



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

*“PROYECTO DE REUBICACIÓN Y
CONSTRUCCIÓN DE LA ESTACIÓN
TERMINAL XOCHIMILCO DEL TREN
LIGERO”*

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

CHÁVEZ GONZÁLEZ EMMANUEL

DIRECTOR DE TESIS:

ING. ERNESTO RENÉ MENDOZA SÁNCHEZ

CUIDAD UNIVERSITARIA. ENERO 2009





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**PROYECTO DE REUBICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE LA
ESTACIÓN TERMINAL XOCHIMILCO DEL TREN LIGERO**

INTRODUCCION

INTRODUCCION

La actual administración del Gobierno del Distrito Federal, se plantea como uno de sus más importantes retos, el dotar a la Ciudad de un sistema de transporte público en el que puedan convivir de manera armónica todos los modos de servicio, bajo un esquema de regularidad, eficiencia y seguridad.

El tren ligero como un medio de transporte, ofrece una solución eficiente y limpia a los problemas de congestión vial y de contaminación.

Comparado con otros modos de transporte, el tren ligero ofrece rapidez, seguridad, puntualidad, flexibilidad, reducción de la contaminación ambiental, visual y auditiva; mayor capacidad de transportación, facilidades de acceso; competitividad y en general, sustentabilidad desde las perspectivas urbana, económica, social y ambiental.

Por lo anterior surge el proyecto de Reubicación y Construcción de la Estación Terminal Xochimilco del Tren Ligero, el cual tiene como objetivo efficientar el servicio que ofrece el Tren Ligero de la Ciudad de México, posicionándolo como un modo de transporte cómodo, eficiente, seguro y amigable con el medio ambiente, contribuyendo con ello, al mejoramiento de la calidad de vida de la población, además de otorgar plusvalía turística y estética que genera la puesta en operación de la nueva terminal.

La puesta en operación de la nueva terminal, traerá aparejado el reordenamiento y mejoramiento del entorno urbano y el rescate turístico del Centro Histórico de Xochimilco, además de ser un detonante del desarrollo económico y del mejoramiento de la calidad de vida de la zona directamente afectada por el proyecto.

De esta manera, en los capítulos siguientes se presenta un panorama de lo que será la nueva Estación Terminal Xochimilco del Tren Ligero.

PROYECTO DE REUBICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE LA ESTACIÓN TERMINAL XOCHIMILCO DEL TREN LIGERO

INTRODUCCION.....	1
I. Antecedentes y Aspectos Generales.....	3
I.1. Transporte y Pasajeros en la Ciudad de México.....	4
I.2. Comunicaciones Viales y Transporte Colectivo en la Ciudad de México.....	6
I.3. Referencias Históricas, Objetivo y Justificación del Tren Ligero en la Ciudad de México.....	7
II. Descripción del Proyecto de Reubicación y Construcción.....	13
II.1. Justificación Técnica.....	14
II.2. Características Generales del Proyecto.....	18
II.3. Estudios Geotécnicos.....	20
II.4. Obra Civil.....	24
II.5. Obra Electromecánica.....	27
1. Vías.....	27
2. Catenaria.....	30
III. Proceso Constructivo y Materiales Utilizados.....	33
1. Excavaciones.....	36
2. Cimentación.....	40
A. Acero.....	40
B. Concreto.....	43
C. Cimbra.....	47
3. Superestructura.....	50
A. Columnas Prefabricadas.....	50
B. Losa Aligerada.....	53
C. Estructura Metálica.....	56
D. Velaria.....	58
E. Acabados.....	60
F. Pavimento Tipo Flexible.....	81
G. Vías sobre Balasto.....	86
IV. Presupuesto.....	90
A. Catálogo de Conceptos.....	91
1. Presupuesto De Obra Civil.....	93
2. Presupuesto de Obra Electromecánica.....	94
V. Programas de Obra.....	96
A. Programa de Obra Civil.....	97
B. Programa de Obra Electromecánica.....	99
C. Programa Financiero.....	99

PROYECTO DE REUBICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE LA ESTACIÓN TERMINAL
XOCHIMILCO DEL TREN LIGERO

VI. Conclusiones.....	104
Bibliografía.....	107
Anexos.....	108

CAPITULO I

ANTECEDENTES Y ASPECTOS GENERALES

I. ANTECEDENTES Y ASPECTOS GENERALES

I.1 TRANSPORTE Y PASAJEROS EN LA CIUDAD DE MÉXICO

donde se señala lo siguiente: En una ciudad como la de México, que ha ido creciendo en forma anárquica a un ritmo en extremo vertiginoso, se plantean problemas de índole social, laboral, educativo, etc.; los cuales obligan a dar soluciones para la población que ahí se aglutina.

Es un hecho irrefutable, que el ingeniero desempeña un papel preponderante en algunas de las alternativas para dar solución a los problemas antes mencionados, por lo menos en lo que se refiere a los aspectos de infraestructura necesarios para el desarrollo de cualquier grupo social.

Por citar sólo algunos de los campos en los cuales contribuye en forma definitiva el profesional de la Ingeniería, podríamos mencionar edificación de casas habitación, locales industriales, escolares, instalaciones de agua potable, drenajes, diseño y construcción de vías de comunicación, entre otras. Es precisamente dentro de este último punto, donde se pretende desarrollar el presente trabajo.

Partiendo de una ciudad que tiene una superficie de 550 Km², donde se concentra una población de 20 millones de habitantes, encontramos que uno de los problemas que cobran prioridad es el de las vías de comunicación y el transporte de grandes masas de población; debido a que este punto se ve directamente vinculado con aspectos de productividad, inversión en traslados, combustible, degradación del ambiente y medio ambiente, horas – hombre perdidas en transportación y todos aquellos aspectos que se derivan de lo anterior, por lo que surgió la inquietud de elaborar algunos estudios, de los cuales se cita a continuación una reseña:

Aproximadamente en la década de los 60' el gobierno federal dispone la realización de un estudio en cuanto al problema del transporte del D.F, el cual arrojó lo siguiente:

-Una gran urbe con crecimiento anárquico, resultado del trazo que originalmente tuvieron el centro de la Ciudad y los pueblos vecinos, de los desarrollos urbanos construidos durante la colonia, de los derechos de vía creados por los tranvías, de los cauces de algunos ríos entubados y transformados en grandes avenidas, etc. Este desarrollo se llevó a cabo sin una planeación y un control adecuados.

-El uso de la tierra mostraba una irracional y desordenada distribución de centros habitacionales, comerciales, industriales y de otras actividades, lo que obligaba a los habitantes a realizar grandes recorridos en todas direcciones.

-El área urbana comprendida anteriormente, fijaba límites de 372 Km², con longitudes máximas de 25 Km. de norte a sur y 20 Km. de oriente a poniente, lo cual se iba convirtiendo en un dato inexacto debido a que la mancha urbana crecía en todos sentidos a un ritmo acelerado año con año.

En cuanto a los aspectos de población-demografía-crecimiento se encontró:

-A la población del DF en 1965 (tomando como base los censos de 1930, 1940, 1950 y 1960) de seis millones y medio, se le agregaba un millón más de habitantes de las zonas periféricas.

-La tasa de crecimiento demográfico en las últimas décadas era superior al 5% mostrando una tendencia a irse incrementando.

-La población para las décadas subsiguientes a 1970 extrapolando el crecimiento de los últimos años sería de 7 millones de habitantes, más 2 millones que se le sumaban en las zonas adyacentes.

En 1965 la Dirección General de Tránsito tenía registrados 310,000 vehículos los cuales transportaban un total de 850,000.00 pasajeros; a dichos vehículos había que sumar los transportes de carga, remolques, motocicletas y bicicletas, lo cual incrementaba la cifra a medio millón aproximadamente.

Otro punto importante mostrado por las estadísticas, era el referente a que el 76% de la población se transportaba en medios masivos y el 24% restante lo hacía en automóviles particulares y taxis.

