el decreto presidencial acerca de la creación del Sistema de Transporte Colectivo, para construir, operar y explotar un tren rápido subterráneo como parte del transporte público del entonces Distrito Federal.

Quintana planeó un programa de construcción titulado *«40 kilómetros de vía de operación en 40 meses de ejecución»,* para lo que trabajó con 38 mil obreros y 800 técnicos, 24 horas, 7 días a la semana.

Debido a la actividad sísmica de la ciudad, se construyeron estructuras flexibles con los sistemas túnel de cajón y el sistema de «muros de Milán». Este sistema está basado en la apertura de zanjas para las paredes del túnel, se cuelan y se dejan fraguar, luego se realiza una excavación entre los dos muros y se cuela el firme del piso, luego la losa. Con esto se previene el riesgo de deslaves del suelo y daños al entorno. También se utilizó un sistema de compensación del peso del suelo desplazado, en el que el túnel debe pesar lo mismo que el volumen de suelo que se sustrajo, basado en el principio de Arquímedes.

Dicha obra tuvo un costo total de $2,530 millones de pesos, de los cuales 1,630 millones

provinieron del crédito francés y 900 millones por parte del Departamento del Distrito Federal.

El 4 de septiembre de 1969, Gustavo Díaz Ordaz y Alfonso Corona del Rosal, inauguraron formalmente el servicio entre las estaciones Chapultepec y Zaragoza. El recorrido inaugural se realizó en un tren construido por la compañía francesa Alsthom, modelo MP-68, que fue decorado con franjas tricolores y el escudo nacional mexicano a los lados.

Un día después, el 5 de septiembre de 1969, a las 5:58 horas, el metro entró en operaciones. Se inauguraron 16 estaciones, con una longitud de 12.660 kilómetros.

Puedes ver la cronología de inauguración de todas las líneas en este enlace.

Parque vehicular

El STCM cuenta con 390 trenes, de los cuales, 321 son de rodadura neumática y 69 de rodadura férrea. El 26% de los trenes cuenta con un sistema de tracción-frenado de tipo electromecánico JH (árbol de levas), el resto cuenta con sistema de tracción-frenado con semiconductores y control electrónico, lo que permite un aumento de fiabilidad y reducción de costos de operación y mantenimiento.

Algunas empresas responsables de la construcción de los trenes son Concarril, Bombardier, Alstom y CAF, que son compañías reconocidas por su experiencia, innovación tecnológica, medidas de seguridad, capacidad y confiabilidad.

Modelo MP-68

El Matériel roulant sur Pneumatiques 1968 es el primer modelo de tren con rodadura neumática del Metro de la CDMX, fue diseñado por la compañía Alstom, en Francia y transportado a México. De los trenes de este modelo que continúan en circulación, 26 fueron rehabilitados en 1993 y circulan por las líneas 1, 5 y B.

Sus características son:

Ancho de vía Ruedas de seguridad: 1,435 mm
Ancho de Vía de las llantas de tracción: 1,993 mm
Voltaje: 750 VCD
Sistema de Tracción: JH
Sistema de Ventilación: Motoventiladores de aluminio
Fabricante: Alstom
Procedencia: Francia
Series Motrices: M0001 A M0120
Interiores: asientos color azul marino y acabados interiores en azul claro.
Monocoup: Campana eléctrica
Pintura de la Carrocería: naranja
Formaciones posibles: 3 vagones M-R-M 6 vagones M-R-N-N-PR-M ó 9 vagones M-R-N-N-PR-N-N-R-M

Donde:

M: Representa a los carros motrices equipados con cabina de conducción y con tracción propia.
N: Representa a los carros motrices que con tracción propia y sin cabina de conducción.
R: Representa a los carros remolques.
PR: Representa al carro remolque central que cuenta con el equipo del sistema de pilotaje automático.

