



## Anexo Técnico

### "ADQUISICIÓN DE TROLEBUSES NUEVOS SENCILLOS 12 METROS" (REQUISICIONES 2025)

Fecha de corte: 14 de octubre de 2025

Fecha de liberación: 14 de octubre de 2025

Part. No.	Código/ Part. Presp.	Descripción	Unidad	Cantidad	Req.- Part.
1	8502692 5412	<b>TROLEBÚS NUEVO SENCILLO</b> Trolebuses Nuevos Sencillos (12 metros), alimentación principal de 600 VCD por vía aérea (catenaria), entrada baja, motor de tracción trifásico de corriente alterna, sistema de alimentación secundario a través de banco de baterías para autonomía mínima de 70 km.  Características de acuerdo con lo establecido en la Especificación Técnica No. SIN-DTR-8502692.	PIEZA	18	332/1

#### Requerimientos de Pruebas y Documentación para Valoración Técnica

- 1) El licitante deberá desarrollar en su propuesta técnica las características dimensionales y funcionales de "**Los Trolebuses**" y los equipos asociados ofertados, debiendo incluir la documentación técnica mediante la cual se demuestre que los sistemas, equipos y dispositivos propuestos para la fabricación de "**Los Trolebuses**", cumplen con las características establecidas en la especificación técnica No. SIN-DTR-8502692, debiendo señalar las marcas, modelos, dimensiones, materiales, acabados, etc., para cada sistema, equipo o dispositivo.
- 2) El licitante deberá entregar como parte de su propuesta técnica, un cronograma de ejecución del proyecto en el cual se indique cada etapa del diseño, fabricación, entrega y pruebas para "**Los Trolebuses**", por unidad o por lotes.
- 3) El licitante deberá presentar escrito en hoja membretada de su empresa, debidamente firmado por su representante legal, manifestando bajo protesta de decir verdad, que la oferta presentada corresponde a Trolebuses nuevos.
- 4) El licitante deberá presentar escrito en hoja membretada de su empresa, debidamente firmado por su representante legal, manifestando bajo protesta de decir verdad, la aceptación y compromiso de cumplimiento de lo establecido en el numeral **18.1 GARANTÍA** de la especificación técnica No. SIN-DTR-8502692.



## Anexo Técnico

### "ADQUISICIÓN DE TROLEBUSES NUEVOS SENCILLOS 12 METROS" (REQUISICIONES 2025)

Fecha de corte: 14 de octubre de 2025

Fecha de liberación:

14 de octubre de 2025

- 5) El licitante deberá presentar escrito en hoja membretada de su empresa, debidamente firmado por su representante legal, manifestando bajo protesta de decir verdad, que, en caso de resultar adjudicado, asumirá la responsabilidad de los riesgos derivados de la transportación, seguro y entrega de los bienes, así como los casos que se deriven de dichas acciones tales como, embalaje, empaque, fletes y maniobras de descarga.
- 6) El licitante deberá presentar escrito en hoja membretada de su empresa, debidamente firmado por su representante legal, manifestando bajo protesta de decir verdad, que los representantes del STE tendrán libre acceso a sus instalaciones durante el tiempo de ejecución del contrato, a fin de realizar las inspecciones que juzguen necesarias para cerciorarse que los Trolebuses nuevos sencillos estén conforme a lo establecido en la especificación técnica No. SIN-DTR-8502692.
- 7) El licitante deberá presentar currículum de su empresa y del fabricante de los bienes ofertados, mediante los cuales acredite que cuenta con la experiencia, infraestructura, equipo y personal capacitado en relación con el diseño, fabricación, suministro y servicio postventa de Trolebuses nuevos o de vehículos con características similares, para lo cual, deberá presentar, por lo menos dos contratos, con antigüedad no mayor a cinco años contados a partir de la fecha de presentación de las propuestas técnicas, cuyo objeto consista con el diseño, fabricación, suministro y servicio postventa de Trolebuses o vehículos con características similares.

En el supuesto que El Licitante sea el representante de una marca fabricante extranjera, deberá presentar documento original apostillado, emitido por el fabricante original, mediante el cual se le otorguen derechos de representación, comercialización y/o distribución en México, además contar con el respaldo de la marca en relación con el diseño, fabricación, suministro y servicio postventa de Trolebuses nuevos.

En cualquiera de los casos señalados, Los Licitantes deberán presentar las cartas de satisfacción emitidas por los clientes correspondientes, en los que se señale el número de unidades suministradas, así como las fechas de inicio de operación de las mismas.



## Anexo Técnico

### "ADQUISICIÓN DE TROLEBUSES NUEVOS SENCILLOS 12 METROS" (REQUISICIONES 2025)

Fecha de corte: 14 de octubre de 2025

Fecha de liberación: 14 de octubre de 2025

- 8) El licitante deberá presentar como parte de su propuesta técnica un manifiesto en el cual se indique la **marca y modelo** del equipo de validación (validador) de peaje propuesto, así como el nombre o razón social del Integrador del Sistema de Peaje de quien pretenda obtener los suministros descritos en el numeral **6.5 SISTEMA DE PEAJE**. Asimismo, a efecto de acreditar la capacidad técnica, deberá presentar copia simple de un contrato con el que se demuestre que dicho Integrador se encuentra prestando el servicio de peaje en algún sistema de transporte público a través de la Tarjeta Única de Movilidad Integrada de la Ciudad de México.
- 9) El licitante deberá presentar escrito en hoja membretada de su empresa, debidamente firmado por su representante legal, manifestando bajo protesta de decir verdad que, en caso de resultar adjudicado, entregará al STECDMX los certificados de calidad de los Trolebuses. Estos certificados serán parte de la documentación requerida para la recepción provisional de las unidades.
- 10) El licitante deberá presentar escrito en hoja membretada de su empresa, debidamente firmado por su representante legal, manifestando bajo protesta de decir verdad que, en caso de resultar adjudicado, entregará la constancia de aprobación de la verificación realizada para la obtención del holograma y homologación del Centro de Investigación e Innovación Tecnológica (CIITEC), de conformidad con lo establecido en el numeral **16.4 HOMOLOGACIÓN** de la Especificación Técnica SIN-DTR-8502692.
- 11) El licitante deberá presentar escrito en hoja membretada de su empresa, debidamente firmado por su representante legal, manifestando bajo protesta de decir verdad que, en caso de resultar adjudicado, dará cumplimiento a lo establecido en el numeral **18.4 ÍNDICE DE DISPONIBILIDAD**, de la Especificación Técnica SIN-DTR-8502692.
- 12) El licitante deberá presentar escrito en hoja membretada de su empresa, debidamente firmado por su representante legal, manifestando bajo protesta de decir verdad que, en caso de resultar adjudicado, garantiza la existencia y suministro de refacciones para el mantenimiento de "Los Trolebuses", en México, durante un plazo mínimo de 20 años, contados a partir de la firma del Acta de Recepción Provisional.



## Anexo Técnico

### "ADQUISICIÓN DE TROLEBUSES NUEVOS SENCILLOS 12 METROS" (REQUISICIONES 2025)

Fecha de corte: 14 de octubre de 2025

Fecha de liberación: 14 de octubre de 2025

- 13) La información técnica entregada como soporte técnico, deberá presentarse en idioma español. En caso de que la información del fabricante se encuentre en un idioma diferente al español, deberá presentarse en el idioma de origen, acompañada por su traducción simple al idioma español, misma que deberá incluir invariablemente la traducción de las especificaciones contenidas en el presente anexo técnico y su especificación técnica y, en su caso, los diagramas o planos. La omisión de la citada traducción será motivo de incumplimiento técnico.
- 14) La omisión o discrepancia en cualquiera de los requerimientos solicitados en cada uno de los puntos anteriores, así como los establecidos en la especificación técnica No. SIN-DTR-8502692, será motivo de incumplimiento técnico.

**Elaboró**

Ing. Jorge Luis Carnalla Ortiz

**Subgerente de Investigación y  
Modernización Tecnológica**

**Revisó**

Juan David Montaña Cárdenas

**Gerente de Ingeniería y  
Tecnología**

**Aprobó**

Lic. Luis Fernando Flores  
Madrigal

**Gerente de Mantenimiento de  
Trolebuses**

**Aprobó**

Ing. Martín Elías Mejía

**Gerente de Transportación de  
Trolebuses**

**Aprobó**

Ing. Enrique Mauricio Benítez  
Granillo

**Director Ejecutivo de  
Transportación**



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

## DIRECCIÓN EJECUTIVA DE DESARROLLO TECNOLÓGICO

### GERENCIA DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

#### ESPECIFICACIÓN TÉCNICA NÚMERO

SIN-DTR-8502692

#### "ADQUISICIÓN DE TROLEBUSES NUEVOS SENCILLOS 12 METROS"

Elaboró

Ing. Jorge Luis Carnalla Ortiz

Subgerente de Investigación y  
Modernización Tecnológica

Revisó

Juan David Montaña  
Cárdenas

Gerente de Ingeniería y  
Tecnología

Aprobó

Lic. Luis Fernando Flores  
Madrigal

Gerente de Mantenimiento de  
Trolebuses

Aprobó

Ing. Martín Elías Mejía

Gerente de Traspotación de  
Trolebuses

Aprobó

Ing. Enrique Mauricio Benítez  
Granillo

Director Ejecutivo de  
Traspotación



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

## 1. OBJETIVO

La presente Especificación Técnica tiene como objetivo establecer los requerimientos técnicos de diseño, funcionales y de operación mínimos, que deben cumplir los Trolebuses Nuevos Sencillos (12 metros) **"Los Trolebuses"**, destinados a la prestación del servicio de transporte público de pasajeros en la red de trolebuses que administra el Servicio de Transportes Eléctricos de la Ciudad de México **"STECDMX"**.

## 2. ALCANCE

Definir los aspectos que deberán observar "Las Empresas Participantes" para la elaboración e integración de su propuesta técnica, en la cual se describa de manera detallada, los aspectos de diseño, fabricación, suministro, pruebas y puesta en servicio de **"Los Trolebuses"** ofertados, conforme a lo siguiente:

- Diseño estructural, funcional y de operación de **"Los Trolebuses"** propuestos, con base en los requerimientos establecidos en el presente documento.
- Protocolos de pruebas estructurales, funcionales y de operación, considerando las pruebas de aceptación en fábrica (FAT) y pruebas de aceptación en sitio (SAT), así como el acondicionamiento y recepción de **"Los Trolebuses"** para su puesta en servicio.
- Logística de suministro de **"Los Trolebuses"**, considerando su embarque traslado y entrega en las instalaciones del **"STECDMX"**, ubicadas en Avenida Municipio Libre 402, Colonia San Andrés Tetepilco, Alcaldía de Iztapalapa, C.P. 09440.
- Planes y programas generales propuestos para la capacitación especializada del personal del **"STECDMX"** para la operación y mantenimiento de todos los sistemas y subsistemas que integran **"Los Trolebuses"**, considerando que dicha capacitación de manera preferente deberá impartirse por parte de personal del fabricante del sistema en idioma español.



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

- Programa de mantenimiento preventivo de **"Los Trolebuses"** así como el listado de refacciones y consumibles asociados a los periodos de garantía de cada sistema (lote de refacciones).
- Descripción de los equipos asociados a la adquisición de **"Los Trolebuses"** para su operación y mantenimiento: Equipo de Carga/Descarga de Bancos de Baterías de Litio (1), Unidad Balanceadora de Baterías de Litio (1), Estación de Recarga (1), Equipos de Cómputo (2) y Equipos de Venta y Recarga TVM (2).
- Descripción del proceso de atención a solicitudes de atención por garantía: revisión, diagnóstico y reparación, indicando niveles de escalabilidad, tiempos de atención y el proceso de reparación de notificación.

### 3. DEFINICIONES

Para efectos de la presente especificación técnica se emplearán, salvo se exprese lo contrario, las definiciones contenidas en el capítulo VI "Acrónimos y Glosario" de los Lineamientos Técnicos para Autobuses Eléctricos y Trolebuses para la Ciudad de México, así como las siguientes:

**Los Trolebuses:** Trolebuses sencillos nuevos (12 metros) a adquirir, objeto de la presente especificación técnica.

**Lineamientos:** Lineamientos Técnicos para Autobuses Eléctricos y Trolebuses para la Ciudad de México; documento que se integra a la presente especificación técnica como **Apéndice D**.

- **Red de Trolebuses:** Conjunto de Líneas de Trolebuses administradas por el Servicio de Transportes Eléctricos de la Ciudad de México.
- **STE:** Servicio de Transportes Eléctricos de la Ciudad de México

### 4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES

**"Los Trolebuses"** deberán ser diseñados y fabricados para prestar el servicio de transporte público de pasajeros en zona urbana, alimentados mediante un sistema colector de energía y la integración de un sistema de alimentación eléctrica secundaria (autonomía), que permita su funcionamiento de forma independiente a

*[Handwritten signatures and initials in blue ink]*



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

la alimentación eléctrica que obtiene de la infraestructura de distribución de energía eléctrica (Línea Elevada o Catenaria), para recorrer una distancia mínima de 70 km a su máxima capacidad de carga.

#### 4.1 NORMAS

**"Las Empresas Participantes"** deberán incluir en su propuesta técnica una relación de las normas internacionales, describiendo el campo de aplicación de cada una (aplicación general y/o particular), empleadas para la fabricación de **"Los Trolebuses"**, mediante los cuales se demuestre que cumplen con los estándares de calidad, seguridad y funcionamiento, para el tipo de vehículo y servicio solicitado. Adicionalmente, deberá incluir los informes de pruebas o certificados de calidad emitidos por una entidad acreditada internacionalmente.

#### 4.2 DIMENSIONES, CAPACIDADES Y PESOS

**"Los Trolebuses"** deberán cumplir con las dimensiones, capacidades y pesos señalados en la siguiente tabla, así como las características, especificaciones y funcionalidades descritas en la presente especificación técnica y en su caso, con las referencias técnicas establecidas en **"Los Lineamientos"**.

Descripción	Referencia en Los Lineamientos	Comentarios adicionales
Largo del trolebús	-	12 a 12.5 m
Ancho del trolebús	-	2.5 a 2.6 m
Altura de piso a punto más alto del trolebús	-	3.8 m máx.
Entrevía delantera/trasera	-	1.95/1.8 m mín.
Distancia entre ejes	-	6.1 m $\pm$ 2%
Altura del suelo a piso de habitáculo	-	0.36 m máx. regulable mediante sistema de control de altura
Altura del suelo a la parte más baja del trolebús	-	0.20 m mín.
Radio de giro exterior.	-	12 m máx.
Radio de giro interior.	-	5.3 m máx.



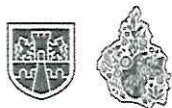
Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

Descripción	Referencia en Los Lineamientos	Comentarios adicionales
Volado delantero	-	55% máx. distancia entre ejes
Volado trasero	-	65% máx. distancia entre ejes
Ángulo de entrada	-	$8^{\circ} \pm 1^{\circ}$
Ángulo de salida	-	$8^{\circ} \pm 1^{\circ}$
Habitáculo (ancho x altura)	Numeral 3.1	2.35 x 2.25 m mín.
Vestíbulo (ancho x largo).	Numeral 3.2.1	0.8 x 1.5 m mín.
Capacidad de pasajeros	-	85 mín.
Capacidad de pasajeros sentados	-	28 mín.
Capacidad de pasajeros de pie	-	57 mín.
Puerta de ascenso en costado derecho (ancho x altura).	Numeral 3.1.4	0.9 x 1.9 m mín.
Puerta de descenso en costado derecho (ancho x altura).	Numeral 3.1.4	1.2 x 1.9 m mín. Ubicada entre ejes
Salidas de emergencia (ancho x altura).	Numerales 3.1.11 y 3.1.11.2	0.95 x 0.80 m mín.
Parabrisas	Numeral 3.1.6	-
Ventanillas (Pasajeros)	Numeral 3.1.5	-
Medallón	-	4 mm mín. de espesor y 75% mínimo de transmitancia
Conductor	-	
Lavaparabrisas.	Numeral 3.1.6.1	-
Limpiaparabrisas.	Numeral 3.1.6.1	-
Sistema desempañante de parabrisas (Defroster).	Numeral 3.1.6.1	-
Sistema de Ventilación Forzada. Habitáculo de conducción	Numeral 3.3.5	- Función de ventilador o extractor - 12-24 Vcd, caudal mínimo 330 m <sup>3</sup> /hora.
Sistema de Ventilación Forzada. Habitáculo de pasajeros		



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

Descripción	Referencia en Los Lineamientos	Comentarios adicionales
		- Trabajo continuo de 14 horas - Descripción en el numeral 5.3 de la presente E.T.
Dispositivos para desplazarse, sujetarse y delimitar zonas.		
Asideras	Numeral 3.1.8	- Fabricados en tubo de acero inoxidable AISI 304 con acabado satinado. Fabricados en lámina de acero galvanizado de 1.8 mm de espesor pintada al color interior del Trolebús.
Pasamanos.	Numeral 3.1.8.1	
Postes.	Numeral 3.1.8.2	
Cubrepiernas	Numeral 3.1.9	
Pasillos.	Numeral 3.1.1	Configuración de asiento individual (der.) y asiento mancuerna (izq.), 0.90 m mín.
Piso.	Numeral 3.1.2	-
Asientos de Pasajeros.	Numeral 3.1.7	-
Botón de timbre.	Numeral 3.1.10	-
Mampara protectora del conductor.	Numeral 3.3.1	-
Asiento del operador.	Numeral 3.3.2	-
Visibilidad del operador.	Numeral 3.3.1 incisos a) y b)	-
Espejos.		



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

Descripción	Referencia en Los Lineamientos	Comentarios adicionales
Retrovisores Exteriores	Numeral 3.3.4.1	- Con montaje provisto de ajuste eléctrico y calefactables.
Retrovisores Interiores	Numeral 3.3.4.2	- Central convexo de 0.290 x 0.90 m mín. - Delantero derecho. Plano de 0.28 a 0.3 m de diámetro. Puerta trasera. Convexo de 0.28 a 0.3 m de diámetro.
Mandos y controles.	Numeral 3.3.3	-
Iluminación Interior.		
Habitáculo de pasajeros	Numeral 3.9.1	A base de tecnología led que no produzca reflejos o deslumbramiento, dispuestas de tal forma que ilumine completamente los accesos a la unidad.
Habitáculo de operador.	Numeral 3.9.1.2	
Iluminación Exterior.		Descripción en el numeral 5.18.3 de la presente E.T.
Sistema Informativo.		Descripción en el numeral 6.1 de la presente E.T.
Sistema de videovigilancia.	Numeral 3.8.1	-

*[Handwritten signature and initials]*



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

Descripción	Referencia en Los Lineamientos	Comentarios adicionales
<b>Estructura.</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Análisis de vibraciones</li><li>- (Distribución de cargas en los ejes)<ul style="list-style-type: none"><li>- (Estanqueidad o impermeabilidad de la carrocería)<ul style="list-style-type: none"><li>- (Flexión)</li><li>- (Levante)</li></ul></li><li>- (Termografía)</li><li>- (Torsión)</li></ul></li><li>- (Vida a la fatiga)<ul style="list-style-type: none"><li>- (Vuelco)</li></ul></li></ul>	-	- Calculada de acuerdo a un método analítico, ya sea por elemento finito o método similar que asegure un cálculo científico y correcto. La estructura deberá soportar los esfuerzos bajo las condiciones y rangos de deformación que a continuación se establecen en la descripción.
<b>Materiales.</b>	<b>Numeral 3.4.1</b>	-
<b>Aislamientos.</b>		
<b>Térmico.</b>	<b>Numeral 3.5.1</b>	
<b>Eléctrico.</b>	<b>Numeral 3.5.2</b>	
<b>Acústico.</b>	-	El nivel de ruido exterior emitido por el vehículo no excederá los 84 dB y se ajustará a la Norma NOM079-ECOL-1994 El nivel de ruido interior (en el habitáculo) no excederá los 80 dB.
<b>Botaguas.</b>	-	Los autobuses deberán estar



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

Descripción	Referencia en Los Lineamientos	Comentarios adicionales
		provistos de canaletas en la parte superior a todo lo largo de los costados y en los marcos de las puertas, las cuales no deberán permitir el escurrimiento de agua por ventanillas y puertas.
Defensas.	-	Deberán sujetarse en la parte delantera y trasera de la estructura del autobús, cubriendo cuando menos el ancho de la unidad y deberán contar con alma de acero resistente a la corrosión.
Dispositivos de Seguridad.		
Alarma de reversa.	Numeral 3.7.2	-
Botiquín.	Numeral 3.6.2	-
Cinturón de seguridad.	Numeral 3.3.2	-
Claxon y sirena de aproximación.	Numeral 3.7.1	-
Columna de dirección.	Numeral 4.1	-
Extintor.	Numeral 3.7.6	-
Triángulo de Seguridad.	-	-
Pasallantas.	Numeral 3.6.3	-
Sistema de Frenos.	Numeral 4.2	-
- Freno de Estacionamiento.		-



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

Descripción	Referencia en Los Lineamientos	Comentarios adicionales
Identificación.	-	Elemento de Identificación en La carrocería que contenga, el nombre del fabricante, modelo del trolebús, fecha de fabricación, número de identificación vehicular (VIN), número de motor, número de chasis y dimensiones (largo x ancho x alto)
Peso vehicular	-	12,500 kg máx.
Capacidad de pasajeros (90 pasajeros 6/m <sup>2</sup> , 70 kg por persona)	-	6,300 Kg
Peso bruto vehicular (6/m <sup>2</sup> )	-	19,500 kg máx.
Llantas	-	Tipo radial 295/80 R22.5 Rin de aluminio
Vida útil	-	20 años mín.

