

Metrobús L-5
Ampliación TERCERA ETAPA
MEMORIA DESCRIPTIVA



Metrobús Línea 5
Ampliación TERCERA ETAPA

MEMORIA DESCRIPTIVA





Contenido

1.	INTRODUCCIÓN	5
2.	LOCALIZACIÓN	7
3.	CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DEL METROBÚS LINEA 5	8
4.	BENEFICIOS.....	9
5.	OBJETIVO.....	9
6.	MEMORIA DESCRIPTIVA	10
6.1.	Actividades preliminares	10
6.2.	Trazo y Nivelación	10
6.3.	Obras Inducidas (agua potable, drenaje, eléctrico y fibras ópticas).....	10
6.4.	Señalamiento Preventivo y de Seguridad	11
6.5.	Tapial o Delimitación del Área de Trabajo	11
6.6.	Demoliciones y Desmantelamiento.....	11
6.7.	PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL METROBÚS	11
6.7.1.	Corte y Fresado de la superficie	11
6.7.2.	Excavación para Losas de Rodamiento	13
6.7.3.	Escarificado y Recompactado.....	13
6.7.4.	Membrana Impermeable	14
6.7.5.	Capa Sub-Base para Losas.....	14
6.7.6.	Losa de Concreto Hidráulico con Juntas.....	15
6.7.7.	Texturizado en Losa de Rodamiento.....	16
6.7.8.	Curado de Losa de Rodamiento	16
6.7.9.	Juntas en Losas de Rodamiento	17
6.7.10.	Excavación para cimentación de la Estación.....	18
6.7.11.	Subrasante de la Estación.....	19
6.7.12.	Colado de Zapata y Losa de Estación.....	19
6.7.13.	Rellenos Locales en Estación.....	20
6.7.14.	Instalación de la Estructura, Cubierta y Elementos Complementarios.....	20
6.7.15.	Carriles Exclusivos	21



6.7.16.	Instalación Hidrosanitaria en Estación	21
6.7.17.	Instalación Eléctrica en Estación.....	21
6.7.18.	Muros Verdes	23
6.7.19.	Iconografía.....	25
6.7.20.	Señalética.....	26
6.7.21.	Señalización Vertical y Horizontal.....	27
6.7.22.	Cruces Seguros	28
6.7.23.	Accesibilidad	29
6.7.24.	Áreas y Volúmenes.....	30



Índice de Figuras

Fig. 1 Plano del Sistema de Metrobús y Metro	5
Fig. 2 Planta General Ampliación Metrobús L-5.....	7
Fig. 3 Sección 4 carriles	8
Fig. 4 Sección tipo en estación	9
Fig. 5 Sección de la estructura de pavimento.....	13
Fig. 6 Detalle membrana impermeable	14
Fig. 7 Tendido de Sub-Base.....	15
Fig. 8 Construcción de losa de concreto hidráulico con juntas	15
Fig. 9 Planta y cortes longitudinal y transversal de la estación.....	18
Fig. 10 Corte Transversal de andén.....	19
Fig. 11 Estación Tipo I del Metrobús L-5 con muro verde.....	23
Fig. 12 Iconografía del Metrobús L-5.....	25
Fig. 13 Señalética del Metrobús Línea 5	26
Fig. 14 Señalización vertical restrictiva en vialidad del Metrobús Línea 5.....	27
Fig. 15 Cruces Seguros del Metrobús Línea 5.....	28



MEMORIA DESCRIPTIVA

1. INTRODUCCIÓN.

Debido al incremento de las zona suburbanas, o de la misma mancha urbana y a la fuerte demanda de un medio de transporte eficiente que satisfaga las necesidades cotidianas y de transporte para las localidades y comunidades circunvecinas, se amplía la cobertura del Metrobús de la Línea 5 (fig. 1), que es un Sistema de Transporte, basado en autobuses de capacidad y tecnología de punta, siendo un modo de transporte BRT (Bus Rapid Transit) que brinda movilidad urbana de manera rápida y segura por medio de la integración de una infraestructura preferente y confinada, que combina estaciones, vehículos, servicios y alta tecnología en un sistema integral, este sistema permite mejorar la movilidad urbana y racionalizar el transporte de pasajeros sustituyendo, en donde es conveniente, los equipos de baja capacidad como microbuses, peseras y combis, que hoy atienden alrededor del 62% de los viajes que se realizan en esa zona, dando solución al sistema de transporte que actualmente se tiene en el Eje 3 Oriente, de tal modo que la operación del Metrobús L-5 aumente el nivel de servicio que actualmente se tiene y solucione la problemática de movilidad y congestión vial, garantizando la seguridad de los usuarios.

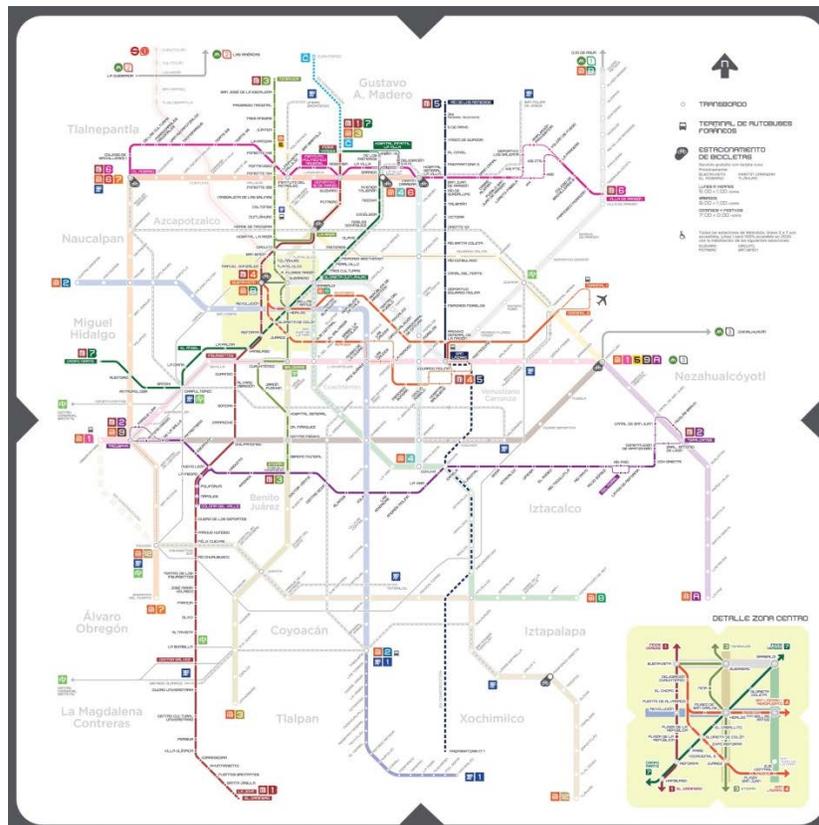


Fig. 1 Plano del Sistema de Metrobús y Metro



La construcción y ampliación de 4 estaciones y una terminal del Metrobús de la Línea 5 Tercera Etapa, plantea la necesidad de renovar el parque vehicular y retirar las unidades tipo microbús de las diferentes rutas que actualmente están prestando el servicio y que se encuentran fuera de norma, ya que han rebasado el límite de antigüedad autorizada (promedio de 7 años), los cuales por sus características físicas y operacionales, ya no son adecuados para las necesidades de transporte en la ciudad. Además se ha observado con base en la experiencia, en la reducción del número de unidades de baja capacidad, sustituidos por un menor número de vehículos de alta capacidad y menor impacto ambiental. Lo anterior significa un paso trascendental hacia el sistema integral de transporte sustentable para la ciudad y una disminución sustancial de la emisión de gases contaminantes.