En el estudio mencionado se encontró que de las 91 líneas de autobuses urbanos y transportes eléctricos que había en la ciudad, 65 de ellas circulaban por el primer cuadro y zonas aledañas, lo que se traducía en enormes embotellamientos, lo cual se acrecentaba considerando el espacio limitado ocasionado por los cerca de 150,000 vehículos estacionados en las vías de circulación; a lo anterior habría que sumar que entre el 40 y 50 % de viajes diarios en esta ciudad, se realizaban hacia el centro de la misma.

Tales condiciones hacían del transporte un problema indescifrable y por lo tanto irresoluble ya que se encontró que la velocidad de autobús y transportes eléctricos, era menor al de una persona caminando.

De lo anteriormente descrito se desprendió, como era lógico, por los resultados de los estudios realizados, que era prioritario atender el problema de comunicaciones viales y transportes colectivos en una forma urgente, pero avocándose a una planeación que vislumbrara no solo soluciones inmediatas sino con proyección a largo plazo. Esto generó que se diera forma a varios proyectos en este campo, siendo uno de ellos el de transporte colectivo de la población.

I.2 COMUNICACIONES VIALES Y TRANSPORTE COLECTIVO EN LA CIUDAD DE MÉXICO.

Para 1965 la ciudad contaba con una red vial, formada por una cantidad considerable de avenidas importantes y tres arterias de tránsito rápido: el Viaducto, el Periférico y la calzada de Tlalpan, así como numerosos pasos a desnivel para la solución local de problemas viales.

Sin embargo, varias avenidas presentaban falta de continuidad en uno de los extremos, ubicando principalmente aquellas que llegaban al primer cuadro, lo cual les hacía perder todas las ventajas de vía rápida, por citar algunos ejemplos se puede mencionar: Calzada Zaragoza al llegar a Morazán, Vallejo en la Raza, Oceanía en su extremo sur, entre otras.

El atender el problema vial para satisfacer las necesidades de circulación de los automóviles había demostrado por lo menos estas condiciones:

- A) Los viaductos y periféricos, no constituyen la solución recomendable en materia de transporte masivo ya que en cierta medida estas vías solucionan las necesidades de propietarios de automóviles, no así la de las grandes mayorías.
- B) El aumento progresivo y sin planeación del número de autobuses y transportes en general, conduce a incrementar y con esto a agravar más los problemas de tránsito, las pérdidas de tiempo, los consumos y desgastes excesivos de las unidades, contribuyendo así a elevar el problema de la contaminación.

En lo que se refiere a transporte de pasajeros se concluyó que este era uno de los principales problemas de la ciudad. El intenso movimiento de personas en transportes urbanos era la causa de congestionamientos que se agravaban en la zona denominada primer cuadro, siendo esta la de mayor afluencia y caracterizada por la gran movilidad que ahí se originaba como área de comercio, habitación y zona laboral para una gran cantidad de capitalinos.

Las causas que ocasionaban este problema eran:

- Ausencia de continuidad en un gran número de avenidas y calles importantes.
- Número elevado de ciudadanos, demandando transporte.
- Gran cantidad de líneas de autobuses que traslapaban sus rutas.
- Dualidad y falta de coordinación entre líneas de autobuses y transportes eléctricos.

-La falta de planeación en el recorrido de las líneas de transporte generaban que el 75% tuvieran como punto común el primer cuadro de la ciudad, ocasionando graves congestionamientos.

-Falta de terminales adecuadas para transportes urbanos, suburbanos y foráneos.

-Equipos anticuados o excesivamente usados, de operación lenta y deficientes.

-Competencia desleal de las líneas de autobuses que duplicaban y en ocasiones triplicaban las rutas establecidas de transportes eléctricos.

En la actualidad, el promedio de tránsito de vehículos privados en el Distrito Federal y municipios conurbados asciende a poco más de tres millones de unidades. Este ritmo de crecimiento ha generado una gran emisión de contaminantes, acentúa conflictos viales e impacta la reducción de velocidad. Estudios realizados por INEGI, señalan que cada auto privado transporta 1.7 pasajeros, lo que expresa la ineficiencia de la demanda de movilidad en la zona metropolitana.

De acuerdo con el análisis, se calcula que para transportar a 1530 pasajeros, se requiere en equivalencia: un solo tren del metro, 900 automóviles, 39 unidades de microbús ó 20 autobuses. Respecto al consumo energético y emisión de contaminantes, por cada 12 kilómetros recorridos, el consumo equivalente del metro sería de 15 litros de diesel que no emiten contaminantes; los 900 autos requieren 587 litros de gasolina y emisión de contaminantes de 50.6 gr/pasajero/km; al consumir 306 litros de gasolina los micros emiten 11.6 gr/pasajero/ Km, mientras que los autobuses gastan 153 litros de diesel para emitir contaminantes por 1.5gr/pasajero/km.

Por ello es necesario resaltar la importancia que tiene el transporte público como medio para disminuir la contaminación del ambiente, así como para optimizar los viajes y transportar mayor número de pasajeros en menos tiempo.

El panorama para el transporte público en la Ciudad de México es de mejoramiento, ampliación y modernización a efecto de hacer eficiente la operación de los servicios que se ofrecen a la ciudadanía.

I.3 REFERENCIAS HISTORICAS, OBJETIVO Y JUSTIFICACIÓN DEL TREN LIGERO EN LA CIUDAD DE MÉXICO.

La llegada del siglo XX vio la instalación de los primeros tranvías eléctricos de la ciudad, que circulaban sobre las mismas vías que los de mulitas, aunque la sustitución de estos últimos por los nuevos “troleys” no terminó sino hasta 1934, cuando el último tranvía de mulitas hizo su recorrido final por las calles de Guatemala y el Carmen, hasta el barrio de Tepito.

Así, durante la primera mitad de este siglo, el transporte eléctrico compitió con un creciente número de camiones y automóviles de alquiler y particulares movidos por gasolina, iniciando la dinámica que hoy caracteriza a nuestra ciudad.

La Compañía de Ferrocarriles del Distrito Federal inauguró el 15 de enero de 1900 el servicio de la primera línea electrificada de tranvías, que iba del Zócalo a Tacubaya y posteriormente hasta Tlalpan, con ello, iniciaba el reemplazo de los tradicionales tranvías de mulitas o de sangre.

La operación como vía doble del tramo San Antonio Abad a Churubusco se inició en agosto de 1905, la siguiente etapa: Churubusco - Huipulco se completó hasta junio de 1910. Como parte de la estrategia expansionista de la Mexican Light & Power Co. (creada en 1902).

El 1o. de junio de 1906 nació la Compañía de Tranvías de México. El 23 de diciembre de 1924 se conformó la Alianza de Tranviarios de México.

La Compañía ofrecía diversos servicios, además del transporte de pasajeros y de mercancías; distintas corridas y rutas especiales se establecieron para abarcar un mercado más amplio. Por ejemplo, el servicio fúnebre a los diferentes cementerios, servicio de carga con escapes especiales para fábricas o haciendas, corridas turísticas, incluso la transportación de presos era una actividad común para la empresa.

Por decreto del 31 de diciembre de 1946, surge la Institución Descentralizada de Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal. Seis años después, en 1952, el Departamento del Distrito Federal adquiere los bienes de las empresas Compañía de Tranvías de México, S.A., Compañía Limitada de Tranvías de México y Compañía de Ferrocarriles del DF, que pasaron a ser parte del Organismo Servicio de Transportes Eléctricos del D.F.

El 4 de enero de 1956, el Congreso de los Estados Unidos Mexicanos decretó la Ley de la Institución Descentralizada de Servicio de Transporte Público "Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal". Se definió a partir de esta ley al STE como un "Organismo Público Descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propios".