Modelo NM-73

Imagen: Tren modelo CNCF NM-73B rehabilitado por técnicos del STC

El Neumático Mexicano 1973, es el segundo modelo de tren con rodadura neumática del STCM, diseñado y construido por Concarril, hoy Bombardier Transportation México, que aunque fue construido en México, requirió la asistencia técnica de la francesa Alstom.

Sus características son:

Ancho de vía Ruedas de seguridad: 1,435 mm
Ancho de Vía de las llantas de tracción: 1,993 mm
Voltaje Usado por el Tren: 750 Vcd
Sistema de Tracción:JH
Sistema de Ventilación: renovación de aire en los modelos A y con los modelos B y C se dispone de rejillas de ventilación y motoventiladores en el techo
Fabricantes: Alstom, Concarril
Procedencia: México
Series Motrices: NM-73A M0121 al M0142
Series Motrices: NM-73B M0143 al M0198
Series Motrices: NM-73C M0195 al M0196
Series Motrices: NM-73A y NM-73B Rehabilitados por CAF M0551 al M0581

Las plantas de producción de DINA-RENAULT, Concarril y Motor Coach Industries, fueron incorporadas en la Ciudad Sahagun, en el estado de Hidalgo.

Modelo NM-79

El Neumático Mexicano 1979 es el tercer modelo de tren con rodadura neumática, diseñado y construido por Bombardier en México.

A este modelo se le agregaron rejillas y motoventiladores. Además, fue el primer modelo en

tener instalado el pilotaje automático luego del accidente ocurrido en la estación Viaducto en 1975.

Sus características son:

Ancho de vía Ruedas de seguridad: 1,435 mm
Ancho de Via de las llantas de tracción: 1,993 mm
Voltaje Usado por el Tren: 750 VCD
Sistema de Tracción: Chopper
Sistema de Ventilación: Dispone de rejillas de ventilación y motoventiladores en el techo.
Fabricantes: Concarril y Alstom.
Procedencia: México
Series Motrices: M0201 al M0317
Interiores: Asientos color Verde limon y acabados interiores en color amarillo crema
Monocoup: Campana eléctrica
Pintura de la Carrocería: naranja y con la rehabilitación Acabado exterior de color naranja, matizado con color verde limón.
Formaciones posibles: 6 vagones M-R-N-N-PR-M ó 9 vagones M-R-N-N-PR-N-N-R-M

Modelo NC-82

El Neumático Canadiense 1982, es el quinto modelo de tren con rodadura neumática, fabricado por Bombardier Inc. en Canadá.

Sus características son:

Sistema de Tracción: Chopper
Sistema de Ventilación: Dispone de rejillas de ventilación y ventiladores en el techo
Fabricantes: Bombardier
Procedencia: Canadá

Series Motrices: M0318 al M0357
Interiores: Asientos Color Verde y acabados interiores en Blanco y con la rehabilitación Asientos de color rojo y acabados en color amarillo.
Pintura de la carrocería: Naranja y con la rehabilitación naranja con franjas de color azul.

Modelo MP-82

El Matériel roulant sur Pneumátiques 1982, es el cuarto modelo de tren con rodadura neumática, diseñado y construido por Alstom, en Francia.

Estos trenes llegaron a México en 1985 y se pusieron en circulación en las líneas 1,3 y 7.

Luego de 25 años, siguen en servicio, con interior parecido al de los NM-79, y circulando en la línea 8 desde su inauguración en 1994.

Sus características son:

Ancho de vía Ruedas de seguridad: 1,435 mm
Ancho de Vía de las llantas de tracción: 1,993 mm
Voltaje Usado por el Tren: 750 Vcd
Sistema de Tracción: Chopper
Sistema de Ventilación: Dispone de rejillas de ventilación y ventiladores en el techo
Fabricantes: Alsthom – Atlantique
Procedencia: Francia
Series Motrices: M0358 al M0407
Interiores: Asientos Color Verde y acabados interiores en Blanco y con la rehabilitación asientos de color rojo con contorno gris y acabados de color beige
Pintura de la carrocería: Naranja, y con la rehabilitación naranja con arriba franjas de color gris claro grande y abajo rayas gris claro
Formaciones posibles: 6 vagones M-R-N-N-PR-M ó 9 vagones M-R-N-N-PR-N-N-R-M

Modelo NM-83

El Neumático Mexicano 1983 fue diseñado y construido por Concarril (hoy Bombardier Transportation México), en México.