El sistema Metrobús impacta la accesibilidad, entre los puntos de la ciudad que conecta, la cual se ve mejorada en las zonas en las que influye este nuevo modo de transporte. La mejora en la accesibilidad tiene como resultado tiempos de recorrido menores, aumento en la frecuencia del servicio y, en general, la elevación de la calidad de los viajes.

La accesibilidad general en el área más urbanizada de la ciudad mejorará en la medida en que la Red del Metrobús que se vaya construyendo se articule efectivamente con el resto de la Red de Transporte Público de la ciudad. Con el desarrollo del Metrobús se amplía la conectividad de la red del Metro con un servicio de calidad parecida, pues el sistema de autobuses confinados se concibe como un Metro de superficie.

Cabe destacar que durante el periodo de la construcción del Metrobús, se mantendrán los mismos carriles de circulación por sentido tal y como opera actualmente la vialidad, además de procurar que no se vea afectada la actividad comercial que se tiene en la zona durante la construcción del mismo, beneficiando así a las comunidades cercanas a la obra.



2. LOCALIZACIÓN.

La ampliación del Metrobús Línea 5 Tercera Etapa, iniciará en Calzada del Hueso y continuará hasta llegar a la estación terminal Preparatoria 1, desarrollándose básicamente sobre el Eje 3 Oriente, Calzada del Hueso, Plan de Muyuguarda y Paseo de la Noria, uniendo así la zona Sur con el Norte de la Ciudad de México (fig. 2); beneficiará principalmente a más de 100 mil habitantes provenientes de diferentes localidades, así como a los 7 mil usuarios que circulan por la zona y que atraviesan el Eje 3 Oriente por diferentes motivos, siendo estos de largo y corto itinerario; el Metrobús tendrá el siguiente recorrido: iniciando en la estación Calzada del Hueso sobre la Av. Armada de México (Eje 3 Ote.), perteneciente a la Alcaldía Coyoacán; cruzara una parte de la alcaldía de Tlalpan sobre Av. Cafetales, hasta cruzar el Periférico Sur para continuar sobre Plan de Muyuguarda perteneciente a la Alcaldía de Xochimilco, para finalmente llegar a la estación terminal Preparatoria 1, con una longitud aproximada de 3.4 Km.

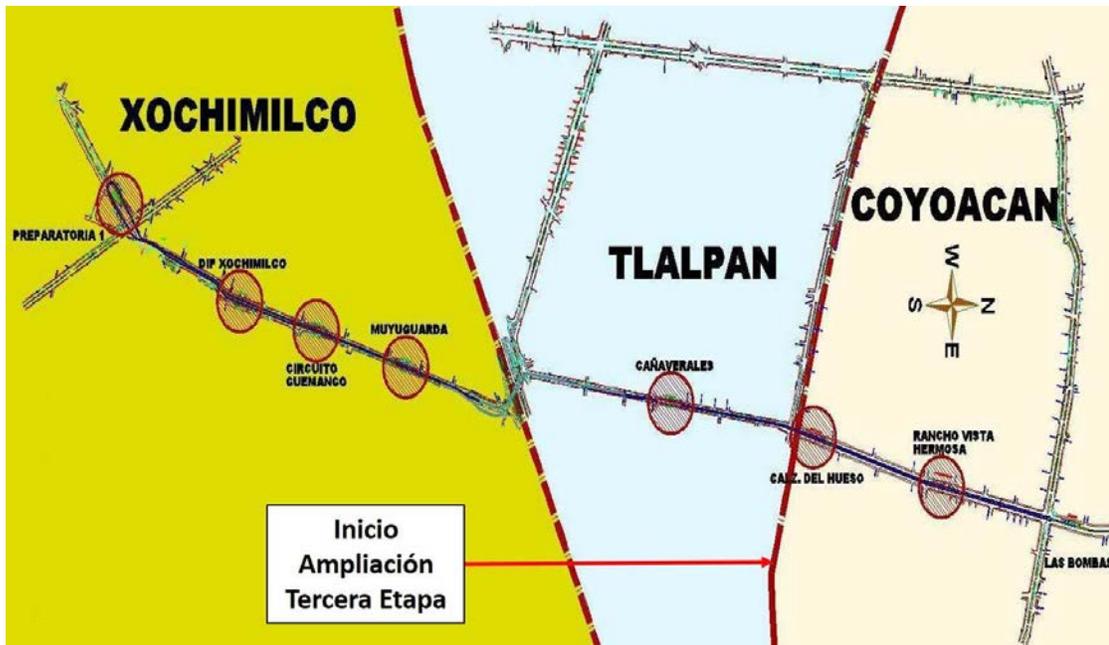


Fig. 2 Planta General Ampliación Metrobús

La ampliación del Metrobús Línea 5, cruzara por las alcaldías: Coyoacán, Tlalpan y Xochimilco.



3. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DEL METROBÚS LINEA 5.

El Metrobús del tramo de Calzada del Hueso – Preparatoria 1, tiene una longitud aproximada de 3.4 km, a lo largo de los carriles centrales para el uso de los autobuses. Para la realización de la obra no se requiere de la renovación del pavimento fuera del trayecto del carril confinado en ninguno de los sentidos. El carril exclusivo de transporte público tendrá un ancho constante de 3.20 m en las estaciones y 3.50 m entre estaciones, dado que se prevé, en la medida de lo posible no ampliar el ancho total de las avenidas. El trazo de la vialidad no sufrirá modificaciones, sin embargo, habrá reconfiguración de camellones y banquetas en los sitios donde se requiere asegurar al menos tres carriles (uno exclusivo y dos adicionales). Las estaciones tienen el siguiente diseño en la cual consiste en un andén central con una plataforma y accesos a los autobuses por ambos lados, para atender los dos sentidos de la circulación (fig. 3). La distancia entre las estaciones es variable y las plataformas tendrán una altura de 1 m sobre el nivel de la vialidad. Las estaciones tendrán mamparas de acero, la estructura del andén será con secciones tipo cajón de concreto reforzado, y los elementos de semiconfinamiento de las estaciones los conformarán una techumbre arqueado de lámina de policarbonato celular de 16 mm sostenido por una armadura de tubos de acero galvanizado de 2 y 4” y vigas de acero sección 2 y las paredes laterales de lámina perforada, con aberturas del orden de 1.5 m de ancho, que coincidan con las puertas de los autobuses, para el ascenso y descenso de pasaje.