### 4.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE OPERACIÓN

**"Los Trolebuses"** deberán estar diseñados y fabricados para operar bajo las condiciones de la red de Trolebuses de la Ciudad de México, adjuntas en el **Apéndice A** de la presente especificación técnica.



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

#### 4.4 CAPACIDAD

“Los Trolebuses” deberán contar con una capacidad mínima de 85 pasajeros, por lo que se deberá considerar para la elaboración de la propuesta técnica, la distribución de asientos para pasajeros, asientos preferentes, espacios para personas con movilidad limitada, accesibilidad, espacio destinado a la silla de ruedas con su respectivo sistema de fijación y pasajeros de pie.

El diseño estructural, capacidades de carga y distribución de equipos, deberá garantizar la operación de las unidades con una ocupación de hasta **5/4**, conforme a la siguiente relación.

Capacidad de pasajeros	Cantidad
Capacidad (2/4)	42 - 45
Capacidad (3/4)	63 - 67
Capacidad (4/4)	85 - 90
Capacidad (5/4)	105 - 112

#### 4.5 DESEMPEÑO

Descripción	Característica
Velocidad máxima	60 km/h
Velocidad máxima de servicio	50 km/h
Indicador de sobre velocidad (ajustable por software)	50 km/h
Aceleración máxima con carga a 3/4, ajustable desde software.	0.9 m/s <sup>2</sup> de 0 a 20 km/h 1.1 m/s <sup>2</sup> de 21 a 60 km/h
Desaceleración mínima con freno de servicio con carga de (4/4), ajustable desde software.	1.8 m/s <sup>2</sup>
Pendiente superable	12 % min.
Tiempo de operación mínimo ininterrumpido	20 horas

*[Handwritten signature]*  
*6* *1*

*B*



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

## 4.6 DISTRIBUCIÓN DE PESO

La ubicación de los equipos y la proyección de ubicación de usuarios deberá realizarse de tal forma que se obtenga una distribución equilibrada de los pesos en el trolebús, que permita fluidez de circulación de pasajeros al interior de la unidad, para lo cual deberá presentar como parte de su propuesta técnica, el plano de la ubicación y distribución de equipos que se integran en **"Los Trolebuses"**, así como el análisis para la disposición de espacios para pasajeros y repartición de pesos respecto a los puntos de carga (ejes).

## 5. DESCRIPCIÓN FUNCIONAL

El diseño y fabricación de **"Los Trolebuses"** deberá indicar las normas internacionales empleadas de acuerdo a las funcionalidades a continuación descritas:

### 5.1 PUERTAS DE ASCENSO Y DESCENSO

El sistema de puertas de ascenso y descenso deberá estar diseñado y construido de conformidad con lo especificado en el Numeral 3.1.4 de **"Los Lineamientos"**, así como considerar los siguientes aspectos de diseño:

- La apertura y cierre de puertas se comandará desde el habitáculo de conducción. Este sistema deberá estar diseñado para garantizar que, al comandar el cierre de las puertas desde el habitáculo de conducción, se alerte a los usuarios mediante el empleo de señalizaciones ópticas y auditivas, y se efectúe el cierre de puertas 5 segundos después del accionamiento por parte del conductor.
- Estará provisto de un dispositivo que permita la apertura y cierre de la puerta delantera por el exterior, ubicado preferentemente en la parte interior de la mascarilla frontal.
- Accionamiento manual de puertas en caso de falla de los sistemas de control y/o de operación, para lo cual, en las puertas de ascenso y descenso se deberá instalar un dispositivo (válvula) de fácil accionamiento para los pasajeros, con instrucciones precisas para su liberación de forma manual en caso de emergencia y con un diseño tal que inhiba su accionamiento de forma accidental.



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

## 5.2 RAMPA DE ACCESO PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD Y MOVILIDAD LIMITADA

La rampa de acceso para personas con discapacidad y movilidad limitada, deberá estar diseñada y construida de conformidad con lo especificado en el Numeral 3.2.2 de **"Los Lineamientos"**. Asimismo, se deberá considerar la integración de los equipos, accesorios y dispositivos de señalización visual y auditiva para personas con discapacidad de conformidad con el Numeral 3.2.6 de **"Los Lineamientos"**.

## 5.3 SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA

El diseño de **"Los Trolebuses"** contará con un sistema de ventilación forzada para el habitáculo de conducción y otro para el habitáculo de pasajeros. Estos sistemas serán de operación independiente mediante interruptor de accionamiento desde el puesto del operador.

Ventilación de habitáculo de operación:

- Ventilador eléctrico de velocidad variable.
- Instalación en el revestimiento interior de la cabina del operador.
- Control de mando en el tablero de instrumentos y controles.

Ventilación de habitáculo de pasajeros

- Instalación de mínimo 8 ventiladores de forma uniforme a lo largo de toda la unidad.
- Función de ventilador y extractor a través de ductos individuales provistos de mecanismos de filtración de partículas de polvo.
- Instalación de difusores que aseguren el flujo uniforme de aire.
- Acabado de acuerdo con el interior del habitáculo.

La fabricación de dichos equipos deberá considerar el uso de componentes aptos para uso en transporte de pasajeros, así como estar constituidos por materiales con propiedades autoextinguibles.

*[Firma manuscrita]*  
*[Iniciales LB]*



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

#### 5.4 VENTANILLAS

Las dimensiones y disposición de las ventanillas deberán estar de conformidad con las especificaciones del Numeral 3.1.5 de **"Los Lineamientos"**.

#### 5.5 DISPOSITIVOS PARA DESPLAZARSE, SUJETARSE Y DELIMITAR ZONAS

El diseño y fabricación de los pasamanos, asideras y postes deberá cumplir con lo establecido en los numerales 3.1.8, 3.1.8.1, 3.1.8.2 y 3.1.9 de **"Los Lineamientos"**.

El anclaje y/o fijación de estos elementos deberá realizarse directamente a la estructura del trolebús con tornillería de acero inoxidable, con especificaciones de acuerdo a normas ISO con cabeza de seguridad para evitar que los pasajeros manipulen su anclaje. Las piezas de unión deberán ser fabricadas en acero inoxidable con acabado pulido satinado asegurando que se encuentren eléctricamente aislados de la carrocería, por lo que podrán contar con un recubrimiento de uso rudo para cubrir las zonas de contacto directo con los pasajeros y operador, con un tiempo de vida útil de 20 años, el cual deberá garantizar la rigidez dieléctrica y la seguridad de los pasajeros ante vibraciones y esfuerzos mecánicos.

#### 5.6 VESTÍBULO

Los vehículos deberán contar con un vestíbulo o espacio múltiple frente a la puerta de descenso, habilitado para el uso de una persona usuaria de silla de ruedas como mínimo y con posibilidad de alojar personas usuarias con carriolas.

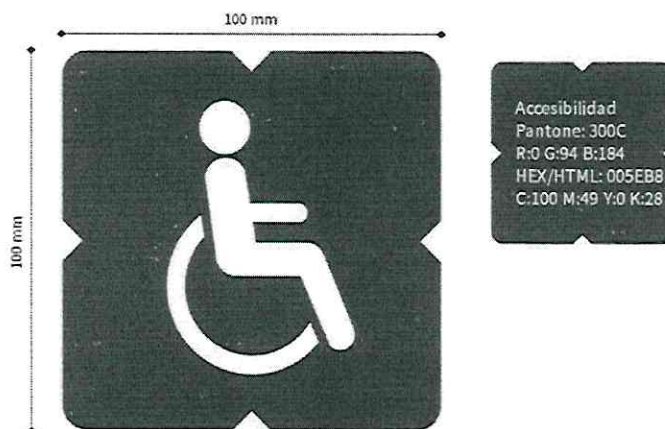
El diseño y dimensión de los vestíbulos deberá estar de conformidad con el Numeral 3.2.1 de **"Los Lineamientos"**.

Adicionalmente, contará con un timbre y señalización de accesibilidad "Espacio reservado para personas con discapacidad en silla de ruedas" Figura 1, el piso será de color azul Pantone 300C.



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

Figura 1. Señalización "Espacio Reservado"



## 5.7 TIMBRES

El diseño e instalación de los botones de aviso de parada deberá estar en conformidad con en el Numeral 3.1.10 de **"Los Lineamientos"** considerando la instalación mínima, de forma uniforme a lo largo de la unidad, de 10 botones de timbre para aviso de parada.

## 5.8 ASIENTOS DE PASAJEROS

### 5.8.1 DISTRIBUCIÓN

La distribución de asientos en el habitáculo deberá facilitar la circulación de los usuarios a lo largo del pasillo entre las puertas de ascenso y descenso al interior de **"Los Trolebuses"**, por lo que deberá considerar la disposición de una fila de asientos tipo mancuerna en el costado izquierdo y una fila de asientos sencillos en el costado derecho, preferentemente orientados con el frente hacia la parte delantera de la unidad.

La distribución deberá considerar la diferenciación de asientos reservados para mujeres y para personas con discapacidad y movilidad limitada mediante el empleo de conchas de distinto color de conformidad con la siguiente clasificación.



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

Tipo de asiento	Cantidad de asientos	Color
General	Mínimo 10	Gris
Reservado para mujeres	13	Rosa
Reservado para personas con discapacidad	5	Azul pantone 294C
La distribución final de asientos se aprobará de manera conjunta con el "STECDMX". El Licitante Adjudicado deberá enviar la propuesta de distribución final para aprobación del STECDMX, previo a la instalación definitiva.		

### 5.8.2 SEÑALIZACIÓN

Se deberá realizar la identificación tanto de los asientos como del espacio reservado para personas con silla de ruedas, mediante el empleo de pictogramas (3 por cada unidad), la ubicación será definida con conjunto con el "STECDMX" previo a la colocación definitiva.

Fig. 2 Señalización "Prioridad de uso"



Cada trolebús dispondrá de un asiento para personas con discapacidad visual, éste deberá contar con espacio aislado para perro guía, con dimensiones equivalente al espacio que ocupa un asiento individual (700 X 440 mm). En la proximidad de este asiento se dispondrá de la señalización de accesibilidad "Espacio reservado" (Figura 3), y una placa con dimensiones mínimas de 185 mm X 90 mm (Figura 4) indicando con grabados en braille la siguiente información:

- Asiento reservado.
- Trolebús No. XXXX. Por definir.
- Emergencia Locatel 5556581111

Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

Fig. 3 Señalización "Espacio reservado"

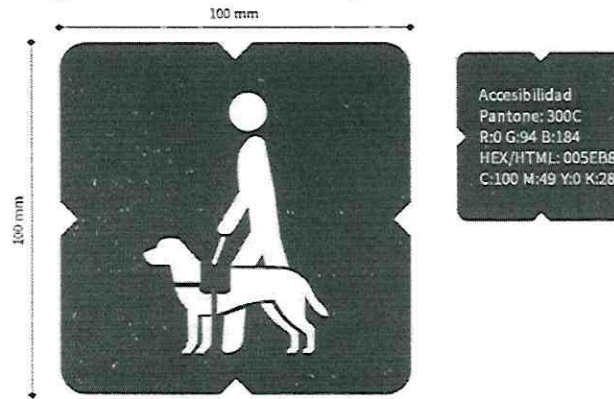
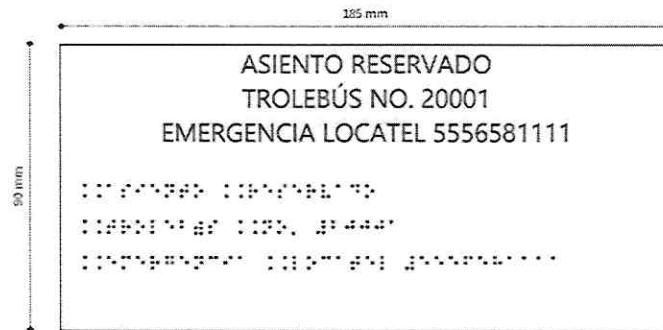


Fig. 4 Placa de señalización "Espacio reservado"



Para mejor referencia, en el **Apéndice E "Ubicación de Pictografía"** de la presente especificación técnica se indica la ubicación de la señalización dentro de los Trolebuses, no omitiendo que previo a la colocación definitiva se deberá realizar la revisión y aprobación con personal del STECDMX.

### 5.8.3 MATERIALES EMPLEADOS

Los materiales utilizados en los asientos deberán ser ignífugos, autoextinguibles o retardantes a la flama, así como resistentes a deformaciones físicas provenientes de calor, humedad, corrosión y rayos solares de acuerdo con las normas FMVSS 302, ECE R 1187 o equivalente. El anclaje de los asientos a la estructura del Trolebús deberá realizarse mediante tornillería de acero inoxidable o con acabado electrolítico (anticorrosión) con dimensiones de acuerdo a las normas ISO grado 8.8, con cabeza hexagonal.





Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

#### 5.8.4 DIMENSIONES

Las dimensiones de los asientos deberán estar de conformidad con el Numeral 3.1.7 de "Los Lineamientos".

#### 5.9 PISO

El piso estará constituido en toda la superficie por paneles de Plymetal o material similar, con propiedades de retardante a la flama, libre de cavidades internas, con tratamiento resistente a la humedad, podredumbre y moho en sus dos caras, cantos y barrenos, incluyendo al sellador (recubrimiento y accesorios), con las dimensiones adecuadas para diseño del trolebús.

El piso de "Los Trolebuses" deberá contar con un recubrimiento a base de linóleoum con un espesor mínimo de 3 mm de conformidad con los colores descritos a continuación:

- Zona de pasillos y tránsito de pasajeros - Color gris claro.
- Zona para la silla de ruedas – Señalización indicada en la Fig. 5.
- Zona de estribos, y restricción de pasajeros de pie - Color amarillo Pantone 114C

Su instalación deberá ser continua y en donde sea posible de una sola pieza, permitiendo su intercambiabilidad en las áreas de mayor tránsito (pasillo y vestíbulo), sin que esto implique desmontar asientos u otros elementos.

El linóleoum deberá ser antiderrapante y de fácil limpieza, ignífugo, hidrófugo y deberá garantizar una vida promedio de por lo menos 6 años de uso para tráfico pesado, debiendo cumplir con las siguientes características y normas:

NORMA	ESPECIFICACIÓN
ASTM D-635	Combustibilidad
ASTM D-2115	Estabilidad térmica
NMX C-114 - 82	Estabilidad dimensional
NMX C-124 - 1983	Resistencia a los solventes
ASTM D-1308	Resistencia a las manchas
DIN 51961	Resistencia a la quemadura de cigarro
ASTM D-3389 Y ASTM D-4060	Resistencia a la abrasión

Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

La unión de las piezas adyacentes se realizará mediante adhesivo poliamida epóxico para garantizar la estanqueidad de las juntas. En todo el contorno del linóleo, así como en las bases para asientos y demás equipos según diseño, se deberá aplicar una impregnación de BETASEAL 43533 y BETASEAL 57302 como sello entre piso y la estructura.

El piso relacionado con el vestíbulo destinado para personas en silla de ruedas deberá contar con la siguiente señalización:

Fig. 5 Señalización "Espacio reservado"



## 5.10 REVESTIMIENTO INTERIOR (FORROS)

La preparación del revestimiento interior del habitáculo deberá ser armonioso y funcional, mediante el empleo de materiales resistentes al vandalismo (penetración de grafitis y al scrashgrafi), al desgaste, al envejecimiento (radiación ultravioleta) y al fuego. El color del revestimiento interior será definido en conjunto con el "STECDMX" y su instalación será libre de relieves para facilitar su limpieza.

Los materiales empleados en la construcción del interior de los Trolebuses deberán cumplir como mínimo con alguna de las siguientes normas de referencia:

NORMA UTILIZADA	ESPECIFICACIÓN
UNE 45545	Calificación M2-F2, Comportamiento al fuego y emisión de humos.
FMVSS 302	Prueba de resistencia al fuego



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

Adicional a lo establecido en el Numeral 3.4.2 de "Los Lineamientos" se deberán considerar los siguientes aspectos:

- Cuando se encuentren uniones entre los paneles del revestimiento interior, estas deberán realizarse de forma que no se produzcan grietas ni deformaciones en los mismos.
- El decorado se realizará de tal forma que los registros necesarios para conservar y reparar los elementos que así lo requieran, sean de fácil acceso, sin que sea preciso grandes desmontajes.
- Para los elementos auxiliares y de vestidura tales como ventanas, asientos, ornamentos, luminarias, ventilación, etc., la unificación debe ser total garantizando su intercambiabilidad.
- Los materiales a emplear en el interior serán resistentes a la corrosión, ignífugos, retardantes a la flama y autoextinguibles.
- Dentro de este revestimiento debe quedar comprendida la preparación para que se integren las luminarias al techo, asimismo, tendrá un espacio entre la parte superior de ventanas y el toldo.
- El número de tornillos aparentes será mínimo, los que subsistan serán de acero inoxidable con cuerda milimétrica según la norma AISI 304/316, se deberá considerar dotarlos de un acabado adecuado a la decoración interior, que resista las condiciones climatológicas de la Ciudad de México. Estos serán de uso frecuente y del tipo imperdible.
- Los accesos a los aparatos tales como mecanismos de puertas, serán contruidos y articulados con materiales robustos que garanticen el uso rudo de estos y asegurados con cerradura de cuadro de 8mm tipo pestillo con un indicador de posición de apertura/cierre.

## 5.11 MAMPARA PROTECTORA DEL OPERADOR

Los trolebuses estarán equipados con una mampara protectora en el habitáculo de conducción, conformada por un marco tubular y por material transparente (acrílico o cristal templado) con un espesor mínimo de 5 mm, los cuales deberán contar con propiedades ignífugas, resistentes a solventes, con estabilidad dimensional, no generadores de gases tóxicos y humos negros, así como de fácil limpieza. El tono y acabado será conforme al interior general de la unidad.

En el ensamble y fijación de este elemento se utilizará el mínimo de tornillería, la que subsista será de acero inoxidable AISI 304/316, con cuerda milimétrica y



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

quedará oculta en los elementos del ensamble, se deberá considerar dotarlos de un acabado adecuado a la decoración interior, que resista las condiciones climatológicas de la Ciudad de México. Estos serán con cabezas de estampado cruciforme y para los casos de tornillos de uso frecuentes se utilizarán del tipo imperdible.

Su diseño, disposición y los materiales de fabricación garantizarán al operador acceder al habitáculo de conducción de una manera fácil, ajustar el asiento de conducción y controlar los elementos de conducción de forma libre sin interferencias, limitar el área del operador mediante una puerta y mantener visibilidad hacia la parte posterior de la unidad mediante la ayuda del espejo retrovisor interior.

Las dimensiones de la mampara deberán de estar de conformidad con el Numeral 3.3.1 de **"Los Lineamientos"**.

## 5.12 ASIENTO DEL OPERADOR

El asiento del operador deberá estar constituido con materiales retardantes a la flama, libre de cavidades internas, con tratamiento resistente a la humedad, podredumbre y moho, las partes metálicas deberán estar recubiertas con algún sistema de pintura (primario cromato de zinc y pintura acorde a los acabados interiores) que evite la corrosión.

Deberá estar equipado con un cinturón de seguridad de 3 puntos anclado a la estructura de la carrocería y de sistema de suspensión para reducir movimientos verticales, con amortiguador para controlar movimientos horizontales en 4 direcciones, atrás-adelante, izquierda-derecha, y con elementos para minimizar las vibraciones.

## 5.13 MANDOS Y CONTROLES

Posibilitarán al operador el accionamiento de las funcionalidades de **"Los Trolebuses"** de manera cómoda y sin interferir con la visibilidad tanto al exterior como al interior de la unidad.

Todos los mandos y controles estarán al alcance de la mano del operador de conformidad con lo descrito en la práctica recomendada por SAE J287 "Driver Hand Control Reach".

*[Handwritten signatures and initials in blue ink]*



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

Como parte de los mandos y controles, el área del operador debe incorporar un selector de marcha de tres posiciones: adelante, neutro y reversa. Este selector debe contar con un seguro que evite cambiar de una posición a otra cuando la unidad se encuentre en movimiento.

Las dimensiones y disposición de los mandos y controles deberán estar de conformidad con el Numeral 3.3.3.1 de **"Los Lineamientos"**.

## 5.14 TABLERO DE INSTRUMENTOS Y CONTROLES

**"Los Trolebuses"** en su habitáculo de conducción deberán estar equipados con diferentes instrumentos de control, indicación, medición y aviso sobre las condiciones de operación, los cuales deberán localizarse al frente del volante de dirección, instalados en un tablero de instrumentos de forma ergonómica, cuyo diseño, posición, instalación y dimensiones garantizará la máxima visibilidad del operador hacia el exterior de la unidad.

Su diseño deberá garantizar que no se presenten reflejos que dificulten o impidan la lectura de los instrumentos, asimismo, será hermético y de fácil limpieza. Su geometría evitará la presencia de hendiduras o lugares donde se acumule basura y polvo, y proporcionará el espacio suficiente y adecuado para que el operador pueda accionar los pedales sin obstrucción o restricción.

El diseño del tablero considerará la utilización de puertas de registro (tolvas o tapas) para su mantenimiento, sin afectar la visibilidad, accesibilidad y confort. Dichas puertas cerrarán herméticamente, para evitar que cables o instrumentos interfieran con el movimiento de los pies del operador. Asimismo, contará con el soporte adecuado para colocar la conexión de la interfaz (CANBUS) con la computadora de diagnóstico.