Imagen: Tren NM-83A convertido a NE-92 por la empresa CAF.

Sus características son:

Ancho de vía Ruedas de seguridad: 1,435 mm
Ancho de vía de las llantas de tracción: 1,993 mm
Voltaje Usado por el Tren: 750 VDC
Sistema de Tracción: Chopper
Sistema de Ventilación: Dispone de rejillas de ventilación y ventiladores en el techo.
Fabricantes: Concarril.
Procedencia: México
Series Motrices: NM-83A, M.0408 al M.0469
Series Motrices: NM-83B, M.0470 al M.0519
Interiores: Pintura amarillo verdoso con asientos verdes limón o pistache con acabados color crema o hueso.
Monocoup: Serie A(Advertidor Sonoro Digital) Serie B(Campana eléctrica)
Pintura de la Carrocería: Naranja
Formaciones posibles: 6 vagones M-R-N-N-PR-M ó 9 vagones M-R-N-N-PR-N-N-R-M.

Modelo NE-92

El Neumático Español 1992 fue diseñado y construido por CAF en España. En total son 16 trenes formados por nueve unidades.

Sus características son:

Ancho de vía Ruedas de seguridad: 1,435 mm
Ancho de Vía de las llantas de tracción: 1,993 mm
Voltaje Usado por el Tren: 750 Vcc
Sistema de Tracción: Chopper
Sistema de Ventilación: Dispone de rejillas de ventilación y ventiladores en el techo
Fabricantes: Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles
Procedencia: España
Series Motrices: M0520 al M0550
Interiores: Asientos Color gris oxford y acabados interiores en Blanco
Pintura de la carrocería: Naranja
Monocoup: Campana Electrica
Formaciones posibles: 6 vagones M-R-N-N-PR-M ó 9 vagones M-R-N-N-PR-N-N-R-M

Modelo NM-02

El Neumático Mexicano 2002 fue diseñado y construido por CAF en España, aunque sólo se construyeron 15 trenes por esta empresa y 30 por Bombardier Transportation México.

Este tren se diseñó para las líneas de alta afluencia, ya que los vagones no están separados con puertas como en los modelos anteriores, por lo que es posible que los pasajeros puedan caminar a lo largo de todo el tren.

Sus características son:

Ancho de vía Ruedas de seguridad: 1,435 mm
Ancho de vía de las llantas de tracción: 1,993 mm
Voltaje usado por el tren: 750 VDC
Sistema de tracción: Motores Asíncronos de corriente alterna protegidos electrónicamente contra descargas y variaciones
Sistema de ventilación: Motoventiladores en el techo

Fabricantes: Bombardier Transportation México y CAF
Procedencia: México
Series motrices: M0584 al M0671
Interiores: Asientos tipo banca corrida de acero inoxidable y acabados de color blanco crema
Monocoup: Advertidor sonoro electrónico
Pintura de la carrocería: Pintura blanca con el toque de una franja naranja y partes inferiores pintadas en gris oscuro
Formaciones posibles: 6 vagones M-R-N-N-PR-M 9 vagones M-R-N-N-PR-N-N-R-M

Otras características:

Bocinas de aire
Advertidor sonoro mejorado
Adición de faros halógenos
Luces piloto de puertas
Sistema de frenos antibloqueo
Sistema de aviso de estaciones y recomendaciones
Sistema de control de tránsito por Wi-Fi
Pasillos de interconexión entre vagones
Pintura resistente al vandalismo y grafitti

Modelo FM-86

El Férreo Mexicano 1986 fue el primer tren de rodadura férrea, construido por Concarril (Bombardier), en México.