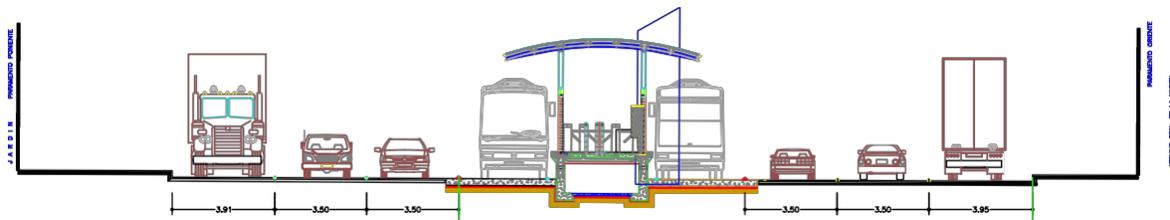


Fig. 3 Sección 4 carriles.

Los carriles exclusivos o confinados a lo largo del trayecto del proyecto se realizará mediante la colocación de bloques sólidos de confinamiento colocados en sitio, con una sección trapezoidal con dimensiones de 0.20 m en la base inferior, 0.15 m en la base superior, 0.45 m de altura y una longitud de 2 m, misma que será empotrada en 0.25 m por lo que quedará con un altura visible de 0.20 m y con una separación entre cada elemento de 0.50 m, con excepción en las intersecciones a nivel que se tengan, donde no se colocarán estos elementos. La pared de la sección adyacente al tránsito vehicular será en ángulo recto a la superficie de rodamiento, mientras que la pared interior al carril exclusivo será con el arista redondeado, para que, en caso de ser necesario sea posible la salida de los autobuses a los carriles de tránsito vehicular normal, mas no la incorporación de los vehículos particulares a los carriles exclusivos.



4. BENEFICIOS.

Modernización del transporte público, mejorando la calidad de vida tanto de los usuarios como de la población en general, mayor cobertura, reduciendo los tiempos de traslado entre origen y destino, seguridad y rapidez en el traslado, aumentando la velocidad de operación, reduciendo así los niveles de contaminación y consumo de combustibles, ordenamiento vial, mejoramiento de la imagen urbana y recuperación de espacios públicos, accesibilidad a personas con discapacidad y los adultos mayores, cruces peatonales seguros, recuperación de áreas verdes y recreativas, además contribuirá a la generación de empleos en la etapa de construcción, detone el desarrollo regional, económico y social de la Ciudad de México como de la Zona Metropolitana.

Tanto los habitantes de la Ciudad de México, como los de la Zona Metropolitana reducirán considerablemente los tiempos de recorrido entre sus centros de trabajo y lugares de descanso, incrementando su calidad de vida y generando además ahorros considerables en los costos de operación del transporte. No afectará propiedades privadas, ni calles existentes por lo que se respetarán los movimientos vehiculares que actualmente se tiene.

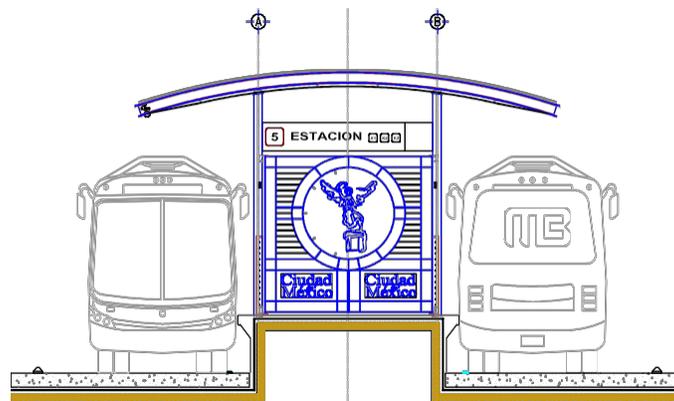


Fig. 4 Sección tipo en estación.

5. OBJETIVO.

Coadyuvar a la ampliación, mejoramiento y reestructuración del transporte público existente, conformando un Sistema de Transporte, por medio de la integración de una infraestructura preferente y confinada, que combina estaciones, vehículos, servicios y alta tecnología en un sistema integral, proporcionando dos carriles en ambos sentidos, exclusivo y delimitado, para el tránsito de autobuses especializados de transporte público a lo largo del Corredor del Eje 3 Oriente, desde la estación terminal San Lázaro hasta la Preparatoria 1 (fig. 4), con un total de 34 estaciones, de las cuales 2 serán terminales; ya que se ha comprobado que este sistema de transporte eleva la calidad de vida de los habitantes, pues evita en gran medida los problemas viales y de contaminación al sustituir al transporte de mediana y baja capacidad (combis, microbuses y trolebuses), así como camiones (concesionados y RTP).



6. MEMORIA DESCRIPTIVA.

El proyecto del Metrobús Línea 5, con una longitud aproximada de 3.4 Km, será una infraestructura confinada, con estaciones conformadas con elementos de concreto y acero, dando como resultado una mayor calidad y rapidez en su construcción; para la construcción de dicho Metrobús se tendrán actividades previas y que a continuación se describe:

6.1. Actividades preliminares. Se tendrán actividades preliminares previo a los inicios de trabajo y que serán de gran importancia para la construcción del Metrobús, se deberán realizar los trabajos de adaptación de las áreas de trabajo, trazo y nivelación, así como la demolición y desmantelamiento de las construcciones provisionales originadas por la obra del Metrobús y de las existentes que interfieren en el trazo. Por otra parte se deberá tomar en cuenta la realización de calas y pozos para determinar las características de los pavimentos existentes, así como las de terreno natural.

Como medida de precaución se deberán marcar sobre la superficie del terreno todas las trayectorias de las instalaciones municipales (luz, agua, drenaje, gas, teléfonos, etc), con la finalidad de no interferir con ellas durante los trabajos de construcción de los pavimentos. En caso de que hubiera instalaciones que interfieran en la estructura de pavimento, se realizará se desvío o confinamiento de acuerdo al proyecto de obras inducidas.

6.2. Trazo y Nivelación. Sobre la superficie de la carpeta existente se delimitarán los tramos por recortar, mediante marcas claras o pintura sobre la superficie, el ancho por recortar será el indicado en el proyecto geométrico, el contratista tomará las medidas necesarias para evitar daños fuera de la zona de recorte, además se realizara un levantamiento topográfico del terreno, así como de las instalaciones y obras inducidas existentes, con la finalidad de localizar los ejes o elementos por medio de coordenadas y conocer sus niveles, a través de equipos electrónicos especiales, como la estación total, distanciometros y otros dispositivos auxiliares, con el objetivo de plasmar esta información en los planos respectivos y poderla referenciar en campo.