Para el caso que, por diseño se requiera emplear tableros adicionales laterales, estos deberán estar alineados con el costado y a la misma distancia de acuerdo al diseño.

El tablero contará con un interruptor general corta corriente, de manera que ningún componente de tablero, ya sea testigo, interruptor, instrumento, pantalla, computadora de viaje o telemática, funcione o consuma energía de las baterías, a excepción de los dispositivos de apertura de puerta delantera, tanto el que se ubica en el tablero como el del exterior de la unidad.



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

## 5.15 INDICADORES

El tablero de instrumentos integrará indicadores cuantitativos y cualitativos, los cuales tendrán como finalidad informar, hacer notar y/o demostrar el estado de funcionamiento de algún componente, sistema o circunstancia de la unidad, mediante señales visuales y/o acústicas.

Para la integración de estos indicadores, se empleará tecnología analógica para la detección de estados y se considerará el empleo de un display electrónico y un código de colores para dar a conocer las condiciones de la unidad y visualizar la información en el tablero, con indicadores en color verde para condiciones de operación normal, rojo para condiciones de mal funcionamiento, azul para activación de luces altas, etc.

Los indicadores analógicos, luminosos y acústicos que, de forma mínima se deberán integrar en el tablero de Instrumentos, se listan a continuación:

Descripción	Señal
Velocímetro. SAE J678 "Speedometer and tachometer - Automotive".	(km/h)
Tacómetro (Motor Eléctrico).	rpm
Odómetro.	km
Voltímetro de baja tensión (batería de arranque).	Vcd
Amperímetro para medir la corriente del motor de tracción.	A
Manómetro de presión de aire en el sistema neumático de equilibrio.	bar / psi
Carga de baterías.	%
Selector de marcha (luminoso).	Visual en color
Falla del equilibrio del sistema baterías	Visual en color rojo y acústica.
Sobrecorriente	Visual continua en color rojo.
Baja tensión de línea	Visual continua en color rojo.
Carrocería energizada /Nivel de aislamiento de la carrocería	Visual intermitente en color rojo y acústica.
Puertas abiertas	Visual continua en color rojo y acústica.
Accionamiento de timbre para descenso	Visual intermitente en color rojo.



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

Cinturón de operador	Visual intermitente en color rojo.
Falla de freno o baja presión de aire	Visual intermitente en color rojo.
Freno de estacionamiento	Visual continua en color rojo.
Luces altas	Visual continua en color azul.
Intermitentes	Visual intermitente en color verde.
Direccionales	Visual intermitente en color verde.
Marcha con batería de respaldo	Visual intermitente en color verde.
Nivel bajo de baterías de respaldo	Visual intermitente en color rojo.
Falla en baterías de respaldo	Visual intermitente en color rojo.

### 5.15.1 INTERRUPTORES Y/O VÁLVULAS

Para el encendido y preparación de cada Trolebús, se deberá considerar la integración de interruptores para el control de las funcionalidades de cada unidad.

Los interruptores y botones pulsadores deberán ser de uso rudo, para uso automotriz, confiable, de fácil mantenimiento y marcado de manera distintiva de acuerdo a su funcionalidad para evitar confusiones con otros controles.

El tablero de instrumentos deberá integrar por lo menos los controles que a continuación se relacionan:

Funcionalidad	Tipo de interruptor
Arranque y paro general de la unidad.	Tipo tecla.
Selector de marchas	Tipo botonera.
Cambio de luces altas y bajas	Mediante palanca de direccionales.
Luces direccionales	Tipo palanca, ubicado en el costado izquierdo del volante. Después de efectuada la maniobra el interruptor volverá a su posición de apagado.
Luces intermitentes	Tipo tecla, en un lugar visible en el tablero de instrumentos, con testigo luminoso en el tablero.
Luces interiores circuito 1	Tipo tecla.
Luces interiores circuito 2	Tipo tecla.



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

Luz de habitáculo de operación	Tipo tecla.
Luces cenitales	Tipo tecla con testigo luminoso en tablero de instrumentos
Luces exteriores	Tipo tecla con testigo luminoso en tablero, incluyendo cuartos, gálibos identificación y el letrero de ruta
Claxon	Tipo pulsador, ubicado en la masa del volante.
Sirena de aproximación	Tipo pulsador, preferentemente de dos tonos, uno de campanilla para ciclistas y otro para peatones
Limpiaparabrisas	Tipo palanca ubicado en la columna de dirección.
Lavaparabrisas	Tipo pulsador normalmente abierto, en conjunto con el interruptor tipo palanca del limpiaparabrisas.
Desempañador de parabrisas	Tipo perilla de velocidad variable.
Apertura y cierre de puertas	Tipo pulsador, con señal auditiva, durante la apertura y cierre de puertas. Un botón independiente por cada puerta y uno de comando general.
Encendido de torretas	Tipo tecla, localizado en el tablero de interruptores.
Accionamiento de pértigas	Tipo pulsador, localizado en el tablero de interruptores.
Ventiladores de pasajeros (habitáculo)	Tipo tecla, localizado en el tablero de interruptores.
Ventilador de operador	Perilla para velocidad variable, localizado en el tablero de interruptores.
Encendido de letreros de ruta exteriores	Tipo tecla, localizado en el tablero de interruptores.
Encendido de letreros de ruta interiores	Tipo tecla, localizado en el tablero de interruptores.
Encendido del sistema de calefacción de espejos retrovisores	Tipo tecla, localizado en el tablero de interruptores.



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

Ajuste de altura de suspensión	Tipo pulsador, localizado en el tablero de interruptores.
Activación de función de arrodillamiento	Tipo pulsador, localizado en el tablero de interruptores.
Recuperación de suspensión	Tipo pulsador, localizado en el tablero de interruptores.

## 5.16 PARASOLES

El habitáculo del operador deberá incorporar dos parasoles, uno instalado en la parte superior del parabrisas y otro en la parte superior de la ventana del operador, para impedir que los rayos solares incidan de forma directa en el rostro del operador. Estos dispositivos deberán ser de fácil manejo y estarán al alcance del operador.

Serán de tipo enrollables con un mecanismo que permita realizar la regresión de la cortina de forma fácil y rápida. Su extensión será de forma manual hasta ajustar a la altura deseada. Estarán fabricados a base de cortina de PVC de color azul marino, acabado mate, tipo trama cerrada, retardante a la flama.

## 5.17 LIMPIAPARABRISAS

Los trolebuses estarán equipados con un sistema limpiaparabrisas que deberá barrer cuando menos el 90% de la superficie del área delimitada de acuerdo con los ángulos de visión

Su operación se realizará mediante la disposición de motores eléctricos (cada motor contará con protección en su circuito eléctrico), diseñados para uso rudo, de larga duración, de fabricación reforzada en brazos y plumas y de mínimo mantenimiento, de conformidad con la Norma SAE – J198-2020.

Adicionalmente, contará con un control de tres velocidades (intermitente, alta y baja), cuando los limpiaparabrisas dejen de funcionar deberán regresar a una posición que no interfiera con la visibilidad del operador, así como con un dispositivo lavaparabrisas que deberá suministrar por aspersión líquido limpiador en el área que barran las plumas de los limpiaparabrisas, así como mojar esta zona en forma directa, completa y uniforme.



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

## 5.18 ILUMINACIÓN

### 5.18.1 ILUMINACIÓN INTERIOR

La iluminación para los habitáculos deberá ser generada mediante luminarias con tecnología led en color blanco frío colocadas a lo largo de la unidad por ambos lados del habitáculo de forma continua, la cual deberá integrar un difusor de policarbonato (Lexan) que cumpla con la norma UL-94, de color blanco o translúcido sin filtro de color (80 luxes mínimo), que servirá como protección para la fuente de luz. No se aceptará la utilización de algún tipo de cristal.

También deberá considerarse la iluminación de las puertas, las cual deberá operar cuando esté encendida la iluminación exterior del vehículo y encender únicamente cuando las puertas se abran.

### 5.19 ILUMINACIÓN EN EL ÁREA DE OPERADOR

El área del operador contará con su propia iluminación a base de tecnología led, la cual deberá producir un flujo luminoso de 60 a 80 luxes, medido en cualquier punto del área del operador a 1 m de altura a partir del piso.

### 5.20 ILUMINACIÓN EXTERIOR

Toda la iluminación exterior deberá ser a base de led y deberán estar selladas para evitar acumulación y filtración de humedad o polvo. Las micas deben ser con un acabado reflejante que conserve el color original a pesar de las condiciones ambientales o el paso del tiempo. Se deberán considerar las siguientes condiciones:

No	Tipo	Color	Ubicación	Cant. Mín.
1	Faros de luz alta y baja	Blanca	Colocados simétricamente uno al frente y a los extremos del vehículo a una altura del suelo de 500 a 1,400 mm	2
2	Direccionales delanteras y posteriores	Ámbar	Una a cada extremo de la parte frontal y posterior, a una altura máxima del suelo de 1,600 mm	2



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

3	Luces de freno	Rojo	Una a cada extremo de la parte posterior, a una altura máxima del suelo de 1,600 mm	2
4	Advertencia o intermitentes	Ámbar	Una a cada extremo de la parte delantera y posterior, a una altura máxima del suelo de 1,600 mm	2
6	Intermitentes o direccionales laterales delanteras/traseras	Ámbar/rojo	Una como mínimo en cada costado, colocada a los extremos de las vuelta de la salpicadera de la rueda delantera/trasera	2
6	Luces de reversa	Blanco	Una a cada extremo de la parte posterior a una a una altura máxima del suelo de 1,600 mm	2
7	Gálíbos demarcadores	Ámbar	Uno en cada extremo superior en la parte delantera y posterior de los costados	2
8	Gálíbos delanteros/traseros	Ámbar/rojo	Uno en cada extremo de la parte superior delantera/trasera, delimitando el alto y el ancho del trolebús	2
9	Luces de navegación delanteras/traseras	Ámbar/rojo	Al centro superior de la parte frontal/trasera	3
10	Luz central de freno	Rojo	Al centro de la parte posterior, a una altura mínima de 1,000 mm	1

## 6. SISTEMAS COMPLEMENTARIOS

### 6.1 SISTEMA INFORMATIVO (ANUNCIADOR)

**"Los Trolebuses"** deberán contar con un sistema informativo auditivo y visual que permita informar de las paradas autorizadas a los usuarios.



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

## 6.2 LETREROS DE RUTA

**“Los Trolebuses”** estarán equipados con letreros de ruta para desplegar información sobre el origen y destino de la unidad, con iluminación a base de led, y alimentación de 24 Vcd.

Con capacidad para programar las diferentes rutas, serán configurables desde el puesto del operador o mediante memoria precargada y se instalarán en las siguientes ubicaciones:

### Exterior

- Uno ubicado en la parte frontal superior del Trolebús.
- Uno en el costado izquierdo de la puerta de ascenso.
- Uno en parte trasera superior.

### Interior

- Uno en la parte frontal superior del Trolebús en posición y vista hacia los usuarios.

## 6.3 SISTEMA DE GEOLOCALIZACIÓN Y VIDEOVIGILANCIA

**“Los Trolebuses”** deberán contar con un sistema de grabación de video digital y almacenamiento de archivos digitales, tipo NVR (Network Video Recorder) y las siguientes funcionalidades mínimas:

- Sistema compuesto por un mínimo de cinco cámaras para videograbación de las siguientes zonas:
  - Puerta de ascenso (vista habitáculo de conducción y puerta de ascenso)
  - Puerta de descenso (vista corralillo y puerta de descenso)
  - Trasera interior (vista pasillo)
  - Frontal (vista del operador)
  - Trasera (vista de reversa)
- Características de cámaras de video:
  - Digitales
  - Resolución mínima HD (720p)
  - Con capacidad para grabación nocturna
  - Conexión alámbrica e inalámbrica (Gps, Gprs, 3g, 4g)
  - Interfaz de conectividad (BNC, ethernet "Poe")



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

- Con capacidad para almacenar la información por un periodo mínimo de 7 días, a través de un NVR, que soporte medios convencionales de almacenamiento local, así como de red.
- Con capacidad para la extracción de video por red, disco local, USB y directo.
- Los ajustes en la distribución de las cámaras se realizarán en coordinación con **"El Licitante Adjudicado"** durante el proceso de acondicionamiento de **"Los Trolebuses"**.
- El sistema deberá contar con la capacidad compartir la información de geoposicionamiento y envío de video por medio del protocolo de comunicación TCP/IP y el método de datos HTTPS a través de POST, en el o los servidores que indique la Secretaría de Movilidad de la Ciudad de México.

## 6.4 PLATAFORMA DE TELEMETRÍA

### Requerimiento General

**"La Empresa Participante"** deberá proveer un sistema de telemetría embarcado en cada uno de los trolebuses nuevos, el cual permita la recolección, transmisión y análisis de datos operacionales y técnicos en tiempo real. El sistema deberá ser abierto, escalable y compatible con protocolos de comunicación estándar, a efecto de garantizar la interoperabilidad con otras plataformas y vehículos.

El sistema deberá ser capaz de, al menos, registrar y transmitir la siguiente información:

- Monitoreo en tiempo real (geolocalización)
- Análisis Operativos (trayectorias de rutas)
- Análisis y alertamiento de inspección de Flota
- Gestión de Informes
- Estado de Operación (% SOC de Batería, velocidad, kilometraje recorrido, etc.)
- Análisis de conducción de Flota
- Reporte e historial de eventos



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

### **Plataforma de monitoreo centralizada**

Se deberá proveer una plataforma de software para monitoreo centralizado (basada en la nube o en servidores locales de la institución) que permita visualizar, analizar y exportar la información recopilada. La plataforma deberá estar diseñada para integrar, de forma nativa o mediante desarrollos adicionales, datos provenientes de diferentes modelos y marcas de trolebuses.

### **Integración con flota existente**

El sistema ofrecido deberá contemplar la integración funcional de los trolebuses nuevos con los trolebuses actualmente en operación, para ello:

- “La empresa participante” deberá incluir en su propuesta técnica una solución de integración de datos, que permita centralizar y estandarizar la información proveniente tanto de los trolebuses nuevos como de los existentes.
- Dicha integración podrá realizarse mediante la interoperabilidad con un sistema de telemetría existente, el uso de una interfaz común de datos, o la incorporación de módulos adicionales de recopilación y transmisión de datos en los trolebuses actuales.
- “La empresa participante” deberá realizar un levantamiento técnico de los vehículos existentes y proponer una solución que garantice la funcionalidad homogénea de monitoreo y análisis de flota completa.

### **Requerimientos de interoperabilidad**

Para asegurar la neutralidad tecnológica y la capacidad de ampliación futura, se exigirá que:

- El sistema cumpla con estándares abiertos de comunicación (ej. MQTT, OPC-UA, CANBus, SAE J1939, u otros equivalentes).
- La plataforma permita la integración de dispositivos de terceros mediante API públicas y documentación técnica disponible.
- No se aceptarán soluciones que impidan la integración de unidades por razones de propiedad intelectual, licencias restrictivas o dependencia exclusiva de un proveedor.

*[Handwritten signatures and initials in blue ink]*



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

## 6.5 SISTEMA DE PEAJE

**"Los Trolebuses"** deberán contar con canalizaciones, líneas de alimentación eléctrica con sus respectivas protecciones (fusibles) y soporte de fijación, disponibles para la instalación y conexión del validador de peaje, el cual será colocado al costado derecho frente al operador, debiendo considerar que no exista obstáculo visual entre el operador y el validador.

Asimismo **"La Empresa Participante"** deberá considerar el suministro e instalación y puesta a punto de un equipo de validación (validador), Módulos de Acceso Seguro (SAMs) y medio de transmisión de Datos (SimCard) en cada uno de **"Los Trolebuses"**, así como el soporte, operación y mantenimiento de los equipos de validación durante el primer año de servicio, contado a partir de firma del acta correspondiente en la cual se acredite el cumplimiento de las pruebas de funcionalidad de validadores.

Los validadores deberán contar tecnología QR (Quick Response Code), y serán empleados en el cobro de los derechos de viaje a través de la Tarjeta Única de Movilidad Integrada de la Ciudad de México "TUMI". Los validadores instalados deberán tener la funcionalidad de operar fuera de línea (offline) para el almacenamiento de las transacciones, como mínimo se deberá tener capacidad para archivar 30 días de operaciones en esta modalidad, esto como medida de seguridad en caso de pérdida de comunicación. Los validadores deberán cumplir con las características mínimas que a continuación se relacionan:

### Características mínimas de los Equipos de Validación

Su funcionalidad habitual será en comunicación online para el envío de transacciones hasta el Sistema Central y el Servidor Espejo del STECDMX. La transferencia de datos en modo online deberá registrar transacción por transacción en tiempo real, actualizando así la base de datos del Sistema Central. Los equipos de validación deberán contar con la licencia de software que permita la validación de la TUMI.

Los validadores deberán contar con la funcionalidad de validación antifraude, la cual tiene como objetivo; no permitir el uso de tarjetas configuradas fuera del sistema. La información generada por los dispositivos de peaje cumplirá con la "Estructura de Transacciones del Sistema de Recaudo y Peaje del Sistema



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

### Características mínimas de los Equipos de Validación

"Integrado de Transporte" en su última versión. Esta información será proporcionada a la empresa encargada de la administración del sistema; "Integrador del Sistema de Peaje", para desarrollar la lógica de operación correspondiente.

El "Integrador del Sistema de Peaje" deberá asegurar la operación y funcionalidad de los dispositivos validadores, por lo que tendrá que considerar todos los aditamentos que sean necesarios, así como el material y refacciones para proporcionar el mantenimiento que asegure la operación de los equipos de validación integrados al Sistema de Peaje solicitado.

El "Integrador del Sistema de Peaje" deberá garantizar la seguridad y protección de los ingresos al sistema, evitando el acceso no autorizado a los medios de almacenamiento, por lo que no será posible borrar o modificar las memorias de almacenamiento, así como modificar la aplicación de los validadores sin autorización del **STECDMX**. La información que se cargue a memoria RAM deberá estar protegida por estructuras de Bases de Datos en memoria RAM (IMDb, por sus siglas en inglés), debiendo usar sólo Opensource para tal efecto. Los equipos de validación almacenarán y transmitirán las transacciones generadas, por lo que se deberá asegurar la integridad y coherencia de los registros que son enviados a través de los canales de comunicación definidos al Sistema Central.

#### a) Características técnicas mínimas con la que deberán contar los Validadores

- i. En cuanto a diseño se requieren equipos modulares y robustos.
- ii. Vida útil de mínimo 10 años y garantía de refacciones durante la misma.
- iii. El equipo deberá incluir el kit de montaje o fijación, de acuerdo con el modelo que sea presentado, el cual deberá incluir un mecanismo de liberación rápida y segura para facilitar el mantenimiento; de acero inoxidable y peso aproximado de 1.5 a 3.0 kg, así como el cableado necesario para datos y eléctrico.
- iv. En caso de ser requerido, se deberá garantizar la sustitución e intercambio de validador por otro, de forma ágil, rápida y segura, sin afectar la operación. Deberá detallar mecanismo de sustitución y tiempo de respuesta.
- v. Dimensiones externas máximas de 350 mm x 200mm x 150mm. El peso no deberá rebasar los 3.0 kg.

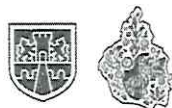
*[Handwritten signature and initials]*



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

### Características mínimas de los Equipos de Validación

- vi. Pantalla de validador LCD a color, con luminosidad mínima de 300 nits.
- vii. Display como mínimo de 4.3", 640X480 pixeles (o su equivalente con igual o superior rendimiento y/o características).
- viii. Tener un display de más de 4.3" de diagonal TFT a color para desplegar mensajes con caracteres visibles.
- ix. Superficie endurecida igual o superior a 8 H en la escala de Mohs, para pantalla táctil.
- x. Vidrio o material policarbonato mínimo de 4 mm.
- xi. En caso de que el validador no cuente con consola, deberá ser obligatorio que la pantalla cuente con sensor táctil capacitivo.
- xii. Cada validador deberá tener un número de identificación único y permanente, el cual deberá estar etiquetado de forma visible. Se deberá entregar la relación detallada de los números de identificación.
- xiii. Señalización acústica y luminosa.
- xiv. Indicador acústico de alta sonoridad mínimo de 30 dB, el sonido deberá ser configurable en cuanto a la escala de decibeles a fin de que sea adecuada para espacios abiertos o cerrados, además de permitir la configuración en los audios de reproducción.
- xv. Indicador luminoso informativo de transacciones, por mencionar algunas: aceptación, rechazo, aviso, incidencia, entre otras.
- xvi. Procesador: • Potencia equivalente o superior a 1 GHz ARM. • Velocidad de Reloj 800MHz ~ 2GHz. • L1 cache 32 KB I, 32 KB D. • L2 cache 128 KB-8 MB. • Micro arquitectura: ARMv7-A. • Multi cores: 1-4 Cores. • Memoria igual o superior a 512 MB en RAM. • Almacenamiento interno eMMC igual o superior a 4 GB.
- xvii. Tarjeta MicroSd con capacidad mínima de 32 GB, con una capacidad de almacenamiento mínimo de 30 días de transacciones, además de los registros de las listas negras, listas blancas y otras a petición del Organismo.
- xviii. Conectividad • WIFI: WIFI 802.11 a/b/g/n. • BLUETOOTH: Como mínimo de 3.0, recomendable en versión 4.0 y soportar BLE (Bluetooth Low Energy). • Cableado: USB y Ethernet RJ45. • Red: igual o superior 3G y GPRS. • NFC: Estándar NFCIP-1.
- xix. SLOT de SAM: Con capacidad de 4 Slots de tarjetas SAM ID-0.
- xx. Interfaz de tarjeta que cumpla con los estándares ISO, 7816 Clase A, B y C (5V, 3V, 1.8V). Poseerán implantados los protocolos PPS y PTS con  $T=0 + T=1$ .