Una vez creado este Organismo se iniciaron los planes para reestructurar y renovar el servicio. Un primer esfuerzo para poner a tono el nivel de los transportes de tracción eléctrica, fue la adquisición de un nuevo tipo de tranvía denominado PCC (President Commision Car). En ese mismo año salió a dar servicio de las instalaciones de Indianilla el tranvía 2000, único carro de este tipo, hasta que en agosto de 1953 el Jefe del Departamento del D. F. ordenó la compra de 91 unidades más.



Fotografía 1. Tranvía PCC

El tranvía PCC dio servicio en la Ciudad hasta la década de los ochenta y fue el antecedente inmediato del moderno Tren Ligero.



Fotografía 2. Tranvía 2000

La base de la renovación del STE, y que constituiría el símbolo característico de esta Institución, es el trolebús. Las primeras veinte unidades con las que contó la Ciudad de México fueron del modelo Westram, compradas en 1945 a una empresa en Nueva York y armadas en los talleres de Indianilla durante 1946.

Para las primeras pruebas se levantó un circuito experimental entre las calles de Villalongín y Sullivan. Sin embargo, fue hasta el viernes 9 de marzo de 1951 cuando se inauguró el servicio formal en la línea Tacuba - Calzada de Tlalpan.

Para 1976 la red de tranvías contaba con 156 Km., pero debido a la construcción de los Ejes Viales en los años de 1974 a 1982, esta se vio reducida a 3 líneas de tranvías y 16 de trolebuses. Para compensar la reducción de líneas de tranvías se construyeron nuevas rutas de trolebuses alcanzando para fines de 1988 una longitud de casi 510 Km. La red de tranvías tendía a desaparecer, dando paso a la construcción de la primera línea de Tren Ligero en el sur de la Ciudad, con origen y destino de Tasqueña a Xochimilco.

Durante la década de los ochenta el transporte eléctrico de la ciudad no sólo se concentró en el metro, ya que fue en este tiempo cuando el Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal, comenzó el reemplazo de los antiguos tranvías PCC por uno de los símbolos característicos de la institución, el tren ligero.

Fue en el año de 1984 que los últimos tranvías PCC fueron retirados del servicio que prestaban en la antigua línea de Xochimilco, para dar paso al Tren Ligero. En 1985 se inició un proyecto para renovar el servicio de esa línea que consistió en dos etapas: Primero se acondicionó el tramo Taxqueña – Estadio Azteca y para 1988, el tramo Huipulco – Xochimilco.

Es importante mencionar que en el año de 1983, el metro se encontraba en la tercera etapa de expansión, concluyendo la construcción de las líneas 1, 2 y 3 e iniciando la construcción de las líneas 6 y 7. Posteriormente, en 1986, comenzaría su cuarta etapa con la ampliación de las recién construidas líneas 6 y 7, además de iniciarse la construcción de la línea 9. Por lo anterior, algunas de las razones fundamentales por las que se decidió implementar el servicio del tren ligero en esa ruta en lugar de metro fueron las siguientes:

- Respetar el derecho de vía con que contaba el servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal.
- El trazo de una línea de metro por ese derrotero no era sencillo, pues por sus características técnicas, de operación y de mantenimiento, necesitaba de mucha infraestructura.
- La demanda de los usuarios del servicio, no justificaba la implementación de una línea de metro en esa zona, pues esta requería de una gran inversión económica.

Sin embargo, posiblemente la razón más importante y fundamental por la que se decidió implementar tren ligero en lugar de metro, fue que las autoridades del Servicio de Transportes Eléctricos, defendieron el derecho de vía que les pertenecía; pues en algunas otras zonas de la ciudad donde también circulaban los antiguos tranvías, les quitaron las rutas para dar paso a otro sistema de transporte, reduciendo en gran medida la longitud de operación de los nuevos trolebuses.

La flota vehicular asignada originalmente a esta nueva línea estuvo integrada por 17 trenes que fueron construidos mediante adecuaciones y ensambles de los tranvías PCC apoyados por asesoría extranjera; sin embargo, debido a la antigüedad de varios componentes, estas presentaban frecuentes averías que interrumpían la continuidad del servicio, por lo que se retiraron de la operación y en el año de 1990 se adquirieron equipos nuevos.



Fotografía 3. Tren Ligero TE-90

Actualmente este Servicio de Transportes Eléctricos de Trolebuses y Tren Ligero consta de 405 trolebuses que cruzan la ciudad y 16 trenes ligeros de dos carros cada uno, estos últimos en una ruta que consta de 18 estaciones en el sur de la ciudad, de Tasquea a Xochimilco.

Entre las ventajas que ofrece el servicio de trolebuses, se pueden mencionar que es económico, seguro, no contamina y la capacidad es de cien personas entre los que van de pie y sentados. Su horario es amplio: de 5 de la mañana hasta las 24 horas, al igual que el tren ligero, con catorce rutas que cubren los puntos principales de la ciudad de acuerdo a los estudios de orígenes y destinos.

Sumando el servicio del tren ligero y trolebuses, diariamente son atendidos alrededor de 250 mil pasajeros con boleto pagado, además de servir a personas de la tercera edad y discapacitados, quienes están exentos del pago, así como personas integradas al Programa de jóvenes en situación de riesgo.

El consumo de energía no es elevado y el boleto que tiene el pasajero cubre un seguro del viajero; además, los trolebuses se encuentran conectados a estaciones principales del metro para dar facilidades de transporte a quienes ocupan las rutas. Otra ventaja es que paradójicamente es uno de los transportes más seguros, ya que por sus dimensiones resiste golpes originados por colisiones y no puede ser desviado de su ruta.

Actualmente con 11 cruceros vehiculares en el derrotero del Tren Ligero, la duración del trayecto entre las terminales Tasqueña - Xochimilco es de 45 minutos, lo que ha reducido en promedio de 5 a 6 minutos el intervalo de paso de los trenes, situación que favorece al STE al recuperar la confianza de los pasajeros y alcanzar los más altos índices de calidad de este modo de transporte. Lo anterior ha contribuido a mejorar las condiciones de confort y seguridad para los usuarios, teniendo mejores instalaciones y equipo rodante en óptimas condiciones.

Así mismo, el sistema de tren ligero contribuye actualmente al desplazamiento de más de 55 mil viajes / persona / día, equivalente al tránsito de 33 mil automóviles particulares, considerando que estos últimos transportan a un promedio de 1.7 personas por vehículo.

Las unidades del tren ligero Modelo TE-90 y TE-95 fueron fabricados con los últimos adelantos tecnológicos, que les permiten registrar y almacenar una serie de información para el diagnóstico y mantenimiento programado preventivo que hace más segura la operación de los vehículos en línea.

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE REUBICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE REUBICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN

II.1 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA.

El Tren Ligero ofrece su servicio de Transporte Público de la terminal Tasqueña del Sistema de Transporte Colectivo Metro al centro de Xochimilco beneficiando a los habitantes de la zona Sur de la Ciudad de México; su derrotero formado por 16 estaciones de paso y dos terminales, favorece a 18 millones de pasajeros, habitantes de las delegaciones Tlalpan, Coyoacán y Xochimilco, esta última una de las zonas que ha presentado gran crecimiento de población en los últimos años y que como consecuencia de ese mismo crecimiento, hace necesario mayor número de servicios para sus habitantes, entre ellos el transporte

Es un servicio de transporte que atiende un corredor de mediana capacidad en lo que a demanda se refiere, es decir entre 2500 y 3000 pasajeros por hora /sentido. Una de las características de este modo de transporte es su evolutividad porque su capacidad puede ser desarrollada en función del crecimiento de la demanda.