En estos trenes, la alimentación es por catenaria, con 750 VCD. La toma de alimentación se realiza por un mecanismo de pantógrafo, con un patín de rozamiento de carbón. Las ruedas son de acero forjado y realizan la misma función de guiado y transmiten los esfuerzos de tracción-frenado.

La carretilla cuenta con un sistema de frenos de disco en cada eje, en ambas caras del disco actúan las guarniciones de frenado de tipo semimetálico, funcionando con aire comprimido.

Sus características son:

De diseño
Acabado exterior de color blanco, con franjas color naranja.
Acabado interior de color azul-azul crema
Aviso de cierre de puertas sonoro
Asientos en color azul
Puertas de acceso eléctricas, de doble hoja de aluminio y accionamiento NE, con barras verticales de caucho entre las puertas
Sistema de palancas de alarma en caso de peligro
Sistema de ventilación (motoventiladores de aluminio), exterior formado de una base de cinco aros de aluminio de color negro

De construcción

Alimentación: 750 VCD
Altura de piso: 1 140 mm
Altura del vehículo: 3 840 mm
Ancho de vía: 1 435 mm
Anchura exterior: 2 800 mm
Capacidad: 1100 personas como máximo
Estructura de caja: Aluminio
Longitud: 110 m.
Paso libre de puertas: 1,5 m. de ancho por 1,9 m. de altura
Puertas por costado: 28 (4 por coche)
Aceleración servicio (m/s²): 1,2
Deceleración emergencia (m/s²): 1,3
Deceleración servicio (m/s²): 1,1
Plazas de pie por tren (6p/m²): 1,045

Potencia total: 4 065 kW
Potencia total de tracción: 3 400 kW
Total plazas: 1 471
Velocidad máxima: 70 km/h
Velocidad máxima de servicio: 60 km/h

Modelo FM-95

El Férreo Mexicano 1995 es el segundo modelo de tren con rodadura férrea del STCM, diseñado y construido por Bombardier Transportation México y CAF, en México.

Sus características son:

De diseño

Acabado exterior de color azul, con franjas color naranja.
Acabado interior de color azul-aguamarina
Aviso de cierre de puertas sonoro
Filas de seis asientos, color aguamarina en exterior y color azul celeste en interior, coderas entre los extremos de la fila, de color azul celeste.
Puertas de acceso eléctricas, de doble hoja de aluminio y accionamiento NE, con barras verticales de caucho entre las puertas
Sistema de aviso de estaciones y cierre de puertas.
Sistema de control y supervisión (vigilancia)
Sistema de palancas de alarma en caso de peligro
Sistema de pantallas eléctricas para diferentes avisos a usuarios
Sistema de sujeción para los usuarios más extenso
Sistema de ventilación (motoventiladores de aluminio), exterior formado de una base de cinco aros de aluminio de color aguamarina

De construcción

Alimentación: 750 VCD
Altura de piso: 1 140 mm
Altura del vehículo: 3 840 mm
Ancho de vía: 1 435 mm
Anchura exterior: 2 800 mm
Composición: Seis coches: FM-FR-FN-FN-FPR-FM
Capacidad: 1360 personas como máximo
Estructura de caja: Aluminio
Longitud: 110 m.
Paso libre de puertas: 1,5 m. de ancho por 1,9 m. de altura
Puertas por costado: 28 (4 por coche)
Aceleración servicio (m/s²): 1,2
Deceleración emergencia (m/s²): 1,3
Deceleración servicio (m/s²): 1,1
Plazas de pie por tren (6p/m²): 1,045
Potencia total: 4 065 kW
Potencia total de tracción: 3 400 kW
Total plazas: 1 471
Velocidad máxima: 85 km/h (52.8 Mph)
Velocidad máxima de servicio: 80 km/h (49,7 Mph)

Modelo FE-07

El Férreo Español 2007 es el tercer modelo de tren con rodadura férrea del STCM, diseñado y construido por CAF, en España.