6.3. Obras Inducidas (Agua Potable, Drenaje, Eléctrico y Fibras Ópticas).

Es importante hacer un levantamiento en campo, así como establecer reuniones con las dependencias y oficinas de gobierno, así como con las empresas privadas, para contar con toda la información relacionada a las instalaciones municipales y privadas, que pudieran afectar o interferir en la construcción del Metrobús; identificando líneas de agua potable, drenaje, eléctricas, fibra óptica, así como estructuras o elementos diversos como: postes, árboles y señalamientos diversos; se hará esta actividad en coordinación con la Autoridad o Empresa a quien le corresponda la administración o



resguardo. Con la finalidad de plasmar toda la información en los planos respectivos y analizar de esta forma, las mejores alternativas de solución y poderlas presentar a la autoridad a cargo para su visto bueno de ejecución y en los cuales se reflejarán los desvíos de líneas de conducción, desmantelamiento y/o reubicaciones de estructuras que interfieren con la construcción del Metrobús y así liberar el área o espacio, donde se desplantará la construcción de la estructura.

6.4. Señalamiento Preventivo y de Seguridad. Se instalarán dispositivos de seguridad de manera provisional en forma local y regional, de acuerdo a las normas establecidas, para protección de la obra durante la ejecución de los trabajos y garantizar la integridad del personal de obra y de los usuarios de la vialidad (peatones y vehículos), evitando el paso de personal ajeno a la misma, así como mantener el tránsito local alejado de las zonas de obra con la finalidad de mitigar el conflicto vial; debiendo instalar estos dispositivos antes de iniciar los trabajos de construcción del Metrobús y deberán permanecer hasta finalizar los mismos. En todo momento se contará con la iluminación adecuada y se tendrán de ser necesario cuadrillas viales, para apoyo y desvío de tránsito vehicular y peatonal, contando el personal con todo el equipo de seguridad como es el casco, chaleco, guantes, botas, etc.

6.5. Tapial o Delimitación del Área de Trabajo. Se iniciará a delimitar el área de trabajo, una vez liberado el área de obstáculos, por medio de un tapial metálico recuperable, de fácil montaje y desmontaje. Si las condiciones del terreno u otras causas no lo permitieran, se podrá utilizar otro sistema que garantice la misma seguridad, durante y hasta finalizar los trabajos de construcción del Metrobús.

6.6. Demoliciones y Desmantelamiento. Estos trabajos se harán una vez conciliado y liberado el espacio, demoliendo y desmantelando todo aquello que interfiera o afecte la construcción del Metrobús, como: guarniciones, banquetas, pavimentos, mampostería, muros, postes de alumbrado y señalamientos. Retirando al momento el material producto de la demolición y poniendo a resguardo lo desmantelado según se indique.

6.7. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL METROBÚS. Losas de rodamiento y estaciones, el procedimiento constructivo será el que se explica de manera breve a continuación:

6.7.1. Corte y fresado de la superficie. Antes del inicio de los trabajos, la superficie de rodadura estará libre de cualquier objeto como basura, cascajo o algún otro material que impida su ejecución, posteriormente se realizará el corte de la



superficie mediante una cortadora de disco, con la capacidad, potencia y tamaño adecuados para ejecutar los cortes en el pavimento (rígido o flexible), el equipo deberá garantizar una profundidad de corte mínima de 10 cm, el ancho de la sección de corte será 3.20 – 3.50 m. La recuperación del material que conforma la carpeta asfáltica existente, se realizara mediante fresado, que consiste en remover la carpeta asfáltica por medios mecánicos a la profundidad, ancho y sección requerida por el proyecto, con el fin de reciclar el material. El ancho del fresado será hasta el límite de proyecto. La autoridad correspondiente elegirá la cantidad y el sitio o los sitios autorizados para su almacenamiento hasta el momento de su reciclaje. No se tiene contemplado para este proyecto en ninguna de sus etapas, la utilización del material producto del reciclaje, ya que no cumple con lo solicitado en las especificaciones técnicas de sub-base y base.

El fresado siempre será paralelo al eje de trazo de la vialidad y/o del carril confinado, debido a que el espesor de la carpeta asfáltica es variable, la profundidad de fresado estará en función del espesor detectado en la calas realizadas previamente y será continuo en tramos no menores de 50 m y a todo lo ancho del carril. Durante el fresado se evitará que los residuos resultantes escurran por cualquier tipo de obra de drenaje.

El equipo de fresado deberá tener las siguientes características:

- Las fresadoras que se utilicen serán autopropulsadas, con la masa suficiente para producir un fresado uniforme. Sus dimensiones serán tales que no obstruyan la operación de los carriles adyacentes al fresado.
- Cabeza de corte con ancho mínimo de 0.9 m y de preferencia del ancho del carril, capaz de controlar la profundidad del fresado o generar un plano de corte geométricamente igual al de proyecto, mediante el uso de controles electrónicos.
- Discos de cortes montados en la cabeza de corte, con dientes de carburo o diamantados, en cantidades tal que produzcan un patrón de corte fino con espaciamiento no mayor de 8.5 mm, con capacidad para cortar la carpeta asfáltica una profundidad mínima de 5 cm.
- Cilindros hidráulicos para mantener constante la presión sobre la cabeza de corte.
- Dispositivos para controlar su alineación, detectar variaciones en el nivel de la superficie de la capa de rodadura y ajustar automáticamente la cabeza de corte para producir una superficie nivelada.



- Dispositivo integral de enfriamiento mediante agua.
- Banda elevadora para cargar el producto del corte directamente al equipo de transporte.

El transporte del material producto del fresado al sitio de reciclaje o de disposición final, será en vehículos con cajas cerradas y protegidas con lonas, que impidan la contaminación del entorno o que se derramen. En caso de no realizar la recuperación de la carpeta asfáltica, esta se demolerá por medios mecánicos.

6.7.2. Excavación para losas de rodamiento. Una vez libre el área donde se construirá el pavimento, se procederá a excavar en caja la sección del pavimento en un ancho de proyecto, y una profundidad de 30 cm. La excavación se realizará en una sola etapa con equipo ligero.

La estructura del pavimento estará formada por una losa de concreto hidráulico de 30 cm de espesor. Bajo la losa se colocará una capa de sub-base granular de 20 cm de espesor la cual se apoyará sobre la capa base o sub-base del pavimento actual, la cual será recompactada en una profundidad de 15 cm de espesor (fig. 5).

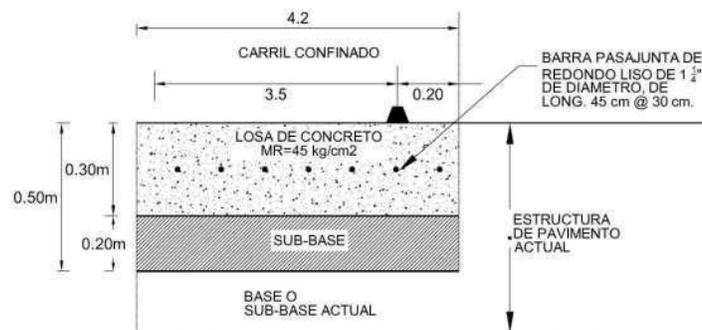


Fig. 5 Sección de la estructura de pavimento

Todo el producto de la excavación será retirado y transportado al sitio de disposición que haya sido autorizado para tal efecto por la autoridad correspondiente de acuerdo a su capacidad de almacenaje y volumen de reciclaje, la transportación será en vehículos con cajas cerradas y protegidas con lonas.