Figura 1. Derrotero de la línea del Tren Ligero

Actualmente la terminal Xochimilco tiene muchas limitaciones que ponen en riesgo la seguridad de las operaciones que se realizan para ofrecer el servicio de transportación a los usuarios, algunas se mencionan a continuación:

- El incremento de usuarios en este modo de transporte ha rebasado la capacidad de sus instalaciones y la capacidad de transportación del servicio principalmente en las horas de máxima afluencia
- La estación cuenta con andenes de ascenso y descenso muy estrechos, con capacidad para 200 personas, lo que además de hacerla poca funcional e incomoda para el público usuario, pone en riesgo su integridad física al saturarse el principalmente el andén de ascenso en la hora pico, pues los usuarios tienen que esperar en la calle para abordar los trenes.
- No cuenta con un área de maniobras y operaciones adecuada, aumentando el riesgo para los usuarios, e impidiendo agilizar las maniobras de reparación y mantenimiento cuando un tren llega averiado a dicha estación.
- Operaciones y maniobras en la terminal limitadas a un solo tren.
- La señalización y operación de los aparatos de cambio de vía no cuentan con respaldo de energía eléctrica para situaciones de contingencia, lo que incrementa el riesgo de descarrilamientos además de que son operados manualmente.
- El servicio se opera con una sola vía para llegada y salida de trenes, por lo que se corre el riesgo de provocar una coalición entre trenes además, de que para abordar el tren en la estación, los usuarios tienen que esperar primero a que salgan los pasajeros que llegan.
- Lentitud en las maniobras de ingreso y salida de trenes a la terminal por el uso de una sola vía, con afectaciones a las frecuencias e intervalos de paso de las unidades que está limitado a 8 minutos en horas de máxima demanda y un ciclo de vuelta de 90 minutos.
- Manifestación de molestias por parte de los usuarios debido a la saturación de los andenes, incrementando el riesgo de accidentes dentro y fuera de las instalaciones.
- Debido a la falta de espacios para su instalación, no se cuenta con equipos y sistemas de seguridad suficientes para la prevención y atención de emergencias.
- Desorden en los patrones de movimiento del tránsito peatonal poniendo en riesgo su integridad física.

- La falta de iluminación en las inmediaciones de la Terminal, propicia actos delictivos y vandalismo.
- La vigilancia y control de las maniobras permanentes y extraordinarias que se realizan en la terminal por parte del Regulador de Tráfico, son limitadas, lo que puede generar una instrucción equivocada.



Fotografía 4. Imágenes de la Estación Xochimilco en horas pico.

Por lo anterior se requiere reubicar dicha terminal en lo que eran los antiguos talleres de mantenimiento del Tren Ligero adecuándola a las nuevas necesidades del servicio.

Con la construcción de la nueva Terminal Xochimilco se pretende:

- Transportar 80,000 pasajeros en días laborales con boleto pagado y 10,000 con cortesía.
- Reducir el ciclo de la vuelta a 60 minutos.
- Disminuir el intervalo de paso en horas de máxima demanda a 3 minutos.
- Incrementar el parque vehicular en circulación hasta los 16 trenes con los que se cuenta.
- Incrementar la capacidad de los andenes a 700 personas evitando cruzamientos de flujos de demanda y separación de andenes exclusivos para las maniobras de ascenso y descenso de usuarios.
- Mejorar el confort de los usuarios reduciendo el riesgo de accidentes.
- Operar y maniobrar en la terminal con dos trenes acoplados.
- Operar con tres trenes de manera simultanea, agilizando las maniobras.
- Ampliar la infraestructura a doble vía con dos sentidos de circulación, evitando colisiones entre trenes.
- Señalizar y operar con aparatos de cambio de vía automáticos y suministro de energía permanente, reduciendo el riesgo de descarrilamientos.
- Reducir a 9 los cruceos vehiculares a nivel.
- Tener espacios disponibles y adecuados conforme a normas para la instalación de equipos y sistemas de seguridad.
- Incrementar la iluminación y vigilancia para prevenir delitos.
- Ordenar el tránsito peatonal para garantizar su seguridad.
- Tener rapidez y seguridad en las maniobras de desalojo de trenes averiados.
- Contar con una terminal en equilibrio con la armonía de la zona de Xochimilco.

- Incrementar la vigilancia y control de las maniobras por parte del regulador de tráfico.
- Cumplir con la Norma Oficial Mexicana que establece los requisitos arquitectónicos para facilitar el acceso, tránsito y uso de las personas con discapacidad en un medio de transporte público de pasajeros.
- Agilizar el flujo, maniobras de ascenso y descenso de pasajeros en la terminal de Xochimilco ofreciendo mayor confort y seguridad a los usuarios durante su estancia en dicha terminal. Así como contar con un área de maniobras adecuada para agilizar los cambios de vías de trenes, lo que ofrece mayor seguridad a los operadores de los mismos y rapidez en la operación.

II.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO

El Proyecto de la Estación Terminal de Tren Ligero Xochimilco, surge de la necesidad de mejorar su funcionamiento al aumentar en 5 veces su capacidad de captación de usuarios y reducir el intervalo de espera del servicio, con el propósito de revalorar socialmente un medio efectivo de transporte, no contaminante, de bajo costo y de fácil implantación urbana.

La estación se diseña como parte integral de la nueva imagen del transporte público del Tren Ligero, cumpliendo con las necesidades actuales de un sistema de transporte de vanguardia tecnológica como son: seguridad, eficiencia, comodidad, accesibilidad y óptima funcionalidad, considerando urbanamente las características físicas, culturales, históricas y sociales arraigadas y peculiares dentro del centro histórico de Xochimilco.

La nueva estación de tren ligero se conceptualiza como un objeto urbano y arquitectónico que se introduce en un contexto urbano desarticulado, ayudando a generar un nuevo ordenamiento espacial y visual en la zona y pretendiendo que se convierta en una puerta a Xochimilco.

Es prerrogativa del proyecto, la intención de recuperar la traza urbana original de Xochimilco que actualmente se encuentra interrumpida por el derecho de vía de la línea del tren ligero. Esto se logra reubicando la estación, retirándola dos cuadras hacia fuera del área inmediata al centro histórico y los monumentos históricos catalogados adyacentes a ésta. De esta manera también se liberan dos cruces vehiculares y peatonales de su intersección con las vías del Tren Ligero, a la par contribuyendo a la mejora del flujo vehicular. Ver croquis del estado actual y propuesta de reubicación en plano No. 1 (Planta de Conjunto).

El Proyecto para la nueva estación de Tren Ligero Xochimilco que actualmente se encuentra ubicada en una calle de 14 m. de ancho, se reposiciona en una avenida de 45 m. de ancho con la capacidad suficiente para alojar una estación terminal de las características requeridas para el funcionamiento proyectado.

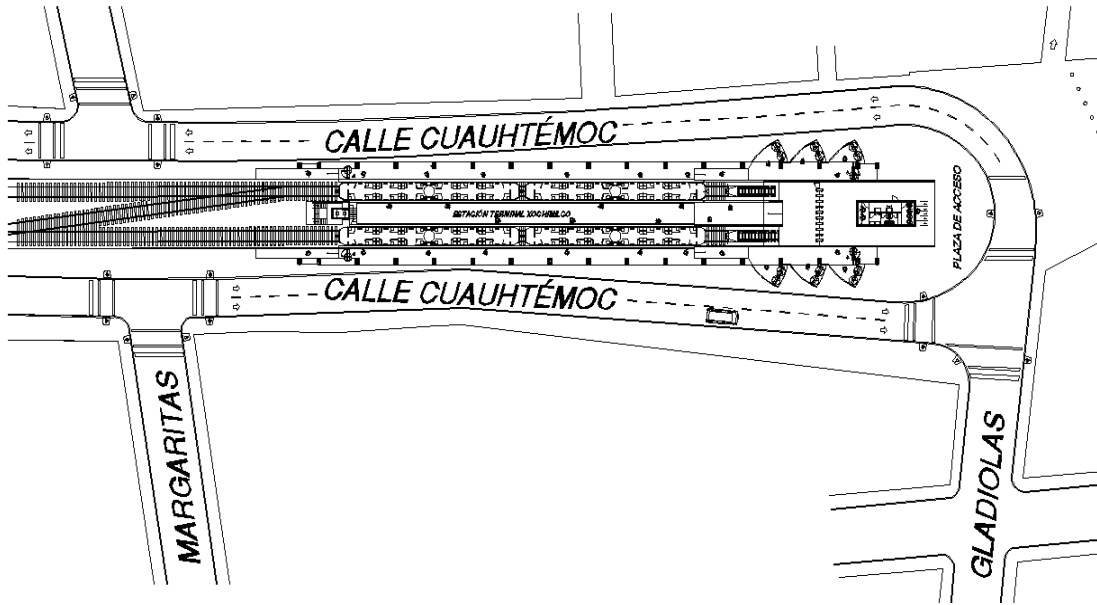


Figura 2. Planta de Conjunto

La recuperación de las 2 cuadras anteriormente mencionadas plantea un corredor peatonal en el cual se incorporan elementos de mobiliario e infraestructura urbana, así como arquitectura de paisaje que pretende recuperar la tradición botánica de Xochimilco.