Cada vagón está soportado por dos bogies o carretillas tipo férreo, cada una consta de dos ejes cuyos extremos están fijos sobre dos ruedas metálicas. Los vagones están

interconectados como en el modelo NM-02.

Sus características son:

De diseño

Acabado exterior de color naranja, matizado con color verde limón
Acabado interior de color blanco-crema
Aire acondicionado en cabina
Aviso de cierre de puertas sonoro y con luces automáticas en la parte superior de cada entrada
Filas de seis asientos, color verde esmeralda en exterior y color verde limón en interior, coderas entre los extremos de la fila, de color verde esmeralda.
Iluminación en ambos costados del vagón y en la interconexión entre los mismos
Interconexión entre coches para mayor comodidad y confort de los usuarios
Puertas de acceso eléctricas, de doble hoja de aluminio y accionamiento NE, con barras verticales de caucho entre las puertas
Pintura resistente al vandalismo
Registrador de tren
Sistema de aviso de estaciones y cierre de puertas.
Sistema de control y supervisión (vigilancia)
Sistema de palancas de alarma en caso de peligro
Sistema de sujeción para los usuarios más extenso.
Sistema de ventilación (motoventiladores de aluminio), exterior formado de una base de cinco aros de aluminio de color crema
Sistema Wi-Fi de comunicación tren-tierra

De construcción

Alimentación: 750 VCD
Altura de piso: 1 140 mm
Altura del vehículo: 3 840 mm

Ancho de vía: 1 435 mm
Anchura exterior: 2 500 mm
Composición: Nueve coches: FM-FR-FN-FN-FPR-FN-FN-FR-FM
Capacidad: 1750 personas como máximo
Estructura de caja: Aluminio
Longitud: 160 m.
Paso libre de puertas: 1,3 m. de ancho por 1,9 m. de altura
Puertas por costado: 28 (4 por coche)
Aceleración servicio (m/s²): 1,2
Deceleración emergencia (m/s²): 1,3
Deceleración servicio (m/s²): 1,1
Plazas de pie por tren (6p/m²): 1,139
Plazas sentadas por unidad de tren: 332 + 4PMR
Potencia total: 4 065 kW
Potencia total de tracción: 3 400 kW (régimen continuo)
Total plazas: 1 471
Velocidad máxima: 85 km/h (52.8 mph)
Velocidad máxima de servicio: 80 km/h (49,7 mph)

Modelo FE-10

El Férreo Español 2010 es el cuarto modelo de tren con rodadura férrea del STCM, diseñado y construido por CAF, en España. La alimentación de este modelo es por catenaria, con 1,500 VCD.

Sus características son:

De diseño

Acabado exterior de color naranja, matizado con color verde limón

Acabado interior de color blanco-crema
Aire acondicionado en cabina
Aviso de cierre de puertas sonoro y con luces automáticas en la parte superior de cada entrada
CCTV: sistema de video vigilancia
Filas de siete asientos y de tres asientos en tres extremos del vagón, color azul marino en exterior y color oro en interior, coderas entre los extremos de la fila, de color azul marino.
Iluminación al 100% en ambos costados del vagón y en la interconexión entre los mismos
Interconexión entre coches para mayor comodidad y confort de los usuarios
LEDs de color verde que indican las puertas que se abrirán al aproximarse a la siguiente estación
Puertas de acceso eléctricas, de doble hoja de aluminio y accionamiento NE, con barras verticales de caucho entre las puertas
Pintura resistente al vandalismo
Radiotelefonía TETRA
Registrador de tren
Sistema de aviso de estaciones, cierre de puertas, recomendaciones e información a los usuarios
Sistema de control y supervisión
Sistema de palancas de alarma en caso de peligro
Sistema de protección y conducción automática ATP-ATO
Sistema de sujeción para los usuarios más completo y mejor distribuido
Sistema de ventilación (motoventiladores de aluminio), exterior formado de una base de cuatro aros de aluminio de color crema
Sistema de vídeo entretenimiento
Sistema Wi-Fi de comunicación tren-tierra