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

### Características mínimas de los Equipos de Validación

- xxi. Alimentación, rango de voltaje de 9 a 38 VDC, con protección contra variaciones de voltaje (Bajo y alto).
- xxii. Especificaciones Generales. Cumplimiento general de las recomendaciones establecidas en la norma ETSI EN 300 019-2-5 V3.0.0. Test 5.1.
- xxiii. Temperatura: Rango  $-20^{\circ}\text{C}$   $+55^{\circ}\text{C}$  y 5 ciclos de 3 horas de  $-20^{\circ}\text{C}$   $+30^{\circ}\text{C}$
- xxiv. Humedad: Máximo 95%.
- xxv. Vibración: Según Norma IEC 60068-2-64, aceleraciones de  $1 \text{ m}^2/\text{s}^3$  (10-200Hz) y  $0.3 \text{ m}^2/\text{s}^3$  (200-500Hz).
- xxvi. Golpes: Según la Norma IEC 60068-2-27, tipo 1 duración 11 ms, aceleración  $100 \text{ m}/\text{s}^2$ .
- xxvii. Baches: Según Norma IEC 60068-2-29, aceleración  $100 \text{ m}/\text{s}^2$ , duración 11ms, 100 en cada dirección.
- xxviii. Grados de protección de la envolvente: IP 54.
- xxix. Grado de protección contra impactos mecánico-externos (IK): 06 o superior.
- xxx. Se requiere que con el paso del tiempo mantengan la visibilidad de la pantalla, así como en caso aplicable la sensibilidad táctil debidamente calibrada.
- xxxi. Cumplimiento de prueba de pulsos transitorios (ISO 7637).
- xxxii. Media aritmética del tiempo entre fallos (MTBF) de mínimo 30,000 horas de operación.
- xxxiii. Lectura de tarjetas y medios de pago. Tarjeta Inteligente Calypso rev. 3 o superior. Certificada por la Red de Asociaciones Calypso (CNA por sus siglas en inglés). Otras tarjetas inteligentes, de acuerdo con la norma ISO 14443 A y B.
- xxxiv. El lector o antena para TARJETA INTELIGENTE SIN CONTACTO y NFC deberá cumplir con la certificación de la norma 7816 y certificado de cumplimiento CEN TS 16794:2018.
- xxxv. Cada equipo de validación deberá de operar a partir de un lector de múltiples TARJETA INTELIGENTE SIN CONTACTO, así como utilizar tecnología NFC (Near-Fiel Communications) y cumplir con el estándar para la aceptación de pagos con tarjeta bancaria EMV Level I y II.
- xxxvi. Distancia de operación de 0 a 10 cm para dispositivos RFID y frecuencia de operación de 13.56 MHz.



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

#### Características mínimas de los Equipos de Validación

xxxvii. Velocidad de transacciones típicas no mayor a 250 milisegundos (para pago con Tarjeta Inteligente Sin Contacto Calypso Prime "Tarjeta Única de Movilidad Integrada").

xxxviii. Tener un lector de código de barras 2D incorporado.

## 6.6 CONEXIÓN WIFI

El trolebús deberá contar con un circuito eléctrico independiente de 110 Vca, protegido por un fusible, para instalar un sistema de conexión inalámbrica para pasajeros (WIFI). El cual se deberá obtener a través de un dispositivo que sea suficientemente robusto para mantener el funcionamiento de la carga por un total de 20 horas al día.

## 7. ESTRUCTURA

### 7.1 ESTRUCTURA GENERAL

La estructura deberá estar diseñada para soportar todos los esfuerzos combinados que se presenten durante la operación a plena carga, garantizando además las condiciones de seguridad para los pasajeros y una vida útil de al menos 20 años en condiciones normales de operación.

El diseño de la estructura deberá considerar la ubicación y distribución de los equipos pesados (equipos de tracción, equipos de acondicionamiento de energía, compresor, ejes, etc.), a efecto de garantizar que la estructura soporte y amortigüe los esfuerzos y vibraciones a fin de evitar fisuras en la estructura.

El proceso de fabricación deberá garantizar que se utilicen procedimientos y materiales que eviten la oxidación de sus componentes, y que se cuente con dispositivos eficaces para la evacuación de agua y desalojo de basura.

A efecto de comprobar las características solicitadas para la estructura, "**La Empresa Participante**", deberá presentar los informes de pruebas o certificados de calidad respecto del diseño de la estructura de "**Los Trolebuses**" ofertados.

### 7.2 MATERIALES

Adicionalmente a lo establecido en el Numeral 3.4 de "**Los Lineamientos**", los materiales empleados para la fabricación de "**Los Trolebuses**" deberán garantizar



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

su operación bajo las condiciones normales de uso en la Ciudad de México, de tal forma que los esfuerzos a que se someten no sobrepasen las características del material empleado, utilizando un alto coeficiente de seguridad, mismos que deberán cumplir con las siguientes especificaciones de referencia:

- Para láminas. - ASTM A-611 CBS, ASTM A-570 y ASTM A-606, en los grados y espesores requeridos para el diseño.
- Para placas y perfiles. - ASTM A-36, ASTM A-411 y ASTM A-572, en los grados y espesores requeridos para el diseño.

### 7.3 LEVANTAMIENTO Y ARRASTRE

La estructura deberá contar con puntos de apoyo para levantamiento mediante gatos hidráulicos, los cuales deberán estar visiblemente señalados en los costados de **"Los Trolebuses"**.

Asimismo, deberá contar en el extremo delantero con dispositivos para el levantamiento y arrastre (de fácil acceso para equipo *underlift*). Los soportes frontales deben resistir sin deformación permanente, tensiones de hasta 1.2 veces el peso de la unidad vacía, dentro de los 20° del eje longitudinal del Trolebús. Estos soportes deben permitir levantar el trolebús vacío hasta que las ruedas delanteras se hayan despegado completamente del piso. En el extremo posterior de la unidad, se requiere de dispositivos con la resistencia suficiente para el arrastre.

La operación de las puertas, ventanas u otros elementos electromecánicos del Trolebús no deben verse afectados por deformaciones o deflexiones de la estructura causadas por el levantamiento o arrastre de la unidad. En ningún caso las deformaciones podrán ser permanentes.

### 7.4 COMPARTIMIENTOS DE SERVICIO

La habilitación de compartimientos para la instalación y protección de los equipos en el techo o bajo plataforma de **"Los Trolebuses"**, se realizará considerando la adecuada distribución del peso de los mismos. Estos compartimientos deberán integrar en su diseño elementos anticolidión para garantizar la integridad de los equipos que resguardan, así como un sistema de tapas móviles abatibles, cuyo diseño y operación facilite las actividades de mantenimiento de los componentes, con la disposición de mecanismos que las sostengan en su posición de máxima apertura.



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

Los compartimientos contarán con ventilación o desagüe adecuado de acuerdo a las necesidades funcionales de los sistemas o componentes que alojen. En su superficie interior contarán con aislamiento eléctrico y protección contra la corrosión. La totalidad de los componentes de los compartimientos deberán ser fabricados en acero inoxidable acabado satinado. Sus dimensiones, ubicación y disposición evitarán interferir con la seguridad y comodidad de los pasajeros.

Los compartimientos que contengan equipos que utilicen alta tensión, deberán garantizar la estanqueidad al polvo y agua, estarán identificados con calcomanías de riesgo de descarga eléctrica y deberán indicar el tiempo de descarga.

Todas las puertas de los compartimientos deberán integrar cerradura de cuadro de 8 mm tipo pestillo o equivalente con un indicador de la posición de apertura / cierre.

## 8. DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

### 8.1 CLAXON Y SIRENA DE APROXIMACIÓN

**Los Trolebuses** contarán con dos sirenas de aproximación, una con sonido de campanilla para aviso al ciclista y otro con sonido para aviso a peatones con un rango de intensidad sonora mínima de 93 dB de acuerdo a la norma SAE J377, éstas podrán ser activadas y desactivadas mediante interruptores monoestables, para que las sirenas puedan funcionar de manera continua durante la conducción del Trolebús, dichos interruptores deberán ubicarse en un lugar cercano al volante, que permita su fácil y rápida activación.

La operación del claxon y las sirenas de aproximación, deberá ser de forma independiente.

### 8.2 TORRETAS

**Los Trolebuses** contarán con 2 torretas instaladas en el toldo, una en la parte frontal y la otra en la parte posterior, mismas que servirá de señalización visual para peatones y vehículos cuando el trolebús circule en el carril de contrasentido. Las torretas trabajarán con una tensión de 24 Vcd y serán de iluminación a base de led de alta intensidad color ámbar, con reflectores que proporcionan 360° de luz continua.



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

### 8.3 ESCALERAS PARA MANTENIMIENTO

**“Los Trolebuses”** estarán provistos de un dispositivo para acceder a la parte superior de la unidad para realizar trabajos de mantenimiento e inspección. El diseño de este dispositivo quedará a elección de “La Empresa Participante”, debiendo atender a las siguientes consideraciones:

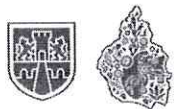
- El dispositivo podrá ser fijo o móvil.
  - Fijo. Mediante soportes retractiles u ocultos anclados a la estructura.
  - Móvil. Mediante dispositivo abatible tipo “escalera” con anclaje de seguridad.
- Acceso desde el interior o exterior de la Unidad.
- Separación máxima entre peldaños 450 mm.
- Para soportar un peso mínimo de 200 kg.
- Con asideras o agarraderas en el toldo de la unidad como medio de sujeción para facilitar el ascenso y descenso.
- Con cubierta aislante tipo tapete dieléctrico antiderrapante en el toldo de la unidad, con capacidad dieléctrica de 18 kV, resistente al envejecimiento por ozono, la superficie a cubrir será de 1.0 X 1.0 m.

### 9. PINTURA Y CROMÁTICA

La pintura exterior deberá ser del tipo poliuretano o de características superiores, deberá ser resistente al grafiti. El color de la pintura y la imagen institucional tales como logotipos, emblemas y números económicos, serán asignados de acuerdo a lo establecido por el Servicio de Transportes Eléctricos de la Ciudad de México, así como en el **Apéndice B** de la presente especificación técnica.

### 10. SISTEMA ELÉCTRICO

Los trolebuses deberán contar con un sistema eléctrico con conductores codificados por colores y etiquetados (en idioma español) al inicio y final de su trayectoria, así como en cada una de las ramificaciones con las que cuente. Dicho sistema también contará con un panel de protecciones, fusibles y dispositivos ubicados de forma accesible para revisiones y recambios, adecuadamente etiquetados (en idioma español) para su fácil identificación.



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

La clasificación de los sistemas eléctricos de **"Los Trolebuses"**, se realizará de conformidad con lo siguiente:

- Alta Tensión **"AT"**. Alimentación principal proveniente de la línea elevada, con una tensión nominal de 600 Vcd.
- Baja Tensión **"BT"**. Alimenta los sistemas auxiliares con una tensión nominal de 24 Vcd, que proporcionará el suministro eléctrico a los equipos embarcados y al banco de baterías, que será la fuente de inicio de marcha y el sistema de respaldo para la lógica de control del trolebús.
- Banco de baterías de AT **"FR"**. Fuente de almacenamiento de energía eléctrica, disponible únicamente cuando se pierda la **"AT"**. La capacidad de almacenamiento deberá ser suficiente para dotar al Trolebús con la capacidad para recorrer una distancia mínima de 70 km (en condiciones normales de operación).
- Circuitos adicionales de 24Vcd y 110 Vca. Deberá contar con al menos dos tomas de energía de 24 Vcd y dos tomas de 110 Vca, disponibles para la instalación de accesorios complementarios, como son, dispositivos para acceso a internet, geolocalización, monitoreo, entre otros. Estos circuitos deberán contar con una protección eléctrica independiente y asegurar un uso continuo de por al menos 20 horas.

La demanda de consumo de los equipos instalados no deberá exceder la potencia máxima entregada por el convertidor auxiliar, y su capacidad debe permitir cuando menos un régimen del 10% de sobrecarga durante 20 minutos.

## 10.1 PROTECCIONES PARA LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS

**"Los Trolebuses"** deberán contar con protecciones para aislar la alimentación de los circuitos eléctricos, e inhibir que se sobrepasen los valores máximos permisibles de corriente, hasta que se reestablezcan las condiciones normales de operación.

Estas protecciones serán seleccionadas tomando como referencia los valores nominales y máximos de cada equipo, circuito eléctrico, corto circuito y deberán garantizar y asegurar la integridad física de los componentes (contactos, relevadores, conductores, conexiones, motores, etc.).



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

Su ubicación deberá permitir el accionamiento rápido y seguro. Sus características de aislamiento y montaje deberán ser acordes con los valores de tensión y corriente involucrados. Los interruptores deben contar con testigos de accionamiento.

## 10.2 SISTEMAS DE ALTA TENSIÓN "AT"

Todos los equipos y componentes en contacto con la fuente de alimentación AT deberán tener un segundo nivel de aislamiento (doble aislamiento) entre los electrodos de potencial y el cuerpo de la carrocería, el cual se puede proporcionar mediante la utilización de elementos de fijación aislantes adecuados.

Todos los aparatos que sean alimentados con 600 Vcd y tengan circuitos o componentes a nivel de 24 Vcd, como circuitos de medición, deben mantener el doble aislamiento entre dichos circuitos. La cualidad del doble aislamiento debe ser de conformidad con la norma IEC 77.

Los aisladores a utilizar deberán contar con las propiedades mecánicas y dieléctricas suficientes para soportar, sin fisurarse o flamearse, los esfuerzos mecánicos y eléctricos a los cuales se verán sujetos.

La unidad debe disponer de un indicador acústico y visual en el tablero de instrumentos, en caso de fallas de aislamiento y desarrollo de potencial de la carrocería con respecto a tierra (carrocería energizada). Si la falla de aislamiento se encuentra después del interruptor de línea, el indicador debe apagarse al abrir este interruptor, mientras que, si la falla se encuentra entre el colector de corriente y el interruptor de línea, este indicador permanecerá activado.

Los componentes involucrados en el sistema de alta tensión son los siguientes:

### 10.2.1 APARTARRAYOS

El sistema AT deberá integrar en su diseño, la instalación de un apartarrayos (dispositivo de protección contra sobretensiones en la línea ya sea por descargas atmosféricas o por maniobras), el cual se ubicará sobre el techo de "Los Trolebuses", a la entrada entre ambas tomas de corriente de AT.

El apartarrayos deberá estar dimensionado de acuerdo a las características eléctricas de la línea elevada, así como considerar la densidad de descargas atmosféricas para la Ciudad de México por lo que preferentemente deberá instalar un apartarrayos de Clase 3, 600 Vcd como mínimo, con una corriente de descarga



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

igual o mayor a 10 kA, mismo que deberá sustentar con la presentación de la memoria del cálculo del mismo.

### 10.2.2 RECTIFICADOR PRINCIPAL (DC/DC)

Se deberá incluir en el diseño de "**Los Trolebuses**", un dispositivo rectificador de onda completa, con las características adecuadas para soportar la demanda total de energía que consumen los equipos embarcados, considerando un 25% adicional a la potencia que requieren dichos equipos.

Este dispositivo, garantizará la correcta polaridad de alimentación a los equipos eléctricos instalados en el trolebús, así como asegurar las condiciones de seguridad en los mismos ante una eventualidad en el sistema de eléctrico de alimentación (línea elevada).

La propuesta técnica deberá incluir la descripción funcional, incluyendo un diagrama de bloques, diagrama de conexiones tanto en AT como en BT y diseño de coordinación de protecciones eléctricas, en la que se muestre la forma en que interactúa con los demás equipos. Así mismo, deberá presentar el despiece del componente dentro del catálogo de refacciones.

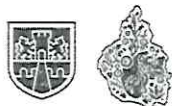
La instalación del componente estará ubicada en el toldo de la unidad, mediante compartimentos que aseguren la hermeticidad del mismo (grado de protección IP 68 como mínimo).

### 10.2.3 SISTEMA DE CAPTACIÓN DE CORRIENTE

Este sistema comprende los equipos y accesorios necesarios a instalar sobre el techo de la unidad para la captación de la energía eléctrica desde la línea elevada (alambre ranurado), hasta su conducción a la unidad por medio de cables flexibles. El sistema de captación de corriente, debe estar formado por los siguientes equipos:

#### 10.2.3.1 CABEZA CAPTADORA

Dispositivo que aloja al inserto de carbón, por medio del cual se mantiene en contacto con el alambre ranurado de la línea elevada (calibre 2/0 AWG), para la captación de energía eléctrica.



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

- El diseño propuesto deberá ser compatible con la infraestructura de línea elevada con la que cuenta el **"STECDMX"**.
- El diseño propuesto deberá conservar las dimensiones del inserto de carbón utilizado actualmente por el **"STECDMX"**, el cual se muestra en el **Apéndice C** de la presente especificación técnica.

#### 10.2.3.2 PÉRTIGAS (TROLES)

Fabricadas en material con resistencia suficiente para soportar los esfuerzos estáticos y dinámicos propios de su función y soportar como mínimo la presión de contacto entre el inserto de carbón y el hilo de contacto de línea elevada.

Deberán contar con un sistema de elevación y retracción automático, mismo que deberá ser accionado desde el puesto del operador.

#### 10.2.3.3 BASE DE PÉRTIGAS

Deberán contar con un mecanismo que impulse las pértigas y producir una fuerza de contacto entre el inserto de carbón y el hilo de contacto de línea elevada, de al menos 12.5 kgf, para evitar producir arcos eléctricos durante la operación del Trolebús, el mecanismo deberá contar con algún medio para ajustar la tensión mecánica.

Deberá permitir la elevación y retracción de las pértigas de manera automática. La base de las pértigas deberá estar automatizada mediante un control electrónico, dicho control deberá contar al menos con un puerto USB 2.0 o superior, o estar integrado al CanBus, mediante el cual se podrá realizar la configuración, ajuste de parámetros y extracción de fallas.

#### 10.2.3.4 SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE PÉRTIGAS

En la parte posterior de **"Los Trolebuses"** se deberá considerar la instalación de un mecanismo para recuperación de las pértigas, dispuestos sobre una base metálica de calibre y dimensiones que aseguren el montaje y operación de este mecanismo.

*[Handwritten signature and initials in blue ink]*



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

### 10.2.3.5 BARRA PROTECTORA Y GANCHOS

**“Los Trolebuses”** deberán integrar una barra protectora metálica en la superficie del toldo, a todo lo ancho de la unidad, la cual servirá de protección durante el accionamiento del sistema de retención de las pértigas. Estará fabricada en acero al carbón con un espesor mínimo de 4.76 mm (3/16"). Tendrá un recubrimiento de neopreno o material similar que amortigüe el contacto entre la barra y las pértigas y que garantice el esfuerzo a que será sometido.

También se deberá considerar la instalación de dos ganchos para la sujeción de las pértigas en posición de desconectado, serán fabricados de acero al carbón con un espesor mínimo de 6.35 mm (1/4"). Los ganchos deben estar aislados eléctricamente de la estructura, con un nivel mínimo de 2,200 Vrms / 60 Hz, de conformidad con la norma IEC 77.

Asimismo, se deberá contar con un dispositivo que sirva de guía para las cuerdas del sistema de retención, de tal manera que evite que éstas excedan el ancho del Trolebús cuando efectúa alguna maniobra de giro.

Todos estos elementos, deberán contar con un tratamiento anticorrosivo que les permita resistir la exposición al medio ambiente. Las uniones con el toldo y la estructura deben garantizar estanqueidad hacia el interior.

### 10.2.4 SISTEMA DE TRACCIÓN

El diseño del sistema de tracción debe considerar, además de las funciones requeridas para el desplazamiento de la unidad, la funcionalidad para que en cada unidad se realice el diagnóstico, verificación y localización de fallas.

La propuesta técnica deberá describir tanto la funcionalidad del sistema de tracción así como la descripción del sistema de diagnóstico embarcado propuesto, o en su caso, la descripción y propuesta para la instalación de un banco de pruebas con las características adecuadas para realizar las actividades de diagnóstico, verificación y localización de fallas en el sistema de tracción del modelo de Trolebús ofertado, de conformidad con los manuales de mantenimiento del fabricante del sistema propuesto.



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

#### 10.2.4.1 MOTOR ELÉCTRICO

Motor eléctrico de accionamiento directo, configuración sencilla y eficiente, con alta fiabilidad y fácil disponibilidad de piezas de repuesto, con las siguientes características mínimas:

- De corriente alterna trifásica, síncrono de imán permanente, con aislamiento grado F como mínimo.
- Potencia nominal 195 kW mínimo.
- Con sistemas de enfriamiento adecuado al diseño y monitoreo de temperatura.
- Con rodamientos con una vida útil mínima de 25,000 horas de operación.
- Con acoplamiento aislante en motor, que evite conexión eléctrica con el eje de transmisión.
- Grado de protección IP68 (resistencia a polvos y agua)

El montaje deberá asegurar la sujeción del motor y garantizar el aislamiento entre el motor y la estructura.