6.7.3. Escarificado y Recompactado. Una vez que se haya retirado el pavimento existente a nivel de desplante de la base actual, se escarificará la superficie en una profundidad de 15 cm, retirando cualquier material que pudiera ser nocivo al



comportamiento del pavimento, como materia orgánica, materiales con excesiva humedad y consistencia blanda, cascajo y fragmentos líticos mayores a 4 pulgadas. Se podrá utilizar para ello una motoniveladora equipada con escarificador.

Posteriormente, se humedecerá el material y se recompactará al 90% de su PVSM determinado con la prueba Proctor estándar. Se utilizará un compactador autopropulsado, reversible, de rodillo liso y provisto de petos limpiadores para evitar que el material se adhiera a los rodillos, el diámetro mínimo será de 1 m.

- 6.7.4. Membrana Impermeable. Tanto en zona de estación como en intertramo, entre la guarnición o muro deflector y la losa de concreto hidráulico, se colocará una membrana impermeable de polietileno de alta densidad (polipropileno), termosoldada, de 1 mm de espesor mínimo, densidad mínima de 0.94 g/cm³, con características mínimas tales, que garanticen una permeabilidad menor a 0.01 L/día/m² y una tensión mínima de 900 kg/m (fig. 6).

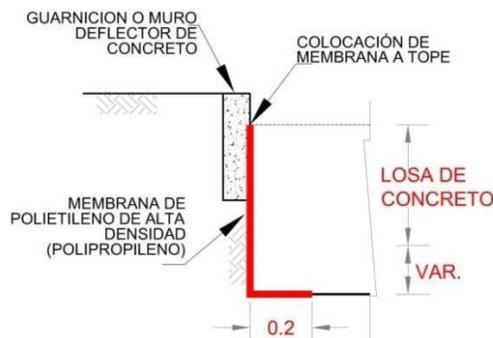


Fig. 6 Detalle membrana impermeable

- 6.7.5. Capa Sub-Base para Losas. La función de la capa sub-base es de proporcionar un apoyo uniforme a la losa de concreto hidráulico y soportar las cargas que ésta transmite, aminorando los esfuerzos inducidos y distribuyéndolos a la capa inferior (fig. 7).

La superficie sobre la cual se colocará la sub-base estará debidamente terminada dentro de líneas y niveles fijados en proyecto, libre de cualquier obstáculo y compactado del 95 al 100% de la prueba de compactación AASHTO estándar T-99.

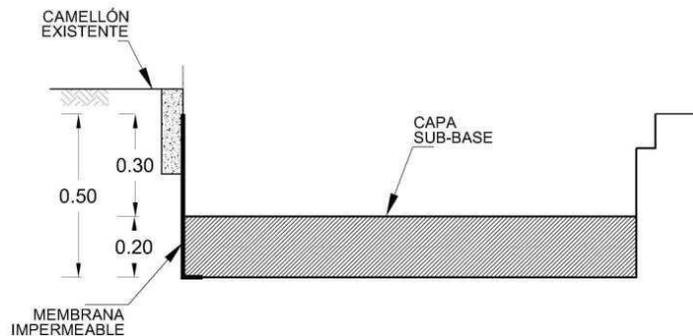


Fig. 7 Tendido de Sub-Base.

6.7.6. Losa de Concreto Hidráulico con Juntas. La superficie de rodamiento será una losa de concreto hidráulico, que tendrá la función estructural de soportar y distribuir la carga de los vehículos hacia la capa inferior, además de proporcionar una superficie uniforme, bien drenada y resistente al derramamiento. La losa de concreto tendrá juntas transversales con pasajuntas, para formar elementos rectangulares y longitudinalmente se colocarán barras de amarre (fig. 8).

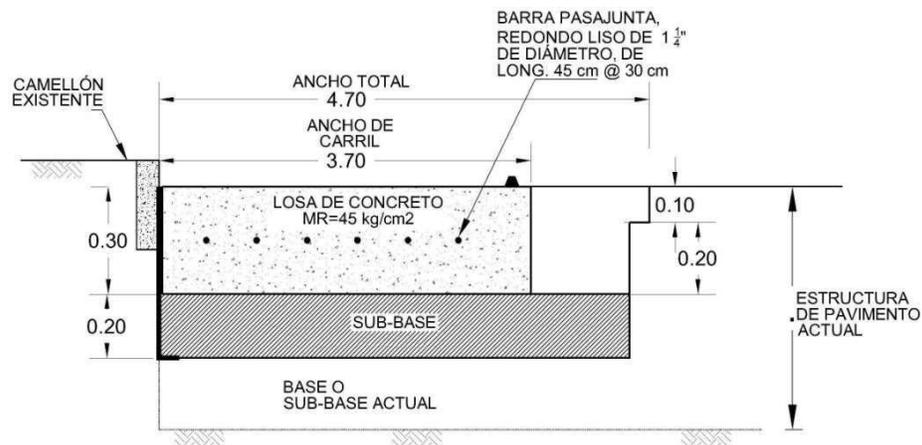


Fig. 8 Construcción de losa de concreto hidráulico con juntas

Se propone que el concreto deberá ser dosificado en planta premezcladora, diseñado para un módulo de resistencia a la tensión en flexión o módulo de ruptura de 45 kg/cm² y suministrado mediante camiones revolvedores. El suministro deberá ser continuo para el tramo preparado según el programa diario de colado, no debiéndose permitir juntas frías y la detención del equipo de pavimentación. Los tableros se limitarán a los anchos indicados en proyecto,



pudiendo ajustar la distancia longitudinal entre losas de acuerdo a la ubicación de las estaciones en cada intertramo.

La adición de agua a la superficie del concreto para facilitar las operaciones de acabado, no se permitirán. En caso de autorizarse el aplicado será como neblina rociada con el equipo apropiado. Antes de terminar con el acabado final y antes de que el concreto llegue al fraguado inicial, se deberá dar, cuidadosamente, a los bordes de la losa y guarnición el acabado con bordes redondeados. Inmediatamente después de colado el concreto hidráulico, se consolidará mediante vibrado, el cual se hará uniformemente en todo el volumen de la carpeta, utilizando vibradores de inmersión, cuidando que no entren en contacto con la cimbra y estarán esparcidos a no más de 60 cm.