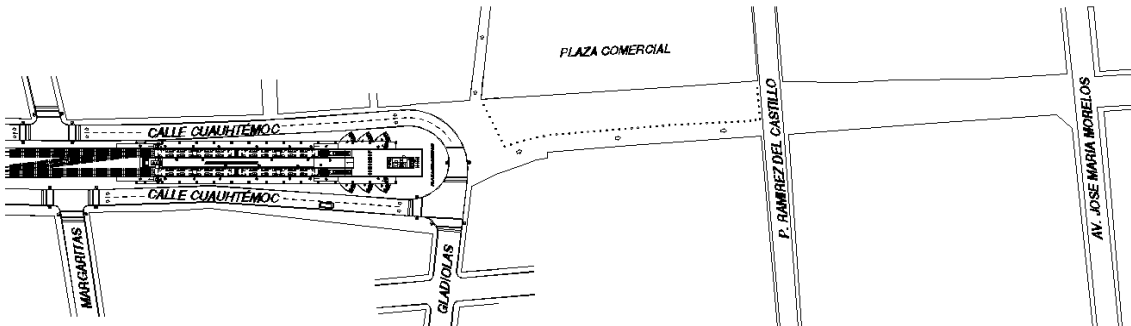


Figura 3. Ubicación de la nueva estación terminal Xochimilco

Con la reubicación de nueva estación terminal se contribuye a producir beneficios en ésta zona de Xochimilco en materia de estructura vial y de sistema de transporte público que serán de gran importancia para la demarcación y su interacción con otras delegaciones, mejorando la capacidad de sus redes viales existentes y la calidad del servicio del sistema de transporte público.

II.3 ESTUDIOS GEOTECNICOS

EXPLORACIÓN Y MUESTREO DEL SUBSUELO

Para determinar las características estratigráficas y físicas de los materiales del subsuelo y con base en ellas establecer las alternativas de cimentación más apropiadas para las estructuras proyectadas, se realizó un estudio de mecánica de suelos consistente en la realización de trabajos de exploración y muestreo del subsuelo, pruebas de laboratorio, y en los análisis geotécnicos correspondientes para establecer las recomendaciones para el diseño de las alternativas de cimentación que se juzguen más adecuadas para la Nueva Estación Xochimilco.

Para determinar lo antes descrito se realizaron dos sondeos de tipo mixto a 20 m de profundidad, denominados SM-1 y SM-2.

Los sondeos mixtos se realizaron combinando el muestreo inalterado combinando el muestreador shelby, con el muestreo alterado mediante la realización de la prueba de penetración estándar.

La investigación de los depósitos superficiales del subsuelo se realizó mediante la excavación de dos pozos a cielo abierto a 2.5 m de profundidad, denominados PCA-1 y PCA-2, se inspeccionaron sus paredes determinando la estratigrafía mediante la clasificación de los materiales expuestos en las paredes de los pozos, mediante técnicas de clasificación de campo y obteniendo muestras cúbicas inalteradas de los materiales representativos.

Se determinó la resistencia de los suelos in situ, mediante un penetrómetro manual instrumentado con un anillo de carga.

PRUEBAS DE LABORATORIO

Todas las muestras obtenidas se clasificaron en forma visual y al tacto, en estado húmedo y seco mediante pruebas del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). Se determinó también su contenido natural de agua.

En los estratos representativos se hicieron límites de consistencia y se determinó el porcentaje de finos; también se obtuvo la densidad de sólidos.

Para conocer los parámetros de resistencia del suelo, se efectuaron en muestras inalteradas ensayos de compresión axial no confinada y compresión triaxial no consolidada-no drenada (pruebas UU). Así se obtuvo la ley de resistencia definida por la envolvente de falla de los círculos de MOHR correspondientes a los estados de esfuerzo desviador máximo así como los registros de laboratorio y las gráficas de esfuerzo deformación unitaria.

Los parámetros de compresibilidad del suelo, se obtuvieron por medio de pruebas de consolidación unidimensional.

GEOLOGÍA LOCAL

El área de interés se encuentra en una zona que corresponde a los depósitos lacustres del antiguo Lago de Xochimilco, a poca distancia de los depósitos volcánicos de la Sierra de Chichinautzin, por lo que los depósitos lacustres se encuentran influenciados de manera importante por depósitos aluviales, dando lugar a una estratificación heterogénea, predominando los depósitos arcillosos con intercalaciones de lentes de materiales aluviales constituidos por arena limosa, que en sitios próximos entre sí, se encuentra a diferentes niveles y con espesores variables.

Desde el punto de vista geológico el área de interés se encuentra en una zona en que los depósitos son predominantemente de origen lacustre, por lo que se tiene una influencia importante de depósitos aluviales, producto de la erosión y transporte aluvial de los materiales superficiales de los lomeríos cercanos.

CARACTERÍSTICAS ESTRATIGRÁFICAS Y FÍSICAS DEL SUBSUELO

El predio de interés se localiza en la zona III (Zona del Lago), de acuerdo a la zonificación de los depósitos del subsuelo en el área urbana del Valle de México, en una zona en que los materiales del subsuelo están constituidos entre 1.5 y 4.5 m de profundidad por un depósito de limo orgánico poco arcilloso arenoso, gris oscuro negrusco, de consistencia media, con contenido de agua variable de 65 a 150%; con variación granulométrica de 4 a 38% de arena y 62 a 96% de finos; de límite líquido de 54 a 98%, plástico de 14 a 49%, índice plástico de 40 a 49% del grupo MH-OH según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos; con cohesión variable de 2 a 2.7 ton/m² y ángulo de fricción interna variable de 3 a 4°, determinados en compresión triaxial no consolidada no drenada, con peso volumétrico de 1.30 a 1.30 ton/m³, densidad de sólidos de 2.1 a 2.7. Subyacente hasta 35 m de profundidad por depósitos de arcilla lacustre poco arenosa, con una estratificación heterogénea, constituidos por arcillas bentónicas de alta plasticidad, con contenido de agua variable de 100 a 250%, de consistencia muy blanda a blanda; intercalados abundantemente por capas lenticulares de limo arenoso y arena limosa, de origen aluvial, con contenido de agua variable de 30 a 50%, de compactación media a compacta, que se encuentran a diferentes profundidades y con espesores variables de 0.5 a 1.5 m, en sitios próximos entre ellos, como resultado para los dos sondeos realizados que presentan una estratificación con ciertas diferencias en una distancia de 80 m, correspondiente a la separación entre los sondeos.

El área de interés presenta una superficie plana, sensiblemente horizontal, no se tienen condiciones de inestabilidad de estructuras térreas o geológicas ya sea en condiciones naturales o provocadas por alguna actividad humana.

El nivel de aguas freáticas se encontró a 2.6 m de profundidad, respecto al nivel medio de la superficie del terreno.

De acuerdo a las características estratigráficas de los depósitos del subsuelo y a la zonificación geotécnica del área urbana de la Ciudad de México el predio de interés se encuentra en la zona IIIb, a la que corresponde un coeficiente sísmico de 0.675.

Considerando las características de rigidez de la cimentación que más adelante se define, la deformabilidad de los materiales del subsuelo y la presión de contacto aplicada los materiales de apoyo por la cimentación, el modulo de reacción del suelo deberá considerarse de 1 Kg/cm².

ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN

Considerando las características estratigráficas y físicas de los materiales del subsuelo antes descritas, en particular la existencia de entre 1.0 y 4.0 m de profundidad de una capa de limo orgánico, gris oscuro negrusco, con cohesión variable de 2 a 2.7 ton/m² y ángulo de fricción interna variable de 3 a 4°, subyacido por depósitos preconsolidados de arcilla lacustre poco arenosa, con una estratificación heterogénea, constituidos por arcillas bentoníticas de alta plasticidad, con contenido de agua variable de 100 a 250%, de consistencia muy blanda a blanda; intercalados abundantemente por capas lenticulares de limo arenoso y arena limosa, de origen aluvial, con contenido de agua variable de 30 a 50%, de compactidad media a compacta, que se encuentra a diferentes profundidades y con espesores variables de 0.5 a 1.5 m, en sitios próximos entre ellos; considerando además las características arquitectónicas y estructurales de la nueva Estación Xochimilco, se juzga que la cimentación de las estructuras tendrá las siguientes características:

Entre los ejes 1 a 13, la cimentación quedará constituida por zapatas corridas parcialmente compensadas, compuestas por la estructura de los andenes; considerando la heterogeneidad de los depósitos arcillosos del subsuelo, es conveniente que entre los cajones de los andenes se tengan contratraveses; entre los ejes 13 y 17, la cimentación que recibirá las columnas y los muros del área de acceso, quedará constituida por una zapata corrida convencional, que será prolongación de la losa de fondo de los cajones laterales de los andenes; entre los ejes 17 y 18, la cimentación que recibirá los muros del área de acceso, quedará constituida por una zapata corrida convencional que será prolongación de la zapata que se tendrá entre los ejes 13 a 17; las dimensiones y características de las zapatas son las que se muestran en los planos 6 y 7 (Planta de cimentación y Cortes de Cimentación respectivamente).

Con el propósito de que la magnitud de los asentamientos que producirán las cimentaciones recomendadas sean semejantes, es decir, que se tengan hundimientos diferenciales admisibles, la presión de contacto aplicada por las diferentes cimentaciones debe ser la misma, teniéndose que la cimentación que rige este valor corresponde al andén central, que lastrado con tepetate que lo llene totalmente, aplicará una presión de 2.7 ton/m², para condiciones de carga viva media y con factor de carga de 1; para tener esta misma condición los cajones de

los andenes laterales se lastrarán con un relleno de tepetate de 80 cm de espesor; las zapatas corridas convencionales que se tendrán entre los ejes 13 a 17, y 17 a 18 están dimensionadas para aplicar una presión de contacto de 2.7 ton/m². En todos los casos las cimentaciones se desplantarán a 1m de profundidad, respecto al nivel +100.00.

La capacidad de carga se determinó considerando que los materiales afectados por la superficie potencial de falla son predominantemente cohesivos, y aplicando la siguiente expresión:

$$Ca = CN_cFR + P_v$$

Donde:

Ca : capacidad de carga admisible del suelo de apoyo de la cimentación, en ton/m²

C : cohesión del material de apoyo, en ton/m²

N_c: coeficiente de capacidad de carga, adimensional y dado por:

$$N_c = 5.14(1 + 0.25D_f/B + 0.25B/L)$$

En la cual:

D_f : profundidad de desplante de la cimentación en m.

B : ancho del cimiento en m.

L : largo del cimiento en m.

FR : factor de resistencia igual a 0.7

P_v : presión vertical total a la profundidad de desplante de la cimentación

Considerando una cohesión de 2 ton/m² y un peso volumétrico de 1.5 ton/m³, obtenidos de los resultados de las pruebas de compresión triaxial no consolidada no drenada efectuadas en los materiales recomendados para el desplante de la cimentación y de la correlación existente entre estos parámetros y el índice de resistencia a la penetración estándar de los materiales de apoyo; se obtuvo una capacidad de carga admisible de 9.5 ton/m² para zapatas corridas desplantadas a 1 m de profundidad, respecto al nivel medio de la superficie del terreno.

Se estimaron los asentamientos a largo plazo que sufrirá la cimentación de las estructuras considerando que transmitirá un incremento de presión neta a los materiales del subsuelo de 2.7 ton/m².

Con relación al hundimiento regional originado por el incremento de los esfuerzos efectivos del subsuelo por efecto de abatimientos piezométricos, estos no afectarán el comportamiento de las estructuras, considerando que al estar apoyadas superficialmente, estas seguirán el movimiento de la superficie del terreno sin provocar en la estructura hundimientos diferenciales.

II. 4 OBRA CIVIL

La estación cuenta con una plaza que sirve de vestíbulo para acceder al área de taquillas, la cual se encuentra contenida en un elemento de concreto aparente que sirve como transición para el usuario entre el exterior y el área de andenes. Es importante mencionar que el acceso se da de manera independiente al de la salida de usuarios, los cuales desalojan lateralmente sin tener que encontrarse con el área de taquillas nuevamente, o con el contra flujo de la gente que accede a la estación; este fenómeno se da de manera natural, ya que la estación opera con 2 vías – 3 andenes, lo que permite que el andén central sea para acceder a los vagones y los andenes laterales sean para el descenso de usuarios.

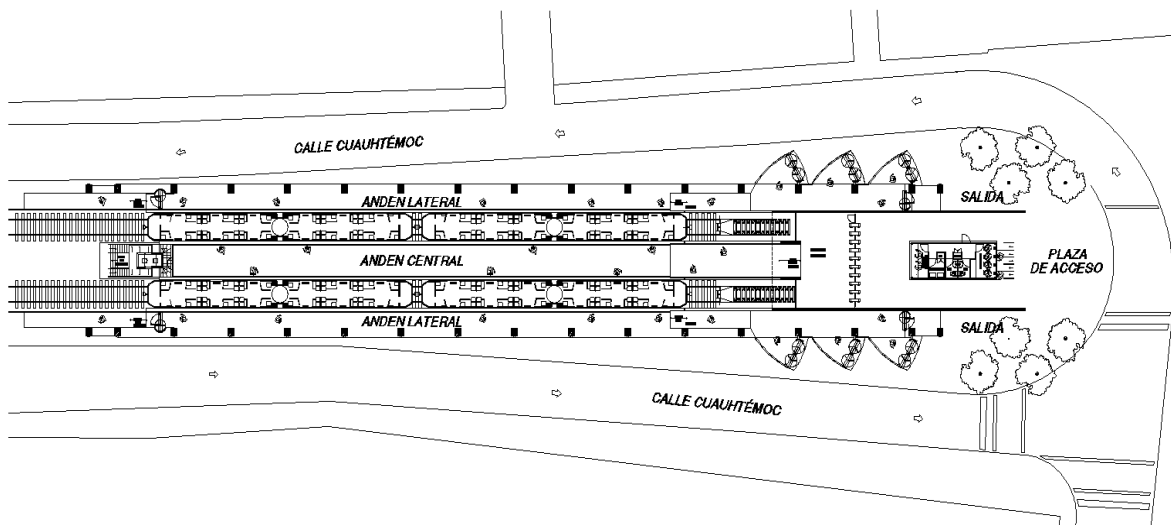


Figura 4. Planta Arquitectónica

En el plano No.2 (Planta Arquitectónica de Andenes) se muestra la planta arquitectónica de la estación Xochimilco.

Este elemento de concreto, consta de una losa de concreto aligerada con casetones de poliestireno, soportada en sus extremos laterales por un par de muros de concreto aparente de 40 cm de espesor. Ver planos No. 5 y 10 (Corte Transversal y Estructura de Techumbre de Acceso).

El vestíbulo de acceso a la estación se construirá sobre una plataforma (terraplén) de materiales mejorados para alcanzar los niveles de proyecto. Ver planos No. 2 y 3 (Planta Arquitectónica y Fachadas respectivamente).