A efecto de comprobar las características solicitadas para el motor eléctrico, "**La Empresa Participante**", deberá presentar informes de pruebas o certificados de calidad respecto del motor integrado en "**Los Trolebuses**" ofertados. Asimismo, deberá presentar un análisis que justifique el dimensionamiento del motor (Potencia – Par de Torsión) con el tipo de acoplamiento y transmisión o diferencial seleccionado en función de la carga proyectada.

#### 10.2.4.2 CONTROLADOR DE TRACCIÓN

Deberá estar provisto de un componente que realice el acondicionamiento de la energía eléctrica de la línea elevada (AT), a la energía adecuada para energizar al motor eléctrico de tracción.

Dicho componente deberá considerar los siguientes requerimientos mínimos de diseño:

- a) Uso de semiconductores de potencia de última generación o alguna tecnología superior. No se permitirá la utilización de dispositivos de diseño especial en montaje, encapsulado y características eléctricas.

Handwritten signature and initials in blue ink.



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

- Función, tipo y fabricante del semiconductor.
  - Características de tensión – corriente.
  - Tiempo de respuesta (turn - off) de los semiconductores.
  - Características de sobrecarga intensidad – tiempo.
- b) A la entrada del controlador se deberá realizar la instalación de un filtro de línea tipo LC, con una inductancia de respuesta de  $1.8 \text{ mH} \pm 10 \%$ , que servirá para atenuar las perturbaciones que presenta la alimentación proveniente de la línea elevada, evitando las demandas bruscas de corriente y tensión, limitando la corriente por falla.
- La inductancia del filtro de línea dispondrá de fijaciones de tal forma que inhiban la transmisión de vibraciones a la carrocería. El aislamiento será clase G y estará adecuadamente ventilada para su correcta operación.
- c) Deberá contar con un sistema de enfriamiento acorde a diseño y gabinete que garantice la protección mecánica y estanqueidad del equipo.
- d) El equipo deberá controlar al motor de tracción para producir un arranque suave al acelerar la unidad y prevenir que se produzcan daños en otros dispositivos.
- e) Deberá controlar la secuencia de frenado eléctrico (Freno eléctrico regenerativo dinámico y el freno eléctrico reostático) y la activación del freno mecánico. La transición entre el freno electrodinámico y el freno mecánico deberá ser tal, que el valor de la desaceleración se mantenga constante durante el proceso.
- Deberá contar con un sistema de ayuda para arranque en pendiente.
- f) Deberá contar al menos con un puerto USB 2.0 o superior o estar integrado al CanBus, mediante el cual se podrá realizar la configuración, ajuste de parámetros y extracción de fallas.

#### 10.2.4.3 TRANSDUCTORES

Ubicados en pedales de acelerador y freno, de alta sensibilidad, robustos para evitar errores, interferencias o variaciones a causa de vibraciones producidas durante el funcionamiento.

La lógica de control debe interpretar la señal proveniente del transductor de aceleración para transmitir el aumento de velocidad acorde al desplazamiento del pedal, considerando que si no hay desplazamiento la orden de marcha no se



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

generará y el desplazamiento máximo indicará la velocidad máxima del Trolebús, el incremento de velocidad será gradual para evitar esfuerzos que produzcan daños en los elementos del Trolebús (flecha cardán o transmisión, diferencial, neumáticos, motor, estructura, etc.).

El incremento gradual de velocidad será un parámetro el cual se ajustará mediante el software del equipo controlador de tracción para evitar los daños antes mencionados.

### 10.2.5 EQUIPOS DE POTENCIA

Todos los equipos de potencia deberán estar alojados en conformidad con el Numeral 5.2.4.3 de "Los Lineamientos".

Para el filtrado del aire, se permitirá únicamente el empleo de filtros mecánicos del tipo autolimpiables, que permitan un alto grado de filtraje de polvo y suciedades contenidos en el aire de enfriamiento.

### 10.2.6 CONVERTIDOR DE AUXILIARES / UNIDAD DE CONTROL DE SISTEMAS DE ALTA TENSIÓN

Proporcionará el acondicionamiento de la energía eléctrica para suministrar la alimentación de los sistemas de alta tensión como pueden ser:

- Motor del compresor
- Motor del sistema de dirección
- Motor del desempañador (Defroster)
- Motor de la unidad de enfriamiento

Adicionalmente, deberá contar con una salida para abastecimiento del sistema de "BT" y carga de baterías de  $26.1 \text{ VCD} \pm 0.5$  como valor nominal, la potencia entregada deberá ser un 30% mayor como mínimo de la potencia nominal de diseño, que corresponde con la demanda máxima del total de los equipos que se instalarán.

Adicionalmente, se deberá disponer de por lo menos dos tomas de tensión monofásica de 127 Vca / 60 Hz y dos tomas de 24 Vcd.

*[Handwritten signature]*  
*[Handwritten initials]*



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

Deberá utilizar semiconductores de potencia de última generación o alguna tecnología superior. No se permitirá la utilización de dispositivos de diseño especial en montaje, encapsulado y características eléctricas.

La propuesta técnica deberá contener las características de todos los semiconductores de potencia instalados, indicando la siguiente información mínima:

- Función, tipo y fabricante del semiconductor.
- Características de tensión - corriente.
- Tiempo de respuesta (Turn - Off) de los semiconductores.
- Características de sobrecarga intensidad – tiempo.

El equipo electrónico del convertidor deberá detectar zonas sin tensión de línea elevada (bajo nivel de tensión) para mantener al convertidor temporalmente en modo durmiente. Una vez que la tensión de línea elevada se recupere debe continuar su funcionamiento. El nivel máximo de ruido acústico del convertidor deberá ser menor o igual a 75 dBA.

Se deberá garantizar el arranque con una tensión de baterías mínima de 17 VCD y contará como mínimo con los siguientes sistemas de seguridad y protección:

- Aislamiento galvánico de las líneas de salida respecto a los circuitos de alta tensión.
- Protección contra sobrecarga en las líneas de salida.
- Protección contra falla del sistema de enfriamiento o temperaturas elevadas.
- Protección de respuesta ultrarrápida, rearmable y de fácil mantenimiento, en caso de alguna falla al interior en alguno de sus componentes. No se aceptará la protección mediante fusibles o dispositivos de protección que requieran material de consumo.

El sistema de enfriamiento deberá ser por medio de convección natural y/o un refrigerante líquido, y su fabricación deberá cumplir con las normas de estanqueidad, vibraciones e inducción electromagnética con fibra óptica y/o en su caso con cable de cobre con pantalla y cumplir con las normas EN-V50124-1, ENV50121 -3-2; EN-60076-10. Los módulos o equipos deben ser montados sobre



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

guías deslizantes para facilitar su mantenimiento. Este equipo deberá ser instalado preferentemente en la parte trasera del trolebús.

El convertidor deberá contar con un sistema de diagnóstico de fallas, el cual deberá señalar la falla del equipo en el tablero de instrumentos y controles, desplegar la memoria de incidencias, datos de operación, programación de registros para análisis de fallas y test de equipos on-line. Se podrá conectar un dispositivo portátil (laptop) para entablar comunicación y poder extraer los datos o registros de las fallas almacenadas. La comunicación será a través de un puerto USB 2.0 o superior, y podrá monitorearse en tiempo real.

El diseño y funcionamiento deberá considerar, además de las funciones requeridas, la funcionalidad para que en cada unidad se realice el diagnóstico, verificación y localización de fallas.

La propuesta técnica deberá incluir la descripción funcional del equipo y del sistema de diagnóstico embarcado propuesto. Asimismo, deberá indicar su conocimiento y aceptación en relación con el suministro al "STECDMX" de los equipos portátiles (laptop), provistos con las licencias y configuraciones necesarias para la instalación y uso del software para la comunicación, diagnóstico y extracción de datos del Convertidor Auxiliar, incluyendo las interfaces necesarias para tal fin.

Para el caso de que "Los Trolebuses" no cuenten con un Sistema de Diagnóstico embarcado, la Propuesta Técnica deberá incluir la descripción y propuesta para el suministro, instalación y puesta en operación de un Banco de Pruebas con las características adecuadas para realizar las actividades de diagnóstico, verificación y localización de fallas en el Convertidor Auxiliar del modelo de Trolebús ofertado, de conformidad con los Manuales de Mantenimiento del fabricante del sistema propuesto.

#### 10.2.7 BANCO DE BATERÍAS DE AT "FR"

"Los Trolebuses" deberán estar equipados con un banco de baterías recargable como fuente de energía secundaria, que proporcione la energía requerida por el Trolebús para lograr una autonomía de funcionamiento de mínimo de 70 km (en las condiciones de operación, geológicas y de tráfico en la Ciudad de México) ante la

61



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

ausencia de la fuente primaria de alimentación "AT", considerando que la unidad se encuentra a 4/4 de su capacidad.

Dicha fuente deberá estar constituida por un banco de baterías de tecnología Ion – Litio o superior, que disminuya el efecto de memoria eléctrica y permita ciclos de carga-descarga profundos sin afectaciones en su vida útil, con una capacidad mínima de 125 kWh, para alimentar a todos los sistemas eléctricos y electrónicos que integran el Trolebús. Derivado de lo anterior, deberá presentar la documentación que sustente el dimensionamiento eléctrico con base en la autonomía solicitada, así como los consumos eléctricos de los equipos embarcados en el Trolebús.

Adicionalmente a lo establecido en el Numeral 5.1.4 de "**Los Lineamientos**", dicho banco deberá considerar los siguientes aspectos mínimos de diseño:

- Cada banco de baterías estará equipado con un dispositivo para protección y desconexión ante sobrecarga, sobrecorriente o cortocircuito.
- Su diseño deberá incorporar un sistema de enfriamiento a base de líquido refrigerante, para garantizar su eficiencia y prolongar su vida útil.
- Instalación de una cubierta protectora (de material ignífugo) para brindar protección a la intemperie, aislamiento térmico y evitar arcos eléctricos.
- Cada celda de batería deberá estar equipada con una tapa de ventilación que prevenga la flotabilidad.
- Deberá contar con un sistema para garantizar el desplazamiento de oxígeno del compartimento como medio de seguridad ante un incidente como una propagación de flamas.
- Deberá contar con un dispositivo de señalización instalada en el tablero de instrumentos y controles que permitirá al operador conocer el estado de la "FR" mientras realiza la conducción del Trolebús ("FR" en operación).
- Su diseño deberá garantizar que, "**Los Trolebuses**", operen de forma continua mediante la alimentación de "AT", ante cualquier incidencia que ocasione que la "FR" se encuentre fuera de servicio.
- El diseño del banco de baterías debe tener la característica de ser modular por lo que permitirá la flexibilidad de desincorporar bancos de forma en que la operación del Trolebús no se vea afectada derivada de la desincorporación de alguno de los bancos, impactando únicamente en la reducción de la capacidad de autonomía.



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

- Deberá cumplir con los criterios de seguridad establecidos en el Reglamento No. 100 de la ONU y/o la norma SAE J2464 o equivalente.

Los compartimentos para el alojamiento de la "FR" deberán estar diseñados con una estructura anticolidión, a fin de garantizar su integridad ante impactos por colisión, así como elementos que garanticen la protección del habitáculo de pasajeros en caso de incidentes como explosión y/o incendio del banco de baterías, con capacidad de soportar temperaturas de 1200°C por un tiempo de 30 minutos, evitando la propagación del fuego hacia el habitáculo de pasajeros.

La propuesta técnica deberá describir el diseño estructural, arreglo y la ubicación propuesta para la instalación del banco de baterías, así como la información general incluyendo: el dimensionamiento eléctrico del banco de baterías con base en la autonomía solicitada (número de baterías), tipo de protección de habitáculo de pasajeros, dispositivos de desconexión, sistema de inhibición de propagación de flamas o chispas eléctricas, dimensiones, capacidad, peso, tensión eléctrica, corriente, garantía, número de ciclos de carga y descarga, tiempo de recarga, vida útil y tipo de mantenimiento.

#### 10.2.7.1 SISTEMA DE GESTIÓN DE "FR"

El banco de baterías de AT deberá contar con un componente que supervise y controle las operaciones de recarga del mismo, así como mantenerlo en flotación para asegurar su disponibilidad en todo momento. Dicho componente deberá cumplir con lo establecido en el numeral 5.1.4.4 de "Los Lineamientos".

Se alimentará a partir de 600 Vcd, mediante una derivación, la cual deberá integrar para uso exclusivo de este sistema, una protección contra corto circuito y sobre tensiones en línea (disyuntor).

Cuando las pértigas se encuentren retraídas, el sistema de gestión de "FR" recibirá la energía eléctrica a través del frenado eléctrico regenerativo dinámico, la cual se deberá adecuar y controlar para mantener el nivel de carga en el banco de baterías de AT, tomando las medidas necesarias para evitar daños a este por sobrecargas.

El sistema de gestión de "FR" deberá proporcionar señalización que le permita al operador conocer el estado del equipo y del banco de baterías de AT mientras se

*[Handwritten signature and initials in blue ink]*



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

realiza la conducción del Trolebús, la señalización mínima para el operador deberá ser la siguiente.

- Falla del sistema de gestión de "FR".
- Nivel del banco de baterías de AT.
- Banco de baterías de AT sin energía.

## 10.3 SISTEMAS DE BAJA TENSIÓN "BT"

### 10.3.1 BANCO DE BATERÍAS DE "BT"

Para asegurar la alimentación eléctrica a los circuitos de control y mando de los diferentes equipos, se empleará un banco de baterías recargables con los siguientes requerimientos mínimos de diseño:

- Tecnología plomo - ácido o superior.
- Capacidad para mantener los circuitos de "BT" operando durante un tiempo mínimo de 30 minutos.
- Incorporar un dispositivo de detección de alta y baja tensión eléctrica.
- Incorporar un interruptor de protección y aislamiento para las condiciones anormales de operación.
- Cada celda de batería deberá estar equipada con una tapa de ventilación que prevenga la flotabilidad, al permitir el escape de los gases generados durante el proceso de carga.
- El contenedor de la celda deberá ser de un halógeno libre e ignífugo (plástico opaco resistente a golpes).

## 10.4 SISTEMA DE FRENOS

"Los Trolebuses" contarán con frenos de operación neumática con Sistema Antibloqueo de Ruedas (ABS), Distribución Electrónica de Frenado (EBS), y Sistema Antiderrape (ASR), los cuales estarán diseñados de acuerdo a las condiciones de operación y considerando el peso bruto vehicular, cargas máximas por eje y las características de los demás componentes mecánicos de la unidad y deberán cumplir con las normativas NMX-D-313-IMNC-2015, FMVSS 121, ECE 13 o equivalente para frenos neumáticos. Adicionalmente, deberá integrarse por los subsistemas que a continuación se desarrollan:



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

## 10.5 FRENO ELÉCTRICO REGENERATIVO

Deberá considerar la recuperación de por lo menos el 30% de energía generada en el motor. Este valor de regeneración podrá ser ajustable, de acuerdo a las necesidades de la operación para la carga de banco de baterías de AT evitando en todo momento las sobrecargas del mismo.

## 10.6 FRENO MECÁNICO

El freno mecánico deberá ser de tipo disco para las llantas delanteras y traseras, deberán ir montados en sus respectivos ejes, con accionamiento de las zapatas de freno por medio de cilindros neumáticos.

Las características fundamentales que debe cumplir el freno mecánico son:

- Mantenerse en estado de preparación para sustituir en forma automática y con transición gradual, al frenado eléctrico regenerativo. En el caso de ausencia imprevista del freno eléctrico, el freno mecánico se accionará manteniendo el mismo valor de desaceleración.
- El frenado debe controlarse y actuar sobre todas las llantas del trolebús.
- El desgaste del freno debe compensarse con un ajustador de freno automático, según lo establecido en la norma FMVSS 121.
- La presión aplicada en los cilindros de freno se calculará como una función de carga del trolebús, de manera que el freno sea independiente de éste cuando la carga sea inferior a 4/4.
- **"Las Empresas Participantes"** deberán indicar en su propuesta técnica la referencia de accionamiento de los sistemas de frenado (Eléctrico Regenerativo y Mecánico) en valores de desaceleración.



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

## 10.7 FRENO DE ESTACIONAMIENTO

**"Los Trolebuses"** deberán contar un freno de estacionamiento electrónico, capaz de mantener la unidad estática en una pendiente con inclinación del 32.5 %

Su accionamiento deberá realizarse fácilmente desde el lugar del operador donde se obtenga una señalización que le permita al operador conocer su estado. El tiempo de liberación del freno de estacionamiento debe ser menor a 0.8 segundos. a partir del accionamiento de liberación.

Cuando es operado como freno de emergencia deberá tener la capacidad de detener al Trolebús considerando que se encuentra a su carga total sobre pavimento seco, plano y horizontal, proporcionando una desaceleración de 1,8 m/s<sup>2</sup> dentro de 0,8s a partir del accionamiento.

## 10.8 CONTROL ELÉCTRÓNICO DE FRENADO

El sistema de frenos contará con un sistema de control electrónico de frenado (EBS), con capacidad para ajustar parámetros, configuración del sistema y extracción de fallas, para lo cual estará provisto con al menos un puerto USB 2.0 o superior. Integrando la descripción funcional del sistema de frenos y cada uno de sus subsistemas, señalando las características, referencias y números de parte de los equipos propuestos.

## 11. SISTEMA NEUMÁTICO

El sistema neumático será construido y dispuesto por una red de tuberías única de la cual saldrán las ramificaciones para los diversos circuitos neumáticos, considerando los siguientes aspectos de diseño mínimos:

- La tubería deberá ser para uso rudo y de alto rendimiento, así como el uso de mangueras flexibles de uso rudo en el interior de la unidad.
- Cada circuito deberá contar con una válvula de retención y grifo de aislamiento que asegurará su maniobra y protección.
- La disposición de mangueras flexibles debe ser de tal forma que se eviten rozamientos con elementos próximos, debido al movimiento del Trolebús.



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

- Deberá contar con dos terminales (toma rápida), una ubicada en el frente y la otra en la parte posterior del Trolebús, para realizar transferencia de aire comprimido en casos de emergencia.
- En el interior de **"Los Trolebuses"** se podrán utilizar mangueras flexibles de uso rudo.

Adicionalmente, deberá presentar el dimensionamiento del sistema, relacionando el número de ciclos de trabajo del motocompresor contra el consumo neumático de cada uno de los componentes de la unidad (puertas, suspensión, pértigas, etc.).

El sistema neumático, se integrará por los siguientes equipos:

### 11.1 MOTOCOMPRESOR

El conjunto motocompresor deberá estar diseñado para satisfacer las condiciones de funcionamiento más severas de la unidad. Las condiciones mínimas de diseño son las siguientes:

- No se limitará al uso de una tecnología específica de compresor, siempre y cuando cumpla con los requisitos para uso en aplicaciones de transporte público.
- Deberá estar dimensionado en función de la suma de los consumos de cada uno de los componentes instalados en la unidad y del dimensionamiento de los tanques de almacenamiento, considerando las condiciones generales de operación mencionadas en el **Apéndice A** de la presente especificación técnica.
- La temperatura máxima de salida del aire comprimido no deberá ser mayor a 20°C de la temperatura ambiente.
- El motor eléctrico del compresor debe ser trifásico de inducción, tipo jaula de ardilla para servicio pesado, armazón totalmente cerrado con ventilación exterior y dimensiones de conformidad con la norma IEC 60034 o equivalente y aislamiento clase F, seleccionado para operar con una elevación de temperatura para aislamiento Clase B y protección termomagnética del tipo ultrarrápido.
- Diseñado para un régimen continuo de operación (20 horas).
- El conjunto motocompresor deberá estar diseñado para su empleo en sistemas de transporte público de pasajeros.



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

- Deberá contar con un sistema (secador de aire o equivalente) para proporcionar aire limpio y seco, el cual deberá de contar con una válvula de purga para la evacuación automática de condensados a la atmósfera.
- El diseño de este conjunto deberá prever la instalación de válvulas check para evitar contra presiones.
- A la salida del motocompresor, se deberá contar con un dispositivo para retener y expulsar del sistema las partículas pesadas de aceite y agua, éste dispositivo deberá operar de forma automática a cada paro del compresor.
- El arranque del componente se realizará cuando la presión de equilibrio llegue al valor mínimo, asimismo, deberá contar con una válvula de seguridad, la cual estará ajustada a una presión mayor al valor máximo de la presión de equilibrio y menor que la sobrepresión en los tanques de almacenamiento, esta válvula actuará de forma automática como desfogue para liberar presión, esto en caso de que el motocompresor por falla, exceda el valor máximo de la presión de equilibrio.
- El sistema neumático deberá manejar una presión mínima de seguridad, esta presión deberá ser menor que la presión de equilibrio mínima y deberá asegurar el abastecimiento de aire para la activación de los equipos neumáticos del Trolebús, cuando la presión en el sistema neumático sea menor que la presión mínima de seguridad, el Trolebús se bloqueará, haciendo que disminuya la velocidad (si se encuentra en marcha) y se active el freno de estacionamiento de manera automática, esto aun cuando se encuentre activado el selector de traspaso de bucle y se restablecerá hasta que la presión en el sistema neumático supere la presión mínima de seguridad.
- En el apartado referente al sistema motocompresor, se deberá desarrollar el tipo de mantenimiento preventivo indicando temporalidad y refaccionamiento necesarios para preservar las mejores condiciones de operación del equipo.
- **"Las Empresas Participantes"** deberán integrar en sus propuestas técnicas pruebas de rendimiento con las que se sustenten por lo menos los siguientes rubros:
  - Temperaturas de entrada y salida del compresor
  - Presiones de succión y descarga
  - Humedad ambiente
  - Rechazo de calor de enfriamiento de la camisa
  - Vibración de la carcasa



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

- Ruido de operación
- Vida útil calculada en horas de operación
- En el supuesto de ofertar compresores del tipo "libre de lubricación", "**La Empresa Participante**" deberá indicar de manera mandatoria la vida útil mínima para la que fue diseñado el sistema, considerando que no se aceptarán sistemas motocompresores con una vida útil menor a 60,000 horas.