6.7.7. Texturizado en Losa de Rodamiento. El acabado de la carpeta de concreto hidráulico, se hará pasando sobre la superficie la rastra de texturizado, de manera que se produzca una superficie uniforme de textura abrasiva, a todo lo ancho del pavimento. Las dimensiones de la rastra serán tales que proporcione una franja de contacto de cuando menos 1m de ancho sobre la superficie del pavimento. El acabado de la superficie proporcionará una superficie de rodadura con la resistencia de fricción establecida en la norma N-CTR-CAR-1-04-009-06 – Carpeta de concreto hidráulico-.

6.7.8. Curado de Losa de Rodamiento. La membrana de curado, deberá cumplir con los requisitos de calidad que se describen en la Norma N-CMT-2-02-006/04 – Calidad de membranas de curado para concreto hidráulico-. La aplicación de la membrana de curado se realizará mediante el uso de rociadores mecánicamente operados a presión, equipados con boquilla que cuente con un dispositivo tipo escudo o capuchón para evitar la desviación del rocío por efectos del viento. El equipo de curado contará con un tanque de almacenamiento dotado con un dispositivo interior de agitación para mantener el producto completamente mezclado durante el proceso. Se recomienda una membrana de color blanco, debido a sus características reflejantes ayudando a mantener la superficie más fresca y prevenir la acumulación de calor. Los compuestos se adherirán a la superficie del concreto recién colado y formarán una película continua, flexible y sin grietas visibles o cavidades y permanecerá como una película entera por lo menos 7 días después de su aplicación. Los ingredientes que se utilicen para la elaboración de la membrana de curado no serán tóxicos o inflamables. Si el fabricante no indica una dosificación, ésta será aplicada a razón de 1 dm³ (decímetro cúbico) para 5 m² de superficie. Cualquier compuesto líquido para formar una membrana secará al tacto en no más de 4 horas, una vez seco el producto no estará pegajoso, resbaloso ni se marcarán huellas cuando se camine por él.



6.7.9. Juntas en Losas de Rodamiento. Una vez que el concreto haya endurecido lo suficiente para que no se desportille y antes de que se formen grietas naturales por contracción, se aserrara la carpeta para formar una junta. El tiempo de espera entre el colado y el aserrado será de 4 a 6 horas, como máximo. Primero se aserrarán las juntas longitudinales de contracción e inmediatamente después las transversales. Las losas que se agrieten por aserrado inoportuno serán demolidas y remplazadas o reparadas si la supervisión lo aprueba.



6.7.10. Excavación para cimentación de la Estación. Esta excavación será para alojar la cimentación que recibirá a la estructura de la estación y que está resuelta por medio de zapatas corridas longitudinales a la estación y ligadas por medio de trabes transversales que recibirán la losa superior de andén.

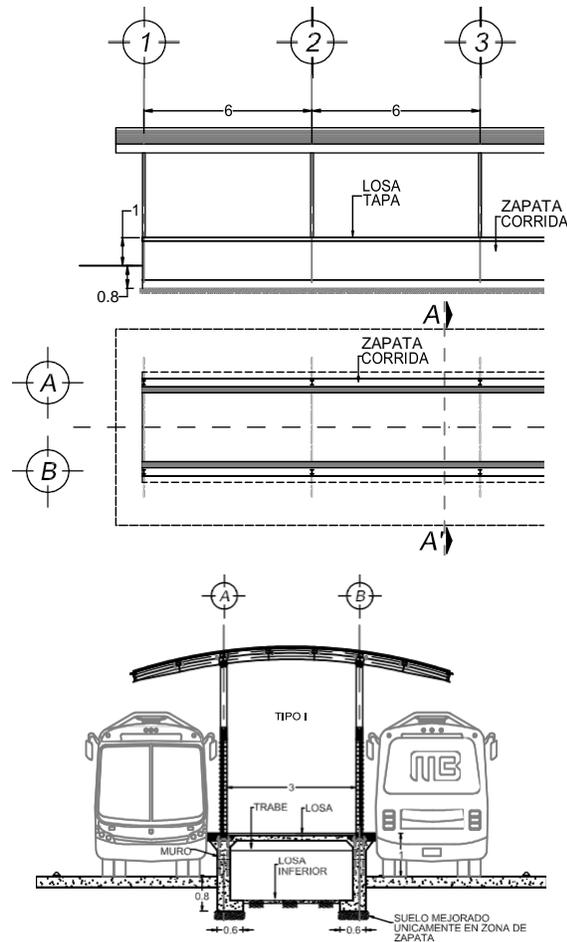


Fig. 9 Planta y cortes longitudinal y transversal de la estación

La excavación se realizará en dos etapas y con equipo ligero hasta la profundidad de desplante indicada a continuación:

Durante la excavación de la primera etapa se abrirá una caja de 70 cm de ancho y a todo lo largo de la estación y en una profundidad de 85 cm, se colocará una capa de mejoramiento de 20 cm de espesor formada por un material tipo sub-rasante el cual se compactará al 95% de su peso volumétrico seco máximo, según la prueba



Proctor estándar y una plantilla de concreto pobre ($f'c=100 \text{ kg/cm}^2$) de 5 cm de espesor, como se indica en la siguiente figura 10.

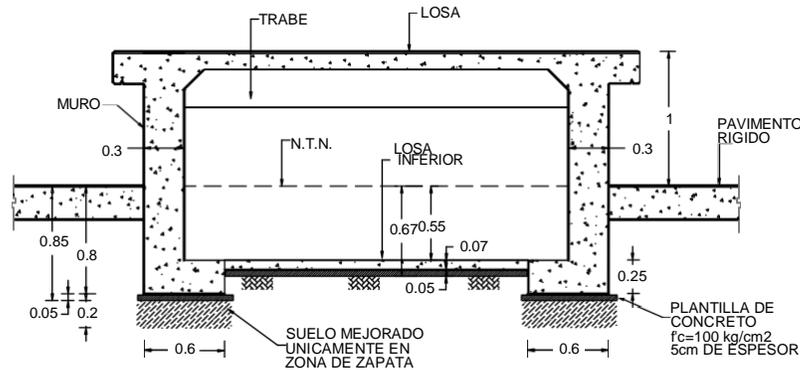


Fig. 10 Corte Transversal de andén

La segunda etapa consistirá en la excavación del núcleo a una profundidad de 67 cm aproximadamente, para la construcción de una losa inferior que tendrá la función de mantener una superficie aislada para futuras instalaciones, previo a la construcción de la losa, el terreno natural se recompactará al 90% de su peso volumétrico seco máximo determinado con la prueba Proctor estándar en un espesor de 15 cm, posteriormente se colocará una plantilla de concreto pobre ($f'c=100 \text{ kg/cm}^2$) de 5 cm de espesor.

6.7.11. Subrasante de la Estación. Para el desplante de la capa de sub-rasante se deberá verificar que bajo esta capa no se encuentre basura u otros materiales no aptos para el desplante de esta capa y se deberá efectuar su total remoción (sujeto a una supervisión geotécnica).