De construcción

Alimentación: 1 500 VCD
Altura de piso: 1 140 mm
Altura del vehículo: 3.840 mm

Ancho de vía: 1 435 mm
Anchura exterior: 2 800 mm
Composición: Siete coches: FR1-FN1-FN2-FN3-FN4-FN5-FR2
Capacidad: 1900 personas (271 por coche) como máximo
Estructura de caja: Aluminio
Longitud: 140 m.
Paso libre de puertas: 1,3 m. de ancho por 1,9 m. de altura
Puertas por costado: 28 (4 por coche)
Aceleración servicio (m/s²): 1,2
Deceleración emergencia (m/s²): 1,3
Deceleración servicio (m/s²): 1,1
Plazas de pie por tren (6p/m²): 1,139
Plazas sentadas por unidad de tren: 332 + 4PMR
Potencia total: 4 065 kW
Potencia total de tracción: 3 400 kW (régimen continuo)
Total plazas: 1 471
Velocidad máxima: 85 km/h (52.8 Mph)
Velocidad máxima de servicio: 80 km/h (49,7 Mph)

Funcionamiento del tren neumático

Cada bogie o carretilla consta de dos ejes. Cada extremo está fijo por llantas portadoras neumáticas, además de una rueda de seguridad de acero que tiene como finalidad hacer contacto con un riel de seguridad paralelo a la pista de rodamiento para los neumáticos y sostener el peso del carro, asegurando también su permanencia dentro de las vías. En condiciones normales, la rueda de seguridad no hace contacto con el riel, sin embargo, lo hace cuando una rueda neumática sufre una ponchadura.

La carretilla cuenta con cuatro ruedas de guía más pequeñas, que giran en un plano perpendicular al de las portadoras y están fijas en los brazos de las extremidades del chasis de la carretilla. Estas ruedas se apoyan sobre la barra guía y ayudan a mantener el carro en el centro del carril de rodamiento, amortiguando así los movimientos laterales.





Imagenes: Mantenimiento mayor en 2015 (STC)

Funcionamiento del tren férreo

Cada carro está soportado por dos carretillas de tipo férreo, cada una consta de dos ejes con dos ruedas metálicas, mismas que ruedan sobre rieles metálicos tipo ferroviario. Además de soportar la carga del vehículo, las ruedas sirven para el guiado de los trenes y su desplazamiento.

La carretilla cuenta con un sistema de frenos de disco en cada eje, en ambas caras del disco, actúan las guarniciones de frenado del tipo semimetálico.



Cuerpo del carro

Es donde viajan los pasajeros, también llamado caja. Ésta va montada sobre dos carretillas portadoras o bogies. En el caso de los carros motrices, cada boguie va equipado con dos motores de tracción, con un total de cuatro por cada carro motriz. Los bogies de los carros remolque no tienen motor, los carros motrices toman la corriente de la barra guía, de 750 volts, mediante el uso de escobillas, que se sitúan entre las dos ruedas de cada bogie.

Debajo de las cajas de los carros motores, entre los bogies, se encuentran los equipos que regulan el funcionamiento de los motores de tracción. Bajo la caja de los carros remolque se encuentran instalados:

El compresor, que produce el aire a presión para el frenado neumático y el cierre de puertas. El motogenerador, que genera corriente alterna de 250 volts, destinada al alumbrado de los carros. El compresor y el motogenerador trabajan con la corriente de 750 volts,

proporcionada por la motriz N adyacente.
El banco de baterías, que generan corriente de baja tensión (72 volts), para los circuitos de mando del tren.
En el remolque que ocupa la posición intermedia va instalado el captor del pilotaje automático.