## 11.2 TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Los tanques de almacenamiento del sistema neumático deberán asegurar los siguientes requerimientos de diseño:

- Operar en la zona de presión mínima nominal del compresor con capacidad de soportar sobrepresiones de hasta 200% de los valores nominales.
- Los tanques deberán de estar fabricados en aleación de acero inoxidable de calibre adecuado y que cumplan con los requisitos establecidos las normas SAE J10 y FMVSS-121 o equivalente.
- Se deberá considerar varios tanques de almacenamiento para alimentar a los diferentes sistemas neumáticos (puertas, suspensión, pértigas, etc.).
- Capacidad para alimentar a los sistemas neumáticos, por un mínimo de 20km, en caso de que el motocompresor no se encuentre disponible.

## 11.3 TUBERÍAS Y ACCESORIOS

La tubería deberá ser de acero inoxidable y resistente a presiones altas, las cuales deberán cumplir con la norma AISI 201/410 o equivalente. Para el interior del habitáculo se podrá utilizar tubería flexible, misma que deberá cumplir las características establecidas en la norma UNE 25.289 o equivalente.

La fijación de la tubería al chasis se efectuará por medio de bridas. La distancia entre bridas y aparatos neumáticos deberá determinarse de tal forma que se eviten:

- Las vibraciones de las tuberías.
- Esfuerzos normales sobre uniones, aparatos y sus órganos de fijación.
- El golpeteo sobre estos elementos de las tuberías o de los aparatos a ellas unidos.

La disposición de mangueras flexibles debe ser de tal forma que se eviten rozamientos con elementos próximos, debido al movimiento del vehículo. Las líneas

61  
B



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

flexibles de aire deben cumplir con los requerimientos de la norma SAE J844 y debe instalarse de acuerdo con el siguiente código de colores:

- Verde: Frenos primarios y suministro.
- Rojo: Frenos secundarios.
- Café: Freno de estacionamiento.
- Amarillo: Señal del gobernador del compresor.

#### 11.4 SISTEMA DE SUSPENSIÓN

El sistema de suspensión delantera y trasera será de accionamiento neumático y contará con un sistema de elevación y control de altura (arrodillamiento), garantizando una vida útil mínima de 10 años, para lo cual, deberá cumplir con el Numeral 4.3 de "**Los Lineamientos**".

#### 12. SISTEMA DE DIRECCIÓN

El sistema de dirección deberá ser de accionamiento mecánico con asistencia neumática o hidráulica y deberá considerar los requerimientos mínimos de diseño del Numeral 4.1 de "**Los Lineamientos**".

#### 13. SISTEMA DE TRANSMISIÓN (CARDÁN Y DIFERENCIAL)

El diseño del sistema de transmisión deberá satisfacer las condiciones de tracción y frenado de la unidad bajo los parámetros de operación a plena carga, proporcionando un par de arranque suave, confortable y, garantizando los requisitos de funcionamiento y seguridad de la unidad.

El diseño y fabricación del diferencial deberá ser lo suficientemente robusto para soportar el torque transmitido por el motor eléctrico, así como los picos de torque que se puedan presentar al transitar por zonas con irregularidades en la carpeta asfáltica, en su defecto, deberá contar con un dispositivo de atenuación de torque que evite que se generen daños internos en el diferencial.

Por lo anterior, deberá presentar un análisis del dimensionamiento del diferencial propuesto contra el dimensionamiento del motor eléctrico, así como la justificación del componente de acoplamiento motor-diferencial empleado, para lo cual, deberá considerar las condiciones generales de operación mencionadas en el **Apéndice A** de la presente especificación técnica.



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

La localización de los elementos de transmisión (flecha cardán - eje trasero) deberá garantizar la libertad de movimiento del sistema de suspensión, asimismo, estos elementos deberán contar con una protección metálica tipo "U", que impida que, en caso de desprendimiento de la flecha de transmisión ésta golpee el suelo, evitando así que se incruste en el pavimento.

La relación de los engranes del diferencial debe conservar la velocidad de rotación del motor de tracción dentro de sus márgenes normales de operación con base a las curvas típicas de comportamiento entregadas por el constructor.

Preferentemente deberán contar con mirillas de aceite o algún otro elemento que facilite la inspección rutinaria de niveles, así como con un tapón de fondo magnetizado, a fin de atraer residuos y/o rebabas metálicas.

#### 14. SISTEMA CANBUS

**"Los Trolebuses"** contarán con un sistema que permitirá llevar a cabo las funciones de diagnóstico, verificación y localización de fallas en los equipos embarcados. Este sistema contará con capacidad de memoria suficiente para registrar y almacenar la secuencia de eventos ocurridos en los sistemas embarcados, ante cualquier cambio que ocurra en las señales que se encuentren conectadas, ya sea por un mal funcionamiento de los equipos o derivado de la conducción del Trolebús, registrando la fecha y la hora del evento, además del valor que tienen las señales. Todos los sistemas embarcados deberán comunicarse a través del protocolo CAN Bus para asegurar la coordinación de las funcionalidades de cada servicio.

Adicionalmente, el sistema permitirá visualizar la información generada, para lo cual deberá contar con un puerto de comunicación para configuración, diagnóstico y descarga de registros del tipo USB 2.0 o superior. El sistema permitirá mediante software realizar la configuración de por lo menos los siguientes parámetros:

- Fecha (día/mes/año) y hora (hora/minuto/segundo).
- Frecuencia de grabación de eventos (100 ms, 500 ms, 1,000 ms).
- Número de trolebús (4 dígitos).
- Odómetro de viaje (7 dígitos).



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

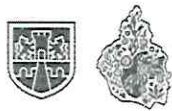
## 15. PROGRAMA DE TRABAJO

La propuesta técnica deberá integrar un programa de trabajo mediante el cual se realice la descripción detallada del alcance de cada etapa del proyecto, así como un cronograma de trabajo, en grafica de Gantt, con la duración estimada, como mínimo, de las siguientes etapas del proyecto:

- Firma del contrato (inicio)
- Fabricación de Trolebús cabeza de serie
- Pruebas a Trolebús cabeza de serie
- Aprobación de Trolebús cabeza de serie
- Fabricación en serie
- Pruebas a Trolebuses en planta
- Elaboración del acta de autorización de embarque
- Traslado de Trolebuses
- Elaboración de acta de inspección de llegada de Trolebuses al "STECDMX"
- Pruebas para recepción
- Entrega de documentación técnica
- Capacitación de personal
- Pruebas en línea sin usuarios
- Pruebas en línea (en servicio)
- Firma del acta de recepción provisional
- Periodo de garantía normal
- Periodo de garantías particulares
- Firma del acta de recepción definitiva

### 15.1 PLAN DE MANTENIMIENTO

**"Las Empresas Participantes"** deberán integrar en su propuesta técnica un plan de mantenimiento preventivo para garantizar las condiciones de operación de **"Los Trolebuses"**, el cual deberá desarrollar de forma amplia y detallada, por periodos de 12 meses, ajustado a periodos de 30 días, la siguiente información: Actividades, periodicidades, tiempos de ejecución, procedimientos de trabajo, refacciones y materiales (logística), recursos humanos, equipos y herramientas, formatos para reportes de trabajo y control de actividades, recursos informáticos



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

para la administración y gestión del mantenimiento, control de calidad, normas de seguridad, organización y gestión del personal, horarios y turnos, etc., más la documentación que **"Las Empresas Participantes"** consideren necesarias para establecer el plan de mantenimiento.

## 16. LINEAMIENTOS PARA LA RECEPCIÓN DE "LOS TROLEBUSES"

**"El Licitante Adjudicado"** deberá considerar los lineamientos que se indican a continuación a efecto de llevar a cabo una entrega recepción de los bienes ordenada y de conformidad con los requerimientos establecidos en la presente Especificación Técnica.

### 16.1 AUTORIZACIÓN DE EMBARQUE Y TRASLADO

Una vez concluida la fabricación de **"Los Trolebuses"**, y con la evidencia satisfactoria de la realización de las pruebas FAT, **"El Licitante Adjudicado"** elaborará un **Acta de Autorización de Embarque**, en la cual, quedará asentado el número económico (2XXXX), el número de serie (VIN), el número de serie del motor, y el código del producto, de cada unidad, la cual será firmada por los representantes del **"STECDMX"** y de **"El Licitante Adjudicado"**.

Anexo a dicho documento, **"El Licitante Adjudicado"** proporcionará al **"STECDMX"**, en tres tantos, el expediente completo, que deberá incluir los registros siguientes:

- Calcas de Número de Serie (VIN), Número de Motor y Código de Producto.
- Formulario de Entrega de Vehículo (pedimento)
- Certificados de calidad.
- Protocolos y Resultados de pruebas FAT.
- Listado de equipos y componentes instalados en el Trolebús, indicando modelos, marcas, fabricantes, números de serie y país de origen.

El transporte y la protección de **"Los Trolebuses"**, así como la integridad de los equipos durante su traslado, desde la fábrica y hasta las instalaciones del **"STECDMX"**, será total responsabilidad de **"El Licitante Adjudicado"** en tanto no se formalice el **"Acta de Recepción Provisional"**.



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

## 16.2 RECEPCIÓN DE EMBARQUE Y TRASLADO

Al arribo de **"Los Trolebuses"** a las instalaciones del **"STECDMX"**, **"El Licitante Adjudicado"** y el **"STECDMX"** realizarán de forma conjunta, una revisión general del estado físico de cada Trolebús, con el objeto de constatar las condiciones en que se recibe en las instalaciones del **"STECDMX"**.

**"El Licitante Adjudicado"** elaborará un **"Acta de Recepción de Embarque y Traslado"** para cada Trolebús, indicando las condiciones generales y los daños observados si es que los hubiere, siendo responsabilidad de **"El Licitante Adjudicado"**, realizar las reparaciones correspondientes durante la etapa de acondicionamiento.

## 16.3 PRUEBAS PRE OPERATIVAS

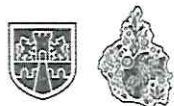
Durante la etapa de puesta en operación de **"Los Trolebuses"**, se llevará a cabo el montaje de partes, componentes y/o accesorios complementarios (de existir), la reparación de los daños señalados en el **"Acta de Recepción de Embarque y Traslado"**, la limpieza y la verificación general de las unidades.

Estas acciones se desarrollarán en cumplimiento al programa de trabajo que para tal efecto establezcan en conjunto el **"STECDMX"** y **"El Licitante Adjudicado"**, siendo responsabilidad de **"El Licitante Adjudicado"** la ejecución de estos trabajos a entera satisfacción del **"STECDMX"**, realizando este las supervisiones que juzgue pertinentes.

Las pruebas pre operativas serán realizadas por **"El Licitante Adjudicado"**, mismas que se efectuarán en los patios de maniobras del **"STECDMX"**. Estas pruebas se llevarán a cabo sin pasajeros y tendrán como objetivo comprobar que el funcionamiento de los diferentes componentes, sistemas y la unidad como conjunto, cumple con las funcionalidades establecidas en la presente especificación técnica y la propuesta técnica correspondiente.

## 16.4 HOMOLOGACIÓN

**"El Licitante Adjudicado"** deberá realizar la gestión correspondiente para obtener el holograma correspondiente de unidad homologada, ante el Centro de Investigación e Innovación Tecnológica (CIITEC), mismo que deberá colocarse en la parte superior izquierda del parabrisas de cada unidad.



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

La constancia de aprobación de verificación emitida deberá incluirse en el **"Acta de Recepción Provisional"** de cada Trolebús.

## 16.5 ACTA DE RECEPCIÓN PROVISIONAL

La recepción provisional se realizará para cada Trolebús, cuando haya superado las pruebas señaladas en el Numeral **17 PRUEBAS FAT Y SAT** de la presente especificación técnica, debiendo, para tal efecto entregar los certificados de calidad y/o los resultados obtenidos de la ejecución de las pruebas FAT, y **"El Licitante Adjudicado"** en conjunto con el **"STECDMX"** concuerden que la unidad se encuentra en condiciones de operar en servicio normal.

Para efecto de lo anterior el **"STECDMX"** elaborará un **"Acta de Recepción Provisional"**, mediante la cual se hará constar que la unidad ha superado el periodo de pruebas estáticas y dinámicas y que sus sistemas se encuentran en estado funcional, asimismo determinará la fecha de inicio de cómputo de los periodos de garantía correspondientes.

El **"Acta de Recepción Provisional"** será firmada por los representantes técnicos del **"STECDMX"** y **"El Licitante Adjudicado"**.

## 16.6 ACTA DE RECEPCIÓN DEFINITIVA

Se elaborará un **"Acta de Recepción Definitiva"** para cada Trolebús, una vez transcurrido los plazos de garantía (normales y particulares), así como sus correspondientes ampliaciones, para el caso de haberse declarado fallas sistemáticas y/o vicios ocultos que hubieren originado estas ampliaciones.

## 16.7 DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

**"El Licitante Adjudicado"** entregará al **"STECDMX"** toda la documentación técnica necesaria para la operación y mantenimiento de **"Los Trolebuses"** y sus componentes, tanto propia como proveniente de terceros, por lo que será responsabilidad contar con las autorizaciones correspondientes para transmitir dicha información al **"STECDMX"**.

Los documentos que deberán ser elaborados y entregados por **"El Licitante Adjudicado"** previo a la entrega provisional de **"Los Trolebuses"**, serán los siguientes:

*[Handwritten signature and initials]*



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

1. **Catálogo de Partes.** Contiene el listado general de partes, componentes y/o refacciones, con sus respectivos diagramas de despiece, clasificados por sistema, para los diferentes sistemas que conforman a "**Los Trolebuses**", que incluya como mínimo:

- a. **Estructura.**
- b. **Carrocería.** (laminación, forros, pisos, ventanillas, asientos, ventilación, etc.).
- c. **Sistema neumático.** (suspensión, motocompresor, dirección, frenos, puertas, sistema de pértigas, entre otros).
- d. **Sistema mecánico.** (suspensión, ejes, transmisión, dirección, frenos, puertas, motor eléctrico, motocompresor, etc.).
- e. **Sistema eléctrico y electrónico.** (Sistemas de "AT", "BT", "FR", iluminación interior y exterior, motor eléctrico, motocompresor, servicios auxiliares, arneses de comunicación, entre otros).
- f. **Llantas y Rines.**
- g. **Accesorios interiores y exteriores.** (luces frontales y traseras, carrocería, limpiaparabrisas, torretas, retrivers)

2. **Planos de Construcción.** Colección de planos a escala con cotas principales, en vistas superior, frontal, trasera, lateral derecha, lateral izquierda y detalles, que incluya como mínimo:

- a. Conjunto a escala de la estructura.
- b. Conjunto a escala de la suspensión delantera y trasera.
- c. Conjunto a escala de habitáculos, distribución de espacios y asientos.
- d. Conjunto a escala de Trolebús terminado.
- e. Diagramas funcionales de la instalación neumática y planos de tubería.
- f. Diagramas unifilares de instalaciones eléctricas identificados por nivel de tensión "AT" y "BT".



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

- g. Diagramas de distribución de cableado para equipos y componentes, incluyendo el tipo de conductor y calibre.
  - h. Diagramas eléctricos a nivel componente de los equipos con los que cuenta el trolebús (Anunciador, Sistema de Geolocalización y Videovigilancia, Rectificador Principal, Controlador de Tracción, Unidad de Control de Sistemas de Alta Tensión y Sistema de Gestión de FR)
3. **Manuales de operación y mantenimiento.** Colección de manuales de todos los sistemas/equipos, que integran **"Los Trolebuses"** emitidos por El Fabricante de los Trolebuses y por los fabricantes de los equipos de otras marcas, mismos que deberán incluir, como mínimo, lo siguiente:
- a. Identificación esquemática detallada de los componentes del sistema/equipo.
  - b. Descripción funcional detallada del sistema/equipo.
  - c. Descripción detallada de actividades secuenciales, para la correcta de operación del sistema/equipo, destacando aquellas maniobras que puedan considerarse críticas y que pueden representar un riesgo en la integridad y/o seguridad para el personal de operación, de mantenimiento, de los usuarios y/o del Sistema/Equipo.
  - d. Descripción de las actividades necesarias para garantizar la correcta conservación del sistema/equipo señalando:
    - Periodicidad de intervención, definida en kilómetros recorridos, en horas de servicio, numero de ciclos o tiempo calendario, para las actividades de mantenimiento preventivo.
    - Descripción detallada de las actividades de inspección (visual y/o dimensional), de limpieza de componentes, de sustitución de componentes y de revisión de niveles, para el mantenimiento preventivo, señalando para cada actividad los criterios y/o tolerancias de sustitución de componentes.



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

- Estimación del tiempo requerido para cada tipo de intervención.
- Especificación técnica de los materiales de consumo y componentes necesarios para las actividades de mantenimiento.
- Descripción detallada, indicando referencias y/o números de parte y marca, de los componentes, refacciones, herramientas y/o equipos de fabricación especial requeridos para las actividades de mantenimiento y en su caso, la estimación del tiempo de suministro.
- Ficha técnica y hoja de datos de seguridad, de cada uno de los lubricantes empleados, indicando las propiedades físico-químicas, así como las recomendaciones de almacenamiento y uso.

#### 4. Manuales de capacitación para operación y el mantenimiento.

**"El Licitante Adjudicado"** entregará al **"STECDMX"** toda la documentación técnica necesaria para la operación y mantenimiento (preventivo y correctivo) de **"Los Trolebuses"** y sus componentes, tanto propia como proveniente de terceros. **"El Licitante Adjudicado"** se obliga a exigir a sus proveedores dicha documentación técnica y autorización para transmitirla al **"STECDMX"**.

### 16.8 ELABORACIÓN DE LOS DOCUMENTOS

Toda la documentación técnica deberá presentarse en idioma español y las características serán expresadas en unidades del Sistema Métrico Internacional. Para el caso de que exista documentación técnica en idioma diferente al español, podrá presentarse en el idioma del país de origen del sistema o componente, acompañada de una traducción simple al español.

La documentación técnica deberá desarrollarse empleando formatos estandarizados, que contendrán la razón social del fabricante, fecha de elaboración, identificación del documento (nomenclatura o número de plano) y número de versión del documento (revisión).



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

**"El Licitante Adjudicado"** deberá entregar en medio magnético y tres ejemplares impresos de toda la documentación técnica para revisión por parte del **"STECDMX"**, quien analizará y emitirá los comentarios correspondientes para corrección por parte de **"El Licitante Adjudicado"**, o en su caso, otorgará el visto bueno para la emisión de los documentos técnicos definitivos.

**"El Licitante Adjudicado"** deberá en entregar al **"STECDMX"** la documentación técnica definitiva, una vez atendidas las observaciones y en su caso las actualizaciones que hubieren derivado de alguna modificación a los sistemas durante el periodo de garantía normal. La documentación técnica definitiva se entregará en tres tantos impresos y en medio magnético previo a la firma del acta de liberación de garantía normal.

Toda la documentación técnica deberá entregarse impresa y en medio magnético, en formato PDF con reconocimiento óptico de caracteres OCR. Adicionalmente, los planos de construcción deberán entregarse en archivo digital editable desarrollado en sistema CAD (dwg).

## 17. PRUEBAS FAT Y SAT

**"Las Empresas Participantes"** deberán integrar en su propuesta técnica un programa de pruebas detallado del conjunto de pruebas estructurales, funcionales y de operación considerando, las pruebas FAT y SAT, así como el acondicionamiento y recepción de **"Los Trolebuses"** para su puesta en servicio.

El programa de pruebas deberá considerar como mínimo, la realización de las pruebas a los sistemas, equipos, dispositivos, componentes y partes de conformidad con lo siguiente:

Descripción	FAT	SAT
<b>Carrocería</b>		
Control de resistencia de la estructura	X	
- Pruebas estáticas	X	X
- Pruebas dinámicas	X	X
Sujeción y resistencia de asientos	X	
Estanqueidad o Impermeabilidad de la Carrocería	X	
Adherencia de pintura (Norma ASTM 3359)	X	X
<b>Sistema Eléctrico de Baja Tensión</b>		



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

Descripción	FAT	SAT
Resistencia de aislamiento de todos los equipos y cables		X
Parámetros de operación de baterías (Norma IEC 623)	X	
Pruebas al motor de compresor: - Pruebas de elevación de temperatura según IEEE std. 112	X	
<b>Sistema Eléctrico de Control y Tracción</b>		
Resistencia de aislamiento de todos los equipos y cables		X
Prueba de vibración a equipo electrónico (Norma IEC 77)	X	
Choque mecánicos a equipo electrónico (Norma DIN 40 046, parte 7)	X	
Pruebas al motor de tracción - Verificación de curvas características y elevación de temperatura	X	
Seguridad y desempeño del convertidor estático (principal y auxiliar)	X	
Seguridad y desempeño del apartarrayos	X	
<b>Sistema Mecánico</b>		
Verificación de curvas características y ciclos de operación del compresor	X	
Distribución de las Cargas en los Ejes	X	
Flexión	X	
Levante	X	
Termografía	X	
Torsión	X	
Vuelco	X	
Análisis de vibraciones	X	
<b>Trolebús Ensamblado</b>		
Estanqueidad de la unidad	X	
Levantamiento y Arrastre	X	X
Resistencia de aislamiento al término de la prueba de estanqueidad	X	X
Nivel de ruido según norma ISO 3381	X	
Radio de giro	X	
Visibilidad y zonas ciegas del operador	X	
Funcionamiento del sistema eléctrico de alta tensión a plena carga: • Aceleración	X	X

Handwritten signature and initials in blue ink.