Funcionalmente, la operación permite que la estación aloje hasta dos pares de trenes al mismo tiempo, controlados mecánicamente y supervisados por el jefe de estación que se encuentra ubicado al final del andén central; en términos de tiempo y capacidad, esto se refleja disminuyendo el intervalo de salida y llegada de trenes de 8 a 3 minutos, no solo en esta estación, sino en toda la línea del Tren

Ligero, y por consiguiente aumenta la capacidad de usuarios por hora, de 2500 que actualmente ingresan a 12000.

Constructivamente la estación está diseñada para que su ejecución se realice en un lapso corto de tiempo, proponiendo que gran parte de la estructura se prefabrique y se ensamble y monte en sitio. De ésta manera, encontramos que la estructura principal de la estación será a base de columnas de concreto prefabricadas, de fácil montaje sobre los candeleros de cimentación. Ver plano No. 6 y 7 (Planta de Cimentación y Cortes de Cimentación)

Con un altura total de 15.85 m, son desplantadas al nivel de la losa de fondo del candelero de cimentación; dicho candelero será relleno con un grout estructural premezclado, para dar mayor rigidez a las columnas, así como para nivelar el fondo del candelero, también servirá para alinear y plomear correctamente las columnas. Las columnas son de sección trapezoidal variable, inicial en la base con una sección de 0.2157 m² y en la cresta de la columna con una sección de 0.0726 m². El trazo y las secciones de la columna se muestran en los planos No 8 y 9 (Trazo de Columnas y Estructura de Columnas respectivamente).

La estructura portante del paso de gato, así como de las techumbres de los andenes laterales y las piezas que reciben la malla de la fachada, serán de acero ASTM A-36 cortado en taller y soldado en sitio (Ver planos No. 5 y 11 Corte Transversal y Paso de Gato respectivamente).

Es importante mencionar que las techumbres de los andenes laterales, tendrán como función adicional la de captar el agua de lluvia que se llegue a meter en la estación a través de las aberturas de la malla de acero inoxidable, protegiendo de esta manera a los usuarios que se encuentren en los andenes laterales.

La malla de las fachadas norte y sur será prefabricada en acero inoxidable con tejido balanceado, lo que permite que exista transparencia entre el interior y el exterior de la estación. Esta se colocará sobre las columnas de concreto prefabricadas a todo lo largo de la estación (Ver planos No 3 y 13, Fachadas y Diseño de Malla respectivamente).

Los muros laterales de los andenes se comportan como un basamento visual del edificio; sobre la superficie de los andenes se ubican muros de tabique esmaltado Santa Julia color azul (Ver plano No. 4 Cortes Longitudinales)

Las paredes de vitrobloc son excelentes transmisoras de luz, con fines ornamentales o sanitarios, con reducida conductividad térmica. Por lo anterior y debido a la necesidad de permitir el paso de la luz al interior de la estación, se utilizarán ladrillos de vidrio transparente colocadas encima de los muros de tabique esmaltado Santa Julia en los andenes, así como en la zona de tope de vía para delimitar esa zona con el vestíbulo de acceso.; estos bloques tienen una elevada permeabilidad luminosa, que puede ascender hasta el 79%. (Ver planos No. 3, 4 y 5, Fachadas, Cortes longitudinales y Corte Transversal respectivamente).

Los muros de vitrobloc al tener un porcentaje de traslucidez de hasta el 79%, nos generan arquitectónicamente una lámpara hacia el interior de la estación, lo que nos representa un ahorro en el consumo de energía para iluminación en el transcurso del día. De una manera cualitativa, el beneficio-costos de utilizar este sistema es favorable, pues debido a sus características estructurales nos permite proteger el interior de la estación sin limitar la iluminación de la misma.

La techumbre del andén central se diseñó utilizando un sistema de velaría de geometría libre y ondulante que atraviesa longitudinalmente el espacio. Este elemento suspendido rompe con la rítmica que establecen los elementos estructurales rígidos, logrando una atmósfera etérea (Ver planos No. 5 y 12, Corte Transversal y Planta de Velaria respectivamente).

La membrana hecha a base de fibra de PVC con poliéster cubierta por una capa de Teflón de la que está compuesta esta pantalla ondulante, permite (al tener 1mm de espesor y un porcentaje de traslucidez de hasta el 23%) que la estación se ilumine naturalmente durante el día, creando espectaculares efectos de luz y sombra; y de noche al iluminarse artificialmente se transforma en una gran lámpara. En cuanto al exterior, al ser un sistema diseñado precisamente para este fin, su sistema de teflón nos permite de la misma manera no tener que utilizar elementos adicionales para tener que cubrir el sistema de la intemperie.

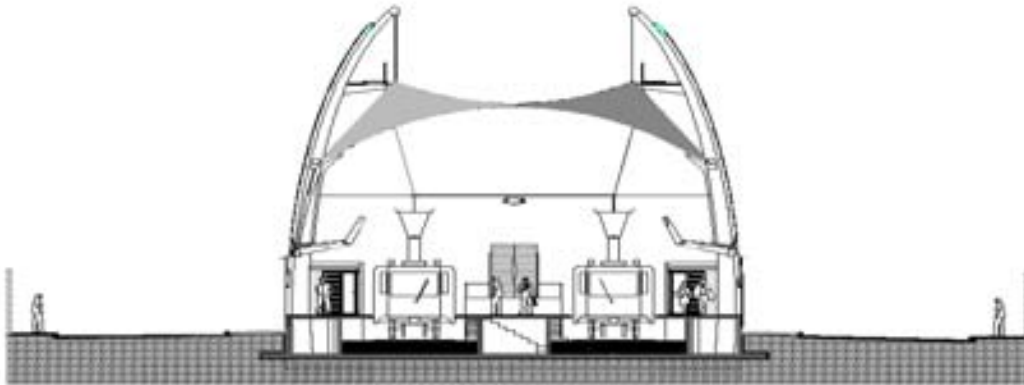


Figura 5. Corte Transversal

En el vestíbulo de acceso a la estación, quedará comprendida la zona de taquillas, la cual se construirá de paneles prefabricados de Multypanel color blanco, encima de la cual se encuentra la losa aligerada del vestíbulo.

Multypanel es un sistema integral autosoportante, capaz de salvar claros hasta de 3.00 m, tanto en muros como en techos manteniendo una excelente estabilidad de conjunto.

En el exterior de la estación, se construirán muros de protección a base de mamparas de Porcewol (acero porcelanizado); el cual es un material prefabricado ensamblado en sitio. (Ver plano No. 3 Fachadas Norte y Sur).

La serigrafía en el acero porcelanizado proporciona tableros totalmente resistentes a la intemperie, al calor y al fuego. El recubrimiento en acero porcelanizado proporciona una alta resistencia al vandalismo, lo cual es una de las razones por las que se decidió utilizar este material para confinar los alrededores de la estación.

El vestíbulo de acceso a la estación, la zona de taquillas así como las rampas de ascenso/descenso de andenes se construirán con piso de concreto con agregado de mármol expuesto, para dar una superficie antiderrapante.

La zona de andenes y el interior de las taquillas tendrán un piso de loseta de granito de 30 x 30 cm con superficie antiderrapante.

II.5 OBRA ELECTROMECAÁNICA

II.5.1 VIAS

De acuerdo al proyecto, la línea del Tren Ligero en su tramo Estadio Azteca – Xochimilco se ubica en la categoría Sistema Férreo Urbano de construcción superficial, con un sistema de vía cuyo diseño se define en función de las condiciones operativas y funcionales del sistema y que funcionalmente se refiere a los casos siguientes:

- a) Vías sobre Balasto, principales y secundarias
- b) Aparatos de vía (Desvíos y Comunicaciones)



Fotografía 5. Vía sobre Balasto

VIAS SOBRE BALASTO, PRINCIPALES Y SECUNDARIAS

En todos los casos los rieles y sus durmientes en vías principales y secundarias, se apoyan sobre una capa de balasto de un espesor mínimo de 0.30 m que a su vez, descansa sobre una terracería.