Por otro lado, en los trenes férreos, la alimentación es por catenaria, con 750 VCD, similar a la alimentación de los trolebuses.

Características generales del material rodante

Información pública del STCM

Tren neumático

CARRO			
Velocidad comercial:	36 km/h	Peso promedio de carro (N)	
Velocidad máxima:	80 km/h	Peso vacío:	27.8 toneladas
Mantenimiento menor:	Entre 6,000 y 8,000 km	Peso a 4/4 de carga (70kg/PAS):	39.7 toneladas
Mantenimiento mayor:	Remolques cada 400,000 km	Peso promedio de carro (R)	
Altura riel a techo:	3.60 m	Peso vacío:	20.8 toneladas
Altu piso a techo:	2.40 m	Peso a 4/4 de carga (70kg/PAS):	32.7 toneladas
Ancho exterior:	2.50 m	Pasajero sentados (M):	38
Largo motriz con cabina (M):	17.1 m	Pasajero de pie (M):	132
Largo motriz sin cabina (N):	16.2 m	Pasajero sentados (N y R):	39
Largo remolque (R):	16.2 m	Pasajero de pie (N y R):	131
Tipo de frenado:	Reostático (eléctrico) y/o neumático		

Peso promedio de carro (M)			
Peso vacío:	28.9 toneladas		
Peso a 4/4 de carga (70kg/PAS):	40.8 toneladas		
TREN DE 6 CARROS (M-R-N-N-PR-M)			
Largo:	99 m	Pasajero sentados:	232
Peso promedio vacío:	155 Toneladas	Pasajero de pie:	788
Peso promedio a 4/4 de carga (70kg/PAS):	226.4 Toneladas	Total de pasajeros:	1,020
TREN DE 9 CARROS (M-R-N-N-PR-N-N-R-M)			
Largo:	147.6 m	Pasajero sentados:	349
Peso promedio vacío:	231.4 Toneladas	Pasajero de pie:	1,181
Peso promedio a 4/4 de carga (70kg/PAS):	338.5 Toneladas	Total de pasajeros:	1,530

Tren férreo

CARRO	FM	FN	FR	FPR
Longitud Total	16895 mm	15780 mm	15780 mm	15780 mm
Longitud entre el enganche escamoteable y semipermanente	17330 mm	16180 mm	16180 mm	16180 mm
Ancho máximo de la caja	2500 mm	2500 mm	2500 mm	2500 mm
Altura máxima exterior	3900 mm	3900 mm	3900 mm	3900 mm
Altura de operación del pantógrafo	6415 mm	6415 mm		
Altura del hongo del riel al piso	1200 mm	1200 mm	1200 mm	1200 mm
Distancia del centro del bogie a la cara del enganche	3740 mm	2590 mm	2590 mm	2590 mm
Distancia entre centros de bogie	11000 mm	11000 mm	11000 mm	11000 mm
Diámetro de la rueda nueva	860 mm	860 mm	860 mm	860 mm
Altura del hongo del riel a la línea del enganche	980 mm	980 mm	980 mm	980 mm
Capacidad de asientos	36	36	36	36
Capacidad total de carga (número de pasajeros) 4/4	168	174	174	174

Capacidad total de carga (en peso) 4/4	11760 Kg	12180 Kg	12180 Kg	12180 Kg
Peso del carro vacío	26564 Kg	24680 Kg	21116 Kg	21331 Kg
Voltaje nominal de alimentación	750 VCD	750 VCD		
Radio mínimo de curvatura sin acoplamiento	45 m	45 m	45 m	45 m
Radio mínimo de curvatura en vías principales	150 m	150 m	150 m	150 m

FM = Carro Motriz con Cabina
FN = Carro Motriz sin Cabina
FR = Carro Remolque
FPR= Carro Remolque con Pilotaje Automático