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

Descripción	FAT	SAT
<ul style="list-style-type: none"><li>Desaceleración</li><li>Frenado dinámico (eléctrico)</li></ul>		
Funcionamiento integral del sistema eléctrico de baja tensión (todos los circuitos operando simultáneamente)	X	X
Funcionamiento del sistema de frenos: <ul style="list-style-type: none"><li>Frenos de servicio</li><li>Frenos de estacionamiento</li></ul>	X	X
Funcionamiento del sistema de respaldo de energía (Autonomía): <ul style="list-style-type: none"><li>Funcionamiento con el sistema completo.</li><li>Funcionamiento con el sistema fuera de operación (desconectado).</li></ul>	X	X
Funcionamiento integral del sistema neumático con la unidad a plena carga	X	X
Indicador de carrocería energizada	X	X
Comportamiento de la suspensión <ul style="list-style-type: none"><li>Vibración a P.B.V.</li><li>Inclinación de la unidad a 35°</li></ul>	X	
Pruebas con lastre		X

**“El Licitante Adjudicado”** deberá proporcionar previo a la formalización del **“Acta de Recepción Provisional”**, los protocolos de prueba para la realización de las pruebas **SAT**, para validación por parte del **“STECDMX”**.

Será responsabilidad de **“El Licitante Adjudicado”**, contar con los aparatos, dispositivos o instrumentos de medición necesarios para realizar todas las pruebas **SAT**.



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

## 18. SERVICIO POST-VENTA

### 18.1 GARANTÍA

Los equipos, dispositivos, componentes, partes y materiales para la fabricación de **"Los Trolebuses"** deberán estar libres de defectos de diseño, fabricación, materiales y mano de obra, para lo cual **"El Licitante Adjudicado"** se obliga a proporcionar al **"STECDMX"** los plazos de garantía por buena fabricación y correcto funcionamiento bajo condiciones normales de operación, a partir de la fecha de formalización del **"Acta de Recepción Provisional"**, de conformidad con lo siguiente:

#### 18.1.1 GARANTÍA NORMAL

Es la garantía por 1 año para cada Trolebús como conjunto.

#### 18.1.2 GARANTÍA PARTICULAR

Garantía de **2 años** para:

- a) Equipos, dispositivos y componentes eléctricos y electrónicos, incluyendo sus dispositivos de protección (Sistema de Baja Tensión).

Garantía de **3 años** para:

- a) Mecanismos y actuadores neumáticos del conjunto sistema de puertas de ascenso y descenso.
- b) Pisos y conjunto rampa para personas con discapacidad en silla de ruedas.
- c) Pintura en general.
- d) Banco de baterías de **"BT"** (24 VCD).

Garantía de **5 años** para:

- a) Protecciones anticorrosivas de estructura y carrocería.



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

- b) Sistemas de alta tensión "AT" (Todos los elementos contenidos en el numeral **10.2 SISTEMAS DE ALTA TENSIÓN** de la presente especificación técnica).
- c) Conjunto Motocompesor (Motor eléctrico, cabezal de compresor, secador de aire, accesorios, elementos de soporte y fijación, componentes de refrigeración)
- d) Los siguientes conjuntos, exceptuando materiales de consumo siempre y cuando no sea atribuible a un defecto de fabricación, vicio oculto o falla sistemática.
  - a. Suspensión delantera y trasera
  - b. Ejes delantero y trasero.
  - c. Sistema de Frenos (calipers, sistemas de monitoreo, sensores etc.)
  - d. Diferencial, caja de transmisión o cardan.
  - e. Motor de tracción.
  - f. Sistema de captación de corriente.
  - g. Sistema de Dirección

Garantía de **8 años** para:

- a) Banco de Baterías de AT "FR" (fuente de reserva).

### 18.1.3 GARANTÍA DE FABRICANTES

"El Licitante Adjudicado" se obliga a proporcionar al "STECDMX" las mismas garantías que sus proveedores le extiendan por los sistemas, equipos, dispositivos, componentes y partes, cuando el plazo de garantía proporcionado por el fabricante del equipo sea mayor al plazo establecido en el Numeral correspondiente de garantías de la presente especificación técnica.

Para la aplicación de las garantías, en caso de avería de un trolebús, previo a la reclamación, deberá existir un reporte del "STECDMX" por escrito en el que aparezca el defecto o tipo de la falla, con el cual se notificará a "El Licitante Adjudicado" para que proceda a la atención de la falla.

*[Firmas manuscritas]*



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

## 18.2 DEFECTOS, FALLAS SISTEMÁTICAS Y VICIOS OCULTOS

Para efectos de la presente especificación técnica, se entenderá por:

**Defecto, Falla o Avería:** La deficiencia o falta de funcionamiento de sistemas, equipos, dispositivos, componentes o partes de **"Los Trolebuses"**, durante los plazos de garantía establecidos para cada elemento.

Ante la notificación por escrito por parte del **"STECDMX"**, de un defecto, falla o avería, en cualquiera de los sistemas, equipos, dispositivos, componentes o partes de **"Los Trolebuses"**, que se hubiese originado bajo condiciones normales de operación, **"El Licitante Adjudicado"**, realizará la reparación o sustitución del elemento, según corresponda.

Cada defecto, falla o avería se contabilizará de forma unitaria. En caso de que el defecto, falla o avería se suscite en más de 3 ocasiones, en la misma unidad, será considerado como vicio oculto, para lo cual, **"El Licitante Adjudicado"** se obligará a realizar el cambio del elemento con defecto del Trolebús.

**Vicio oculto:** Falta de calidad, anomalías e imperfecciones que dificultan o impiden el funcionamiento normal en los sistemas, equipos, dispositivos, componentes o partes de **"Los Trolebuses"**, o que pudieran comprometer sus condiciones de calidad, seguridad o integridad y que no fueron reconocibles o perceptibles al momento de la recepción provisional.

Ante la notificación por escrito por parte del **"STECDMX"**, sobre la falta de calidad, anomalías o imperfecciones en cualquiera de los sistemas, equipos, dispositivos, componentes o partes de **"Los Trolebuses"**, **"El Licitante Adjudicado"**, realizará la reparación o sustitución del elemento, según corresponda. Asimismo, deberá realizar una evaluación para determinar las condiciones de calidad en los sistemas, equipos, dispositivos, componentes o partes en cuestión en la totalidad del lote de Trolebuses suministrado, con el objetivo de identificar e implementar las reparaciones y/o sustituciones que se deriven de los hallazgos de dicha inspección, lo anterior, de conformidad con los plazos de garantía establecidos para cada elemento.



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

**Falla sistemática:** La aparición de defectos, fallas o averías de forma repetitiva sobre un mismo sistema, equipo, dispositivo, componente o parte, en al menos un 10% del lote suministrado, durante los plazos de garantía establecidos para cada elemento.

Ante la notificación por escrito por parte del **"STECDMX"**, y una vez determinada la condición de defecto, falla sistemática o vicio oculto en algún sistema, equipo, dispositivo, componente o parte, **"El Licitante Adjudicado"** deberá presentar, para aprobación por parte del **"STECDMX"**, alternativas para su reparación o sustitución, lo anterior, no eximirá a **"El Licitante Adjudicado"** de garantizar el buen funcionamiento.

Será responsabilidad de **"El Licitante Adjudicado"** atender las notificaciones de solicitud de garantía, en el menor plazo posible, con la finalidad de garantizar que no se vea afectada la disponibilidad de **"Los Trolebuses"**.

### 18.3 AMPLIACIÓN DE GARANTÍA

Si como consecuencia de la determinación de algún defecto, falla, avería, vicio oculto o falla sistemática durante la vigencia del Periodo de Garantía (Normal y/o Particular), se diera origen a la inmovilización de alguna Unidad por un plazo ininterrumpido mayor a dos días naturales, **"El Licitante Adjudicado"** se obliga a ampliar el plazo de Garantía afectado, por el mismo plazo de duración de la inmovilización contada desde su inicio y hasta la puesta en operación de la Unidad, lo anterior, sin perjuicio de las compensaciones que por motivos de inmovilización se establezcan.

Para los casos en que se determine una falla sistemática o vicio oculto durante la vigencia del Periodo de Garantía, quedará anulado el periodo de garantía transcurrido, iniciándose uno nuevo de igual duración a la establecida originalmente, iniciando el cómputo, en el momento que **"El Licitante Adjudicado"** concluya a entera satisfacción del **"STECDMX"** la atención de la garantía solicitada.

### 18.4 ÍNDICE DE DISPONIBILIDAD

Para efectos de la presente especificación técnica, se refiere al índice que refleja el estado operacional o funcional de **"Los Trolebuses"**, es decir, la capacidad para



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

llevar a cabo la prestación del servicio de transporte público de pasajeros en la Red de Trolebuses, bajo condiciones normales de servicio.

A partir de este índice se determina la probabilidad de que **"Los Trolebuses"** se encuentren en un estado de funcionamiento sin falla, para un plazo definido.

**"Las Empresas Participantes"** deberán garantizar un Índice de Disponibilidad mínimo del 98% para cada Trolebús, el cual será determinado a partir del tiempo de operación establecido y el tiempo de inmovilización por actividades de mantenimiento correctivo (no programado) imputable a fallas y/o defectos de fábrica.

El Índice de Disponibilidad de **"Los Trolebuses"** se calculará de acuerdo con la expresión que se establece a continuación, para períodos de servicio de 30 días, iniciándose a partir de la formalización del **"Acta de Recepción Provisional"** y finalizado al término del periodo de Garantía Normal. Los cálculos correspondientes se efectuarán en forma conjunta entre **"El Licitante Adjudicado"** y el **"STECDMX"**.

$$IDT = 100 \left( \frac{TOE - TIMC}{TOE} \right) \%$$

En donde:

**TOE:** *Tiempo de Operación Establecido. Considera el tiempo de servicio prestado (22 horas en día laborable y 21 horas en domingo y días festivos).*

**TIMC:** *Tiempo de Inmovilización por Mantenimiento Correctivo.*

El índice de Disponibilidad se determinará tomando como base, los tiempos de inmovilización de cualquier unidad, cuando sean causas imputables a cualquier defecto, falla, avería, vicio oculto o falla sistemática.

De manera mensual, y de forma coordinada entre personal adscrito a las Gerencias de Mantenimiento de Trolebuses, Ingeniería y Tecnología, así como personal del Servicio Postventa de **"El Licitante Adjudicado"**, realizarán el análisis del Índice de Disponibilidad de los Trolebuses, el cual será notificado de manera formal para dar cumplimiento a las sanciones correspondientes.



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

### **Incumplimiento Del Índice De Disponibilidad**

El incumplimiento al Índice de Disponibilidad especificado se compensará al **"STECDMX"** con el incremento del plazo de garantía normal en la misma cantidad de días del periodo durante el que no se cumplió con el Índice de Disponibilidad del Trolebús, es decir 30 días adicionales por cada periodo de incumplimiento. El incremento del plazo de garantía normal se llevará a cabo en las mismas condiciones establecidas en los numerales **18.1 GARANTÍA** y **18.8 MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y REFACCIONAMIENTO**, de la presente especificación técnica, es decir, a través de la notificación correspondiente de incumplimiento, se notificará el incremento del plazo de garantía normal para el Trolebús al que se refiera dicho análisis.

### **18.5 RESIDENCIA TÉCNICA PARA ATENCIÓN DE GARANTÍAS**

**"El Licitante Adjudicado"** deberá destinar tanto el personal técnico especializado, como el equipamiento necesario para realizar la recepción, pruebas, puesta en servicio, mantenimiento preventivo durante el primer año de servicio de **"Los Trolebuses"**, así como la atención a las solicitudes de garantía que llegaran a presentarse.

Una vez concluido el plazo de garantía normal, el personal deberá brindar asistencia técnica y atención a las solicitudes de garantía particular hasta la conclusión de las mismas y en su caso las ampliaciones de garantía que se hubieren originado.

El **"STECDMX"** podrá proporcionar a **"El Licitante Adjudicado"** los espacios que dispondrá para establecer la residencia técnica, siendo responsabilidad de **"El Licitante Adjudicado"** llevar a cabo el equipamiento necesario para el desempeño de sus actividades, así como realizar su mantenimiento y conservación y en su caso las adecuaciones que considere pertinentes para garantizar su seguridad.

El uso de los espacios que el **"STECDMX"**, ponga a disposición de **"El Licitante Adjudicado"** estará sujeto a los reglamentos internos del **"STECDMX"**. **"El Licitante Adjudicado"** se obliga en todo momento cumplir con la normatividad y disposiciones de seguridad vigentes mismas, que serán proporcionadas por el **"STECDMX"** durante la etapa de **Recepción de Embarque y Traslado**.



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

**"El Licitante Adjudicado"**, será responsable por cualquier incidente, ocasionado por su personal, que repercuta en daños al personal o a las instalaciones del **"STECDMX"**, así como de terceras personas, por lo que asumirá los costos de reparación de los daños a instalaciones y atención a personas que deriven de dicho incidente

## 18.6 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

**"El Licitante Adjudicado"** deberá formalizar, para validación por parte del **"STECDMX"**, en un plazo mínimo de 30 días naturales, previo a la firma del **Acta de Recepción Provisional** del primer Trolebús, el programa de mantenimiento de **"Los Trolebuses"** para periodos de 12 meses, ajustado a periodos de 30 días.

Una semana antes del término de cada periodo de 30 días **"El Licitante Adjudicado"** elaborará un nuevo programa correspondiente al siguiente periodo de 30 días de acuerdo con el kilometraje real recorrido hasta ese momento, el cual deberá integrar la proyección de kilometraje a recorrer en dicho periodo, debiéndose además considerar para efectos de la programación de entrada de **"Los Trolebuses"** a talleres, un programa semanal en función de los kilometrajes reales recorridos.

## 18.7 CRITERIOS PARA LA APLICACIÓN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El mantenimiento correctivo es el conjunto de las acciones de reparación, efectuadas para volver a poner los sistemas o los órganos en estado de funcionamiento, después de una falla que haya alterado o suprimido su capacidad para cumplir con la función requerida.

Las intervenciones de mantenimiento correctivo serán jerarquizadas en niveles de mantenimiento, caracterizados por su naturaleza y los lugares donde se deban efectuar los trabajos correspondientes.

**Primer nivel.** Caracterizado por la rápida localización y corrección de la falla, con la posibilidad de llevar a cabo la sustitución del sistema, equipo, dispositivo, componente o parte defectuoso, para que el Trolebús esté disponible en el menor tiempo posible. Dentro de las maniobras para atención de este tipo de averías, se considerará el restablecimiento de los equipos electrónicos por software o hardware.



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

La atención a las fallas del primer nivel podrá realizarse en fosas de inspección, en el taller de mantenimiento y excepcionalmente y con autorización previas del **"STECDMX"** en línea o terminales.

**Segundo nivel.** Considera el desmontaje o retiro del sistema, equipo, dispositivo, componente o parte defectuoso, para efectuar el reemplazo del subconjunto, componente, dispositivo, tarjeta, etc.

**Tercer nivel.** Se determina cuando se requiere efectuar la reparación del sistema, equipo, dispositivo, componente o parte defectuoso, a nivel de componentes de los subconjuntos o tarjetas desmontados en las intervenciones de Primer y/o Segundo nivel. En este nivel, es factible el empleo de bancos de prueba y/o herramientas especiales.

Las Intervenciones de segundo y tercer nivel se podrán efectuar únicamente cuando **"Los Trolebuses"** se encuentren en el taller de mantenimiento.

En cualquiera de los casos, las intervenciones de mantenimiento no programadas deberán organizarse y atenderse de tal forma que se asegure la mayor disponibilidad de **"Los Trolebuses"**.

## 18.8 MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y REFACCIONAMIENTO

**"El Licitante Adjudicado"** será el responsable de proporcionar el mantenimiento preventivo a **"Los Trolebuses"** durante el plazo de la garantía normal, siendo su responsabilidad contar con los equipos, refacciones, materiales y consumibles necesarios para proporcionar el mantenimiento preventivo, atendiendo a lo dispuesto en los manuales de mantenimiento correspondientes y con ello garantizar su disponibilidad durante el periodo de garantía señalado.

**"El Licitante Adjudicado"** deberá entregar al **"STECDMX"**, previo a la firma del **Acta de Recepción Provisional**, el programa de mantenimiento acompañado del listado de equipos, refacciones, materiales y consumibles necesarios para llevar a cabo el mantenimiento preventivo de **"Los Trolebuses"**, de conformidad con los manuales correspondientes, desglosando la cantidad requerida para cada Trolebús por cada intervención de mantenimiento programada.

**"El Licitante"** deberá integrar dentro de su propuesta técnica, una relación de herramientas especializadas, bancos de trabajo y bancos de pruebas especiales necesarias para mantenimiento de **"Los Trolebuses"**, para los primeros 8 años de operación.



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

Durante el primer bimestre del año de garantía normal, **"El Licitante Adjudicado"** entregará al **"STECDMX"** el listado de refacciones, materiales, bancos de trabajo, bancos de pruebas y herramientas especializadas, actualizado, el cual deberá incluir detalles de descripción, marca, modelo, fabricante y el precio unitario de cada elemento. El **"STECDMX"** definirá las refacciones, partes de repuesto, materiales y en su caso, herramientas especiales, que **"El Licitante Adjudicado"** deberá entregar al **"STECDMX"**, como parte del suministro de **"Los Trolebuses"**, considerando que el valor de este suministro corresponderá al 2% del monto total del costo de **"Los Trolebuses"**.

El Lote de herramientas especiales, refacciones, materiales, partes de repuesto, definido por el STE, deberá entregarse en las instalaciones del **"STECDMX"**, en un plazo no mayor a 75 días naturales posteriores que sea formalizada la solicitud correspondiente.

#### 18.9 REFACCIONAMIENTO PARA MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Adicionalmente, **"El Licitante Adjudicado"** deberá considerar la disposición de un lote de refacciones para mantenimiento correctivo de **"Los Trolebuses"**, para atender cualquier incidencia durante la vigencia de los periodos de garantía normal y particular, siempre que ésta, sea atribuible a algún defecto de fabricación y/o vicio oculto.

#### 18.10 EQUIPOS ASOCIADOS

Con la finalidad de garantizar la adecuada operación y mantenimiento de **"Los Trolebuses"**, **"Las Empresas Participantes"** deberán considerar, para la integración de su Propuesta Técnica, el suministro, instalación, configuración y puesta en operación de diversos Equipos Asociados, de conformidad con lo siguiente:

##### a) EQUIPO DE CARGA/DESCARGA DE BANCOS DE BATERÍAS DE LITIO (1)

**"El Proveedor"** deberá suministrar un equipo de carga y descarga de bancos de baterías de litio, con el objetivo de realizar pruebas de desempeño en los mismos, así como de detectar la capacidad actual y realizar una calibración de capacidad después del mantenimiento y así, verificar que la batería haya alcanzado el nivel esperado. El equipo suministrado deberá considerar cumplir con las siguientes características eléctricas:



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

Dato técnico	Valor
Rango de voltaje	2-285 V DC @ $\pm 0.5\%$ FS (o en su defecto, de acuerdo al banco de baterías ofertado)
Rango de voltaje de celda	0 – 5 V @ 0.001 V
Rango de corriente de descarga	0-100A / 7.2 kW @ $\pm 1\%$ FS
Rango de corriente de descarga	0-80A / 6.6 kW @ $\pm 1\%$ FS
Fuente de alimentación AC	220 V AC
Comunicación	RS485, CAN
Protecciones	Sobretensión de entrada en DC, inversión de polaridad, sobrecorriente de descarga, sobret temperatura.
Referencia	Fuguang FGCD-A300CT

**b) UNIDAD BALANCEADORA DE BATERÍAS DE LITIO (1)**

“El Proveedor” deberá suministrar un equipo balanceador de baterías de litio, el cual, tendrá el objetivo de resolver rápidamente el desequilibrio de tensión eléctrica en las celdas, evitando así el bajo rendimiento de bancos de baterías.

El equipo suministrado deberá considerar cumplir con las siguientes características eléctricas:

Dato técnico	Valor
Potencia de carga y descarga	1200 W máx.
Canales de prueba	4x12
Rango de voltaje	1.8 - 5V @ $\pm 0.1\%$ FS $\pm 2$ mV
Rango de corriente	0.05 - 5A @ $\pm 1\%$ FS $\pm 0.05$ A
Tipo de conectores	26pin/26pin
Pantalla	LCD táctil de 7"
Puertos de comunicación	TCP/IP, USB
Temperatura de operación	-25~85°C @ $\pm 2^\circ$ C
Referencia	Fuguang LIFG-4855CT



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

### c) ESTACIÓN DE RECARGA DE DOBLE PISTOLA

**"El Proveedor"** deberá suministrar una estación de recarga tipo pedestal, con la capacidad y características adecuadas para el mantenimiento de equilibrio de energía del banco de baterías de AT, **"FR"**.