Los materiales inertes por colocar tendrán un espesor máximo de 20 cm, y serán producto de banco con calidad de sub-rasante, constituido por materiales limo arenosos o arenas limosas (tepetate de color café amarillento), procedente de los bancos locales y aprobados por la dirección de la obra, con límite líquido e índice plástico no mayor que 40% y 20%, respectivamente, y valor relativo de soporte igual a 20% como mínimo. Este material podrá colocarse en una sola capa y deberá compactarse como mínimo al 95% AASHTO modificada, incorporando previamente el agua necesaria por medio de riegos y mezclas sucesivos hasta obtener una humedad homogénea.

6.7.12. Colado de Zapata y Losa de Estación. Una vez que se tenga el área para la zapata corrida de cimentación, previa colocación de la capa mejorada, y al nivel de desplante de proyecto, se colocará una plantilla de concreto pobre ($f'c = 100$



kg/cm²) de 5 cm de espesor que cubra únicamente el área de la zapata corrida. Se realizará lo mismo con la losa de fondo. Se armara conforme a lo indicado en el proyecto estructural y se dejaran las preparaciones necesarias de los diferentes accesorios para realizar la conexión con la estructura metálica, cimbrando y verificando en todo momento: la nivelación y plomeo del mismo. El concreto deberá ser colocado y vibrado, incluso contener un aditivo fluidificante, de tal forma que se garantice la no existencia de conductos generados por aire, o cualquier discontinuidad por efecto de la segregación o cualquier otro efecto, el colado se realizará preferentemente en forma monolítica con el fin de eliminar las juntas frías, el área de contacto entre concretos de diferentes edades (junta fría) deberá presentar un acabado rugoso, se humedecerá por un plazo de 24 horas previas al colado y se aplicará un aditivo para unir concretos de diferentes edades. El fraguado del concreto se controlará con un método tal que asegure la no generación de grietas, fisuras, pudiéndose obtener mediante un adecuado curado a base de películas o aditivos.

- 6.7.13. Rellenos Locales en Estación. Colada y descimbrada la zapata corrida se rellenará la parte exterior con material limo-arenoso (tepetate), compactado al 90% AASHTO estándar (T-99) en capas de 20 cm (máximo) de espesor y obtener un valor relativo de soporte (VRS) de 20% (mínimo). Todos los rellenos que se coloquen en la zona de obra y no tengan una función estructural u ornamental, deberán colocarse y compactarse con las características especificadas en proyecto.

Los rellenos que se coloquen cercanos a las instalaciones hidráulicas deberán ser tendidos con una humedad superior en 2% respecto a la óptima y ser compactados en capas de 20 cm al 90% respecto a la prueba citada siempre atendiendo a los criterios fijados por la dependencia correspondiente.

- 6.7.14. Instalación de la Estructura, Cubierta y Elementos Complementarios. Por último se realiza la colocación de la estructura como: las columnas a base de perfil IPR, largueros de perfil tubular cuadrado y rectangular, así como perfil IPR para la cubierta. La cubierta será a base de lamina de policarbonato y se colocaran además los demás elementos y equipos como: barandales encausadores a base de tubo circular OC, soleras, mamparas, muro de vitrobloc, ductos para las diferentes instalaciones, máquina expendedora, de igual forma se incorporan elementos funcionales y estéticos que optimizan su operación y mejoran el entorno urbano: accesibilidad universal, cruces funcionales y seguros, integración de módulos en estaciones, es decir, conceptos de rescate del espacio público; así como los diferentes elementos de accesibilidad y rampas de acceso.



6.7.15. Carriles exclusivos. La delimitación física de los carriles exclusivos, a lo largo del trayecto del proyecto se realizará mediante la colocación de bloques sólidos de confinamiento colocados en sitio, con una sección trapezoidal con dimensiones de 0.20 m en la base inferior, 0.15 m en la base superior, 0.45 m de altura y una longitud de 2 m, misma que será empotrada en 0.25 m por lo que quedará con un altura visible de 0.20 m y con una separación entre cada elemento de 0.50 m, con excepción en las intersecciones a nivel que se tengan, donde no se colocarán estos elementos. La pared de la sección adyacente al tránsito vehicular será en ángulo recto a la superficie de rodamiento, mientras que la pared interior al carril exclusivo será con el arista redondeado, para que en caso de ser necesario se posible la salida de los autobuses a los carriles de tránsito vehicular normal, mas no la incorporación de los vehículos particulares a los carriles exclusivos.

6.7.16. Instalación Eléctrica en Estación. La Comisión federal de Electricidad (C.F.E.) entregara un servicio en baja tensión 127/220 V, para el suministro normal de energía a los equipos y servicios de las estaciones; para el servicio de emergencia se utilizará una planta de emergencia portátil, en el caso de los equipos de peaje, se hará mediante un equipo de UPS, con la finalidad de que continúe el servicio durante el fallo del suministro. En cuanto al ahorro de energía eléctrica, las estaciones y terminales, contarán para las áreas de interiores el uso de iluminación a base de leds que cubrirá las áreas con techos bajos y así como circulaciones en zona general, además de contar con sensores de presencia en la zona de servicios.

Los niveles de iluminación para las diferentes áreas se determinaron tomando como base la Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008 -Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo-; para los andenes, los niveles de iluminación se calcularon de acuerdo a los requerimientos solicitados por el área de operación de Metrobús (250 luxes).

Las tuberías y accesorios utilizados para instalaciones deberán de estar protegidas contra la corrosión, los accesorios para la unión y sujeción, serán los adecuados para cada tipo de tubería. Los gabinetes utilizados para alojar el equipo eléctrico deberán estar protegidos por dentro y por fuera contra la corrosión, además deberán estar contruidos de tal forma que se asegure una amplia resistencia y



rigidez, asimismo de ser adecuados para la atmósfera en que van a trabajar (a prueba de lluvia en exteriores, o de servicios generales para interiores). Los conductores que se instalen, deberán contar con un aislamiento termoplástico tipo THW-LS para 600V y con una temperatura máxima en el conductor de 90°C. Las conexiones al sistema de tierra serán a través de cable de cobre desnudo suave, utilizando los conectores soldables cadweld para los diferentes equipos y elementos que deben ser aterrizados.

No se tiene contemplado, la utilización de las celdas fotovoltaicas, ya que se tendría contar con un área suficiente para la captación de la misma y con el área que se tiene actualmente en las estaciones sería insuficiente, además se requiere contar con una zona de almacenamiento. Se requiere alrededor de 8,000 W para poder operar la estación, por lo que se tendría que pensar en predios alternos, lo que elevaría el costo del mismo. Si se colocara sobre la cubierta de la estación se tendrían que diseñar paneles curvos para adaptarse al diseño arquitectónico de la cubierta, además por recomendaciones del proveedor no se aprovecharía al 100% la energía solar, estos elementos tendrían que estar a un nivel elevado, en la que no se tenga sombra, ya sea de las construcciones aledañas existentes y/o el arbolado de la zona, por lo que se tendría que hacer estructuras elevadas, para la instalación de estas celdas, además de elevar el costo de inversión y mantenimiento del mismo.