DATOS COMPARATIVOS DE LOS TRENES FÉRREOS

CONCEPTO	FM86	FM 95 A
Carros por tren	6	6
Carros motrices por tren	4	4
Carros remolque por tren	2	2
Carros motrices con cabina	2	2
Carros remolque sin cabina	2	2
Formación de carros	M-R-N-N-PR-M	M-R-N-N-PR-M
Tipo de bogie	FERREO	FERREO
Suspensión primaria del bogie	TIPO CHEVRON	TIPO CAMPANA
Bogie motor	TIPO BIMOTOR	TIPO BIMOTOR
Potencia del bogie bimotor	512 kw	306 kw
Ruedas del bogie	DE ACERO TIPO MONOBLOCK	DE ACERO TIPO RESILENTE
Velocidad máxima	100 Km/hr	100 Km/hr
Captación de energía	POR CATENARIA 750 VCC	POR CATENARIA 750 VCC
Alimentación de energía	POR PANTOGRAFO NEUMATICO	POR PANTOGRAFO ELECTRICO
Altura de operación del pantógrafo	6.415 m	6.415 m

Aceleración máxima con tren cargado a ¾c.c.m.	1.0 m/s2	1.0 m/s2
Desaceleración de servicio a ¾ c.c.m.	1.0 m/s2	1.0 m/s2
Desaceleración máxima con el tren cargado a 4/4 c.c.m.	1.27 m/s2	1.27 m/s2
Pendiente máxima superable	2 %	2 %
Radio mínimo de curvatura	45 m	45 m
Sistema de tracción	CHOOPER BASADO EN TIRISTORES	VVVF BASADO EN DE IGBT´S
Motores de tracción	CORRIENTE DIRECTA	ASINCRONOS
Convertidor estático	A PARTIR DE TIRISTORES TIPO GTO	A PARTIR DE TRANSISTORES IGBT
Longitud total del tren de 6 carros	99.080 m	99.380 m
Ancho máximo de la caja	2.50 m	2.50 m
Altura máxima exterior de la caja	3.6 m	3.9 m
Distancia entre centros de bogie	11 m	11 m
Capacidad de asientos	216 plazas	216 plazas
Capacidad total de carga (numero de pasajeros)	1032	1032
Tara (peso del tren vacío)	150,724 kg	144,935 kg
Puertas salón de pasajeros	NEUMATICAS	ELECTRICAS
Piso	LOSETA DE VINIL – ASBESTO	BEE LITE ABRASTOP A PARTIR DE CRITALES DE CUARZO
Alumbrado	24 LAMPARAS FLUORESCENTES POR CARRO	24 LAMPARAS FLUORESCENTES POR CARRO
Ventilación del salón de pasajeros	7 VENTILADORES TIPO AXIAL POR CARRO	5 VENTILADORES TIPO AXIAL
Asientos	DOBLES Y SENCILLO DE ESTRUCTURA METALICA CUBIERTOS CON FIBRA DE VIDRIO	TIPO BANCA DE SEIS PLAZAS A PARTIR DE POLIESTER Y RECUBRIMIENTO CON FIBRA DE VIDRIO
Ventanas	TIPO PERSIANA	TIPO PERSIANA
Interiores	EN PLASTICO RIGIDO LAMINADO	DE POLIESTER

Si te interesa la historia general del metro, puedes acudir al Museo del Metro en la estación Mixcoac, de la línea 12. La entrada es gratuita, el horario es de martes a domingo, de 10:00 a 20:00 horas. Más información.

Galería de fotos

Las siguientes imágenes fueron tomadas del libro *«El metro es de todos»*, que puedes descargar gratis aquí.

Imagen #1: *Rafael Ascencio Flores. Puesto Central de Control y de Línea. Central de Comunicaciones.*

Imagen #2: Taller de mantenimiento

Imagen #3: Roberto Serrano López, talleres de mantenimiento.

Imagen #4: Eduardo Morán Hernández, talleres de mantenimiento