La estación de recarga estará dotada de doble pistola de carga con interfaz adecuada para la completa recarga de **"Los Trolebuses"** ofertados y deberá considerar cumplir con las siguientes características eléctricas:

Dato técnico	Valor
Tensión eléctrica de entrada	480 Vca 3F/N/PE
Rango de frecuencia	45 – 65 Hz
Corriente eléctrica de entrada	300Aca máx.
Tensión eléctrica de salida	150-750 Vcd
Corriente eléctrica de salida	250 Acd
Potencia de salida	160 kW
Grado de protección	IP55
Temperatura de operación	-10 a 55 °C

### d) EQUIPOS DE CÓMPUTO (2)

**"La Empresa Participante"** deberá considerar, para la integración de su propuesta técnica, el suministro de dos equipos de cómputo portátiles (laptop), los cuales deberán integrar el software, con su correspondiente licenciamiento por mínimo 5 años, y las interfaces necesarias, para llevar a cabo la comunicación, diagnóstico y extracción de datos, de los equipos informáticos embarcados en **"Los Trolebuses"**.

La propuesta técnica deberá incluir las especificaciones técnicas de los equipos de cómputo propuestos, así como la relación mediante la cual se señalen y describan los equipos informáticos y sistemas de diagnóstico embarcados, el software de comunicación y la descripción de la interfaz requerida para llevar a cabo la comunicación, diagnóstico y extracción de datos.



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

### e) EQUIPOS DE VENTA Y RECARGA TVM (2)

**“La Empresa Participante”** deberá considerar, para la integración de su propuesta técnica, el suministro instalación, ejecución de pruebas y puesta en servicio de dos equipos de venta y recarga (TVM) para operación con la tarjeta única de movilidad integrada, las cuales serán instaladas en los sitios que el **“STECDMX”** solicite, considerando que se deberá hacer frente a la construcción de las preparaciones de infraestructura mecánica y eléctrica para tal fin (construcción de pedestal para anclaje, construcción de canalizaciones para cableado de alimentación eléctrica y datos, construcción de nicho de resguardo con cortina abatible para protección).

Los equipos de venta y recarga deberán cumplir como mínimo con las siguientes especificaciones generales:

Las máquinas de venta y recarga TVM, por sus siglas en inglés, son los dispositivos encargados de realizar la venta y recarga de tarjetas, aceptando monedas, billetes, Cobro Digital (CoDi), pago con tarjeta bancaria de débito y de crédito, tarjeta bancaria de contacto y de interfaz dual además de que permiten la impresión de recibos en caso de falla. Para el servicio de peaje con el que contarán **“Los Trolebuses”** se deberá garantizar la disponibilidad funcional y operativa de las máquinas de venta y recarga de Tarjetas de Movilidad Integrada.

**“El Proveedor”** deberá considerar para la elaboración de su propuesta, que los equipos ofertados deberán cumplir con la normatividad aplicable al diseño e implementación de nuevos contenidos (animaciones, mensajes, etc.), considerando que los equipos TVM son parametrizables, debiendo apegarse a la guía de interfaces para TVM, emitida por la SEMOVI y aprobada por el GTTSITP en su última versión. El STECDMX tendrá la facultad de modificar los contenidos de pantallas, tipografía, fondos, colores, links de acceso, programación de botones e idiomas (español, inglés y francés como mínimo). El software de la TVM deberá permitir la recarga de las TISC mediante el despliegue de un QR para facilitar los pagos mediante CoDi.

El **“Integrador del Sistema de Peaje”** de las TVM deberá presentar la solución de transferencia de datos de las TVM al servidor Central del STECDMX, la cual podrá ser con concentrador de datos por máquina o de forma directa al Servidor Central, siendo que, en cualquiera de las soluciones propuestas, la transferencia de los



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

datos generados en las TVM se realizará en modo Online a través de una red alambrada al Servidor Central. La TVM deberá asegurar la integridad de la información y que la comunicación al Servidor Central sea en tiempo real.

Las TVM deberán contar con una licencia de software para su uso por un periodo de cinco (5) años, con la posibilidad de incrementar el tiempo de uso en el caso de una extensión del contrato de servicio, que permita la venta y recarga de la TISC (Tarjeta Inteligente sin Contacto) de la CDMX, conforme a los estándares y funcionalidades posteriormente descritas, así como su escalamiento posterior hacia otros medios de pago. El equipo TVM estará en condiciones de cumplir como mínimo con las características técnicas requeridas enunciadas posteriormente en el presente documento.

Será responsabilidad del "Integrador del Sistema de Peaje", verificar la cantidad disponible de TISC y alimentar de manera diaria las TVM, asegurando en todo momento la disponibilidad de estas. Dichas tarjetas serán provistas por el STECDMX y se acordará en conjunto el número diario de tarjetas a colocar en cada máquina, el "Integrador del Sistema de Peaje" deberá solicitar con la debida anticipación la cantidad de tarjetas requeridas al STECDMX.

### **Características técnicas mínimas de TVM**

- i. Contar con un diseño ergonómico, bordes redondeados sin elementos que puedan causar daño a los usuarios.
- ii. Fabricado en lámina de acero Cold Rolled calibre diez (10) o superior, con materiales de igual o mejor calidad disponibles en el mercado.
- iii. Acabado en pintura electrostática epóxica horneada de alta resistencia o acero inoxidable AISI 304 como mínimo o presentar un grado de seguridad antivandálica equivalente.
- iv. Tener una altura de la estructura que comprende desde el piso hasta la altura necesaria según el diseño del Participante que resulte adjudicado.
- v. Estar preparada para recibir el sistema de sujeción a través de tornillos fijos en el piso de la estación.
- vi. Tener un lector de tarjetas sin contacto que cumpla con el estándar ISO 14443 A y B.



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

- vii. Contar con pantalla táctil de información de mínimo 15", diseñada con materiales para uso pesado en sistemas de transporte.
- viii. Ser resistente al polvo y agua con un índice de protección mínimo nivel IP54 y tener en cuenta la climatología de la Ciudad de México y en particular de la zona a instalar.
- ix. Contar con un sistema de audio para emitir alarmas y mensajes a los usuarios, así como reproducir sonidos o música configurable, diseñado para trabajo en entornos abiertos, que permita la audición clara de los mensajes, alarmas, sonidos y/o música.
- x. Tener caja de billetes con una capacidad mínima de 1,200 billetes.
- xi. Tener bolsa de monedas con una capacidad mínima de 5 litros.
- xii. Tener el lector, software, hardware y certificaciones que permitan aceptar el pago con tarjeta bancaria de débito y de crédito EMV, tarjeta bancaria de contacto y de interfaz dual. Esta funcionalidad deberá estar preparada en los equipos y disponible para su operación cuando el STECDMX lo solicite.
- xiii. Contar con capacidad de almacenamiento de mínimo 30 días de transacciones, además de los registros de las listas negras, listas blancas y otras a petición del Organismo.
- xiv. Contar con la capacidad de alojar uno o más SAMs.
- xv. En caso de funcionar con SAM local, este debe estar asociado al LocationId asignado a la TVM.
- xvi. Contar con un mecanismo para insertar o colocar la Tarjeta de Movilidad Integrada con la que se efectuará una transacción. El receptáculo de tarjeta debe ser ergonómico y de fácil uso.
- xvii. Contar con un mecanismo para insertar tarjetas bancarias. El receptáculo de tarjeta debe ser ergonómico y de fácil uso.
- xviii. Tener botonera de respaldo para la selección de operaciones, con mínimo 2 botones, que deberán tener un indicador en función al indicador lógico en la pantalla táctil.

*[Handwritten signatures and initials in blue ink]*



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

- xix. Se requiere que con el paso del tiempo se mantenga la visibilidad y la sensibilidad táctil de la pantalla.
- xx. Tener aislamiento físico entre la zona de mantenimiento (electrónica y componentes) y zona de valores (Caja de monedas y caja de billetes).
- xxi. Contar con chapa de seguridad y apertura electromecánica a través de una tarjeta con perfil configurado para Mantenimiento o Recaudo.
- xxii. La llave mecánica, para la Recolección de Valores deberá ser diferente en cada equipo.
- xxiii. Contar con algún elemento que permita la restitución del sistema en caso de falla para la lectura de la tarjeta.
- xxiv. Contar con comunicación base Ethernet.
- xxv. Permitir la recepción de monedas y billetes. (Monedas, 1, 2, 5 y 10 pesos en moneda nacional, billetes 20, 50, 100 y 200 pesos en moneda nacional), no debe aceptar monedas ni billetes de otros países.
- xxvi. Contar con un sistema de ventilación o enfriamiento interior con filtros y componentes que eviten el ingreso de polvo al interior de la máquina.
- xxvii. Contar con botón de devolución de monedas en caso de que las mismas se queden atoradas.
- xxviii. Contar con el mecanismo que permita únicamente el ingreso de una moneda a la vez, evitando el atasco por colisión de monedas.
- xxix. Accionar una sirena de alarma, en caso de apertura no autorizada o intento de apertura. Esta debe tener independencia de la alimentación eléctrica de la TVM y contar con su propia alimentación. Además de que al accionarse dicha alarma se deberá tener un registro de esta situación en el Sistema Central.
- xxx. Contar con alarmas que enviarán al sistema central como: "fuera de servicio", "falta de tarjetas", "pre-llenado de monedas", "pre-llenado billetes", "falta papel", "Apertura no Autorizada", "Puertas Abiertas", "Zona de Valores Abierta".
- xxxi. Deberá de contar con UPS que le permita mantener su funcionamiento ante alguna falta de suministro eléctrico.

*[Handwritten signature and initials in blue ink]*



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

xxxii. Se requiere que se entregue junto con el equipo de venta y recarga, el kit de desarrollo de software o SDK (por sus siglas en inglés), que permita configurar y acceder al hardware y canal(es) de comunicación, de los dispositivos que gestionan las antenas para realizar las tareas de venta y recarga, así como los dispositivos involucrados con la recepción de monedas, billetes y algún otro dispositivo que resulte indispensable para el funcionamiento de la TVM.

xxxiii. La computadora que organice el funcionamiento de los equipos electrónicos y la variedad de hardware periférico que se requiera, deberá contar con las características óptimas necesarias para el buen desempeño de las funcionalidades requeridas. Las funciones principales de la PC son: gestión de los dispositivos electrónicos, registro de las transacciones mediante TISC, recepción, resguardo y transmisión de archivos e información de las transacciones al Sistema Central.

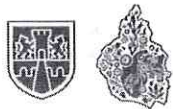
xxxiv. Contar con papel, consumibles y refacciones que por el propio uso en la operación sean indispensables para el óptimo funcionamiento del dispositivo y el recaudo de valores asociado. Estos deben ser suministrados por el "Integrador del Sistema de Peaje", durante el primer año de servicio, contado a partir de firma del acta correspondiente en la cual se acredite el cumplimiento de las pruebas de funcionalidad de las TVM.

xxxv. La TVM deberá considerar el manejo de excepciones en hardware para estar preparada ante algún tipo de ataque que emule recargas ficticias, de tal manera que el equipo se proteja e identifique ataques de esa naturaleza y no permita explotar alguna vulnerabilidad.

xxxvi. Deberá de utilizar sólo uno Módulo de Acceso Seguro (SAM) para realizar tanto la venta como la recarga de tarjetas, el cual deberá de tener implementado algún mecanismo de seguridad física adicional a los propios de la TVM que impida su fácil extracción.

xxxvii. Los tickets emitidos por la TVM para rastreo de incidencia deberán de contener al menos lo siguiente:

- Nombre de estación.
- LocationId del Equipo.
- ID del recibo.



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

- Fecha: dd/mm/aaaa.
- Hora: hh:mm:ss.
- Descripción mínima de la falla.
- Monto de la falla o reclamo: \$ XXX.XX.
- Texto de orientación a dónde dirigirse el Usuario.
- Número de identificación de la TISC en cuestión.

xxxviii. Los tickets emitidos por la TVM para el Corte de valores deberán de contener al menos lo siguiente:

- Nombre de estación.
- LocationId del Equipo.
- ID del recibo.
- Fecha: dd/mm/aaaa.
- Hora: hh:mm:ss.
- Monto acumulado del corte: \$ XXX.XX.
- Monto por monedas y billetes.
- Monto relacionado a ventas y recargas en el corte.
- Número de identificación de la TISC de corte.

#### Funciones mínimas de software TVM

- i. El equipo de venta y recarga contará con un software para el registro de las operaciones con TISC conforme al estándar CALYPSO Rev. 3.0 y al modelo de datos de la CDMX en su última versión.
- ii. El equipo podrá realizar la venta de tarjetas con los provider asignados al STECMDX conforme al Modelo de Datos de la Ciudad de México y de acuerdo a las necesidades del Organismo.



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

- iii. La licencia del software deberá ser para su uso por un periodo de cinco (05) años, con la posibilidad de incrementar el tiempo de uso en el caso de una extensión del contrato de servicio, con funcionalidad actualizada a la fecha.
- iv. El Firmware de los diferentes equipos electrónicos podrá ser actualizado vía remota, incluyendo la aplicación de peaje.
- v. El software será 100% parametrizable, conforme a los siguiente: monto máximo aceptado, monto mínimo de recarga, costo de la TISC, lista de rechazo o negra, lista de privilegio o blanca, activación de perfiles, LocationId, valores aceptados, denominación de valores, siendo las anteriores enunciativas más no limitativas sin necesidad de cambio en la versión del software.
- vi. Los equipos contarán con dispositivos multimedia para informar al usuario el saldo disponible en su tarjeta.
- vii. Se deberá generar el reporte en el portal web de incidencias cuando los equipos emiten alarmas de detección en el Sistema Central como "fuera de servicio". Estas mismas deberán mostrarse en el monitor y al menos debe de contar con las alarmas siguientes: "falta de tarjetas", "pre-llenado de monedas", "pre-llenado de billetes", "falta papel" y "fuera de servicio".
- viii. Se deberá contar con los mecanismos de seguridad y vinculación del LocationId y el SAM asignado a la TVM.
- ix. Contará con un algoritmo de validación que realice lo siguiente:
- Validar que la tarjeta no haya sido recargada en un SAM no autorizado. Lista blanca de SAM.
  - No estar registrada en la lista negra.
  - Ser una tarjeta válida de los tipos previamente definidos.
  - Que esté vigente.
  - Concordancia entre la información reflejada en el monitor y el tipo de transacción.
  - Cumplir con el protocolo de transferencia de información.
  - Registros de los perfiles definidos.



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

- x. Las TVM tendrán configurados y activados los perfiles definidos en el modelo de datos de la CDMX, y en el documento de perfiles en su última versión, el cual ha sido aprobado por el GTTSITP. el STECDMX proporcionará los documentos necesarios para la aplicación de las reglas de negocio para cada perfil.
- xi. Durante el primer año de servicio, el STECDMX podrá solicitar la configuración de nuevos perfiles con la lógica de operación que se defina para tal efecto, para lo cual el "Integrador del Sistema de Peaje" deberá programar distribuir e implementar en la totalidad de los equipos suministrados.
- xii. Las máquinas tendrán las instrucciones escritas para el usuario en una etiqueta de vinil de alta calidad.
- xiii. Los equipos TVM no recibirán simultáneamente dos tarjetas, en caso de que ello ocurra, no se realizará ninguna actividad o podrá identificar sólo una, esto, para que no haya colisión entre tarjetas.
- xiv. El software deberá contar con una certificación de compatibilidad con las especificaciones de Calypso Rev. 3 como mínimo, expedida por una empresa certificadora autorizada por Calypso Network Association (CNA). Para el proceso de certificación requerido, referirse a la URL <https://calypsonet.org/calypso-certificacion/?lang=es>.
- xv. Tener en todo momento la fecha y hora sincronizada en todos los equipos TVM (lo cual aplica también para validadores, POS, y cualquier otro equipo de peaje). El reloj del equipo debe estar en tiempo real sincronizado con el reloj atómico del Centro Nacional de Metrología (CENAM), de manera directa o indirecta. ([https://www.cenam.mx/hora\\_oficial/](https://www.cenam.mx/hora_oficial/))
- xvi. Sincronización de todas las transacciones con el Sistema Central en tiempo real o con un desfase menor de 5 minutos.
- xvii. Las TVM no deberá estar habilitada para dar cambio.
- xviii. Estar preparado para gestionar la seguridad de las transacciones con un SAM local.
- xix. Poder parametrizar las opciones de operatividad, como el monto máximo aceptado, monto mínimo de recarga, costo de tarjeta, LocationID, valores



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

aceptados, denominación de valores, temporalidad de venta, entre otros parámetros que el Organismo establezca.

xx. El STECDMX podrá solicitar la modificación de los contenidos en pantallas, fuentes, fondos, colores, links de acceso, programación de botones e idiomas (español, inglés y francés como mínimo) el idioma debe poder ser seleccionado por el usuario, temporalidad de venta y programación de botones cuando el STECDMX lo solicite.

xxi. Contar con la funcionalidad de recarga a través de CoDi. Esta funcionalidad debe estar disponible en todas las TVM.

xxii. Permitir la configuración del contenido de los recibos de reclamo a petición del Organismo.

xxiii. El "Integrador del sistema de Peaje" deberá entregar un manual de usuario y de supervisión donde especificará claramente la tabla de fallas y el posible diagnóstico preliminar para la generación de una orden de mantenimiento (incidencia).

xxiv. Se deberá actualizar el saldo en la pantalla conforme el usuario ingrese el dinero.

xxv. El software mantendrá un registro de todas las transacciones sin que sean pérdidas o corruptas por la falta de suministro eléctrico o cualquier otro elemento, no perdiendo ninguna transacción y siendo consistentes con el Sistema Central lo cual permita la conciliación en cualquier momento en el tiempo.

xxvi. Se deberán registrar las transacciones con las características de acuerdo con el Modelo de Datos y las especificaciones acordadas por el Grupo de Trabajo Técnico del SITP de la CDMX.

xxvii. Se Implementarán las reglas de negocio señaladas por el STECDMX, el Grupo Técnico y la SEMOVI; las cuales deberán de ser parametrizables, permitiendo actualizarlas en tiempo real, sin tener que modificar el código duro (hard code) y se requieran nuevos desarrollos.

xxviii. La implementación y/o actualización de Listas Blancas y Negras, se deberá realizar en un periodo máximo de 24 horas, cuando el STECDMX lo solicite, las



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

listas tienen como función: invalidar o inhabilitar tarjetas, detectar tarjetas fuera del Sistema, etcétera.

xxix. Las características y funcionalidad de los códigos 2D impresos serán indicados por el Organismo.

## 18.11 CAPACITACIÓN

**"El Licitante Adjudicado"** deberá impartir la capacitación necesaria para lograr la transferencia de conocimientos tecnológicos al personal del **"STECDMX"**, en relación con la conducción, operación y mantenimiento (preventivo y correctivo) de **"Los Trolebuses"** como conjunto, así como de los equipos, dispositivos, componentes y partes que lo integran.

Asimismo, **"El Licitante Adjudicado"** deberá impartir la capacitación al personal del **"STECDMX"** sobre la operación y mantenimiento de los **"Equipos Asociados al Suministro"** señalados en el Numeral 2 **"ALCANCE"** de la presente especificación técnica.

La capacitación deberá efectuarse en las instalaciones de cada uno de los depósitos con los que cuenta el **STECDMX** y en los diferentes horarios que para tal efecto se determine, debiendo ser impartida por especialistas en la materia objeto de cada tema, en idioma español y en sesiones compartidas de teoría y práctica.

Para dar cumplimiento a lo anterior, **"El Licitante Adjudicado"** presentará para aprobación del **"STECDMX"**, previo a la formalización del **"Acta de Recepción Provisional"**, su programa de capacitación y listado de personal a impartir los curso y CV mediante el cual demuestre el conocimiento técnico por medio del cual se determine la materia y el número de cursos necesarios para garantizar la formación técnica y operativa del personal del **"STECDMX"**.

**"El Licitante Adjudicado"** deberá aportar el material didáctico de forma impresa y en medio magnético, de conformidad con lo descrito en el Numeral **16.8 ELABORACIÓN DE LOS DOCUMENTOS** de la presente especificación técnica, el cual, será entregado con máximo dos semanas de anticipación a la impartición de cada curso, para aprobación del **"STECDMX"**, quien emitirá los comentarios para



Ciudad de México, a 14 de octubre de 2025

adecuación o en su caso la aprobación correspondiente, acompañada de la designación del personal que participará en cada sesión de capacitación, con la finalidad de que **"El Licitante Adjudicado"** considere la entrega de los ejemplares de capacitación para cada participante.

Al término de cada curso de capacitación, **"El Licitante Adjudicado"** entregará a cada participante un reconocimiento para acreditar su participación en el curso de capacitación.

Una vez concluido el programa de capacitación, **"El Licitante Adjudicado"** deberá entregar al **"STECDMX"** la relación del personal capacitado y de los cursos impartidos.

**"Las Empresas Participantes"** deberán desarrollar e integrar en su Propuesta Técnica el programa de capacitación propuesto, el cual deberá considerar, como mínimo, la capacitación para los siguientes temas:

- Capacitación sobre la conducción de la unidad.
- Principios de funcionalidad de los diferentes equipos, dispositivos, componentes y partes que integran a **"Los Trolebuses"**.
- Principios de mantenimiento preventivo (básico, inspección, etc.)
- Sistemas eléctricos (alta tensión, baja tensión, banco de baterías de AT, etc.)
- Uso de los sistemas y herramientas de diagnóstico (informática embarcada)
- Entrenamiento sobre la operación de los equipos asociados.
- Entrenamiento especializado de los siguientes componentes:
  - Sistema de enfriamiento de banco de baterías de AT
  - Mantenimiento de correctivo mayor del eje trasero
  - Plataforma de telemetría
  - Interpretación en códigos de fallas arrojados por los equipos de diagnóstico y tablero de operador