6.7.17. Muros Verdes. Los jardines verticales que decorarán las estaciones serán de dos tipos: en las estaciones Tipo I, cubrirán las paredes exteriores de los módulos y del cuarto de máquinas de cada una de las mismas. Mientras en las otras estaciones, se encontrarán próximos a las rampas de acceso.



Fig. 11 Estación Tipo I del Metrobús Línea 5 con muro verde

En las estaciones Tipo I se contarán con jardines verticales, con un área aproximada de 44 m² y una altura de 2.44 m; en las otras estaciones se tendrán módulos de hasta 2 por 8 metros; estos se cubrirán con plantas de las especies cola de zorro y rocío que son especies resistentes a las condiciones ambientales y de bajo mantenimiento. Las plantas de los muros verdes crecerán en un medio hidropónico con un sustrato textil basado en un sistema de riego automatizado, incorporando elementos orgánicos (fertilizantes y nutrientes); la estrategia del muro verde considera su mantenimiento continuo, asegurando la vida de las plantas y el esplendor de su imagen.

Para el sistema de riego automatizado con microaspersores sobre los muros de concreto, se instalarán bastidores metálicos y tubería. Dichos tubos, se cubren con una capa plástica aislante y se instala el módulo donde viene el muro verde (dos capas de sustrato vegetal), por último se pone la vegetación del jardín vertical. En la base de la estructura se contará con un canal inferior para captar el agua de riego que no se absorba y se reutilice, destinándose a un depósito con capacidad de 750 lts, el agua contara con nutrientes, la cual es suficiente para irrigar por un



largo periodo de tiempo, instalándose los demás equipos en el depósito como: bomba, electroniveles, sensor, electroválvulas y el gabinete se colocara a una distancia aproximada de 13 m del depósito y se montara en una base de madera previamente colocado, continuando así con el sistema sustentable, dando continuación a lo aplicado en el anterior tramo de la Línea 5 del Metrobús.

Para captar el agua de lluvia para el riego de los muros verdes, no se justifica en cuanto al costo: para la construcción de la infraestructura como es un depósito de mayor volumen, así como las tuberías para la captación del agua.



6.7.18. Iconografía. Parte esencial de la imagen de Metrobús, es la Iconografía: una serie de representaciones gráficas esquematizadas, utilizada para identificar cada una de las estaciones del sistema. Cada icono mantiene una relación directa con el lugar representado. En la creación de la iconografía, la condicionante es la necesidad de vincular gráficamente la zona donde estarán ubicadas las estaciones; esto ha sido abordado a través de un tratamiento gráfico marcado por una tendencia a la geometrización. El nombre de las estaciones son parte integral de la iconografía y tienen la función de complementarla. Cada una de estas representaciones está delimitada por una envolvente, la cual logra darle mayor integración a cada icono, así como a la iconografía en conjunto; la forma de este recurso gráfico, mantiene la uniformidad con el logo así como con cada símbolo empleado en la imagen del sistema. El color es parte importante de la iconografía y tiene justificación directa con el diseño de imagen del sistema.



Fig. 12 Iconografía del Metrobús Línea 5



6.7.19. Señalética. Así como la iconografía la señalética, desarrolla un sistema de comunicación visual sintetizado en un conjunto de señales o símbolos que cumplen la función de guiar, orientar u organizar a una persona o conjunto de personas en aquellos puntos del espacio que planteen dilemas de comportamiento.



Fig. 13 Señalética del Metrobús Línea 5



6.7.20. Señalización vertical y horizontal. Colocación de la señalización horizontal y vertical, así como los dispositivos de seguridad, con el objetivo de transmitir al usuario de la vialidad urbana la información suficiente para orientarlo sobre el sitio en que se encuentra y la forma de alcanzar su destino, prevenir sobre condiciones prevaletientes en la vialidad y regular el tránsito, además de coadyuvar a su seguridad vial durante su trayecto.

Las señales y dispositivos de seguridad deben mantener consistencia en términos de diseño e instalación, de tal forma que permitan la pronta identificación del mensaje que se pretende comunicar. La información que se transmite a los usuarios, debe ser clara y pertinente, utilizando primordialmente símbolos y pictogramas, además de leyendas cuando así se requiera.

Además se deberá retirar el señalamiento que este en mal estado y reemplazarlo, así también se deberá retirar y reemplazar todo el señalamiento que ya no es vigente de acuerdo al nuevo reglamento que entro en vigor.



Fig. 14 Señalización vertical restrictiva en vialidad del Metrobús Línea 5



6.7.21. Cruces Seguros. Parte primordial de los corredores del Metrobús son los Cruces Seguros en todas las intersecciones, con la finalidad de salvaguardar la vida de los capitalinos y reducir el número de incidentes viales, como choques y atropellamientos.



Fig. 15 Cruces Seguros del Metrobús Llínea 5

Tiene el objetivo primordial de hacer más seguras las intersecciones para peatones a través de adecuaciones geométricas, ajuste en la operación de los semáforos, marcas en el pavimento y pintura en los cruceros, colocación de señalamiento horizontal y vertical, reconfiguración de carriles y ampliación de áreas de resguardo peatonal. Así también tienen la finalidad de organizar los flujos vehiculares y peatonales, hacer más eficiente el uso de las calles y permitir el cruce de la intersección con mayor claridad, comodidad y seguridad a todos los usuarios.



6.7.22. Accesibilidad.

Accesibilidad en estaciones:

- Puerta de cortesía o garita.
- Rampas en banqueta y para ingreso a estación.
- Puentes peatonales con rampas.
- Elevadores para sillas de ruedas.
- Semáforos peatonales auditivos.
- Guía táctil para personas con discapacidad visual.
- Placas braille.
- Dispositivo de alerta para operadores de autobuses para el ascenso de personas con discapacidad.
- Rampas en banqueta y para ingreso en estación.

Accesibilidad en Autobuses:

- Espacios exclusivos para silla de ruedas y carriolas.
- Ingreso a nivel de autobuses.
- Alarma acústica.
- Pasamanos llamativos para personas con discapacidad visual.
- Anuncios luminosos y auditivos de cierre de puertas.
- Asientos reservados para personas con discapacidad, mujeres, niñas, niños y personas mayores.



6.7.23. Áreas y Volúmenes.

DESCRIPCIÓN	ÁREA (m ²)	PORCENTAJE
Área total del predio	28,007.04	100%
Área de desplante	1,686.11	-
Área por construir (estaciones y terminal)	1,686.11	6.02%
Áreas verdes afectadas permanente	570.92	2.04%
Áreas verdes afectadas temporalmente	0	0%
Área de vialidades o de infraestructura	25,750.01	91.94%
Área de donación, en su caso	N.A.	N.A.
Área de construcción existente	N.A.	N.A.
Volumen de excavaciones	¹ 21,489.28 m ³	100%
Volumen de demolición	25,750.01 m ³	100%

¹ Sin factor de abundamiento