En cuanto al diseño del durmiente, se utiliza el de concreto tipo bloque en tangentes y en curvas de radio mayor a 300m, y de madera dura, cuando las curvas tiene un radio igual o menor a 300 m.; este tipo de durmiente también se utiliza en las transiciones tangente-curva y para apoyar las juntas mecánicas cuando se unen tramos de rieles soldados.

Los rieles que se utilizaran serán del calibre 115 ASCE usados de I y II rayas. Se adquirirá riel nuevo de 115 lbs/yd ASCE. En caso de que se requiera empalmar un riel nuevo con uno usado se deberá verificar que este último corresponda a los seleccionados como I raya.

Estos rieles que tiene la función de permitir el rodamiento y guiado del vehículo, también son utilizados como conductores para el retorno de la corriente de tracción, por lo tanto se deberá asegurar la continuidad eléctrica, ligando los tramos del riel interrumpido en las juntas mecánicas, por medio de conductores de cobre especiales debidamente soldados a los rieles en los extremos de los tramos.

Para los rieles instalados en curvas de radio menor a 500 m, los tramos de riel se formaran soldando, dos rieles de 9.140 m con dos semi-rieles de 4.335 m, logrando una longitud total de 27.025 m.

Para riel nuevo los tramos de riel en tangente y curvas con radio igual o mayor a 500 m, son de 27.025 m y se forman soldando aluminotérmicamente dos rieles, de 18.0 y 9.0 m, los tramos del riel en curva con radio igual o menor a 300m, son de 27.025 m y se forman soldando aluminotérmicamente dos rieles de 18.0 y 9.0 m.

Lo rieles calibre 115 ASCE descansarán sobre durmientes de concreto tipo bloque en zonas de tangente y en curvas de radio mayor a 300 m, y sobre durmientes de madera en caso de curvas con radio igual o menor a 300 m.

La separación máxima de los durmientes será de 0.63 m, en caso de tangentes y curvas de radio igual o mayor a 500 m, y de 0.57 m para curvas de radios menores a 500 m.

Queda entendido que para las curvas la separación indicada deberá medirse sobre el riel exterior.

La fijación de los rieles a los durmientes de concreto se logra mediante la utilización de los siguientes accesorios por durmientes: dos almohadillas de hule acanaladas, cuatro pernos con arandela plana y tuerca, cuatro arandelas de celoron, cuatro cojinetes semicilíndricos de celoron y cuatro grapas elásticas.

Durante las actividades de mantenimiento se podrá considerar la utilización del refuerzo de grapa requiriéndose uno por cada grapa elástica.

Para la fijación del riel sobre el durmiente de madera se requerirán: dos almohadillas de hule acanaladas, dos placas de asiento metálicas, seis grapillas elásticas y seis tirafondos por cada durmiente.

Las juntas mecánicas como ya se menciona, se instalaran sobre durmientes de madera y se fijaran tanto en curva como en tangente con los elementos siguientes: dos almohadillas de hule acanaladas, dos placas de asiento para junta metálica y seis tirafondos por cada durmiente.

Para las curvas con radio igual o menor a 300 m, la vía incorpora un contra riel a fin de brindar la mayor seguridad en la circulación del vehículo y para evitar desgastes mayores en el riel exterior; en este caso los contra rieles serán formados con riel de 70 Lb/yd ASCE nuevo, unidos al riel de carga mediante bloques separadores diseñados para tal propósito.

Es importante señalar que tanto las juntas mecánicas como las soldaduras deberán estar ubicadas al centro de los durmientes de apoyo, en todo caso una unión soldada nunca se localizara a menos de 0.10 m. del extremo de uno de los durmientes de apoyo.

Respecto a la formación de la vía, a continuación se identifican las secciones de vía sencilla que se componen de tramos de rieles soldados que en adelante se identificarán como “conjuntos”.

En estas condiciones el equipamiento de las vías principales y secundarias incluyen en general, los siguientes conjuntos:

- a) Conjuntos de 27.031 m. en tangentes y curvas de $R \geq 500$ m.

Estos conjuntos se componen de:

- 2 durmientes de madera dura, ordinarios en juntas mecánicas, identificados con las siglas “T.J”
- 42 durmientes de concreto bloque identificados con las siglas “D.C.B.”

- b) Conjuntos de 27.031 m. en curvas de $500 \text{ m} \geq R \geq 300$ m.

Estos conjuntos consideran:

- 2 durmientes de madera dura, ordinarios en juntas mecánicas, “T.J”
- 46 durmientes de concreto bloque “D.C.B.”

- c) Conjuntos de 27.031 m. en curvas de $R \leq 300$ m.

Estos conjuntos están compuestos de :

- 2 durmientes de madera dura, ordinarios en juntas mecánicas, "T.J"
- 46 durmientes de madera dura ordinaria identificados con la letra "C".

Se debe considerar que el escantillón en curvas de radio igual o menor a 300 m. debe ampliarse a 1.441 m por lo que para unir una tangente de un escantillón común de 1.435 m. con una curva de tales características se requiere una pequeña zona de transición que se obtiene mediante la colocación de durmientes de transición de madera dura ordinarios al inicio de los empalmes.

II.5.1.2. APARATOS DE VIA

Así como la vía ordinaria, también los aparatos de vía son colocados sobre balasto. Los aparatos de vía utilizados para permitir una comunicación entre las dos vías o para lograr un desvío se apoyarán sobre maderas duras de dimensiones especiales según el tipo de aparato a instalar.

El proveedor de los aparatos de vía suministrará todos los elementos para su adecuada implantación en campo.

En el plano No. 14 se muestra el trazo de la implantación de la vía, así como sus secciones.

II.5.2. CATENARIA

La energía eléctrica de tracción utilizada en el tren ligero, es suministrada por Luz y Fuerza del Centro en 23,000 volts y rectificada a través de una subestación a 750 volts de corriente directa.

La energía en 750 volts de corriente directa es distribuida a la línea y taller de Huipulco por el Sistema Catenaria, permitiendo alimentar a los trenes para su funcionamiento.

Para asegurar la alimentación eléctrica en caídas mínimas de potencial, actualmente se tiene dividido el Sistema Catenaria en 23 secciones, mismas que son alimentadas por 7 subestaciones eléctricas rectificadoras; de la misma manera en caso de incidentes, la energía es suspendida en tramos de hasta 2500 metros, que puede ser controlada desde el Puesto de Despacho de Carga con una respuesta promedio de 5 segundos máximo, en tiempo real.



Fotografía 6. Catenaria

La Catenaria es un sistema de suspensión mecánica de hilos y cables por medio de péndulos, que permiten transportar en forma aérea la energía de tracción.

El sistema catenaria tiene varias funciones relevantes, algunas de estas se mencionan a continuación:

- Distribuir la energía eléctrica de tracción desde las subestaciones de rectificación, hasta la Catenaria, donde el material rodante toma la alimentación de 750 volts de corriente directa.
- Asegurar el deslizamiento continuo y uniforme del pantógrafo bajo los hilos de contacto.
- Contar con un enlace eléctrico entre las subestaciones de rectificación y el sistema de Catenaria, además de aislar o energizar las diferentes zonas y secciones eléctricas en las que se encuentra dividida eléctricamente la línea.

Parámetros a considerar en la implantación de una línea tipo catenaria:

- Perfil de línea
- Velocidad de explotación
- Trafico de unidades
- Voltaje de Operación
- Condiciones Climáticas

A continuación se hace una descripción de las características y aplicaciones de algunos componentes de la catenaria:

- a) Distancia intercostal.- la distancia intercostal es de máximo 30 metros a fin de soportar adecuadamente el cable alimentador y el hilo de contacto.
- b) Excavación.- Se hincan los postes en una excavación de 80 cm de diámetro y una profundidad de 1.8 metros.
- c) Herrajes.-Tomando como base el nivel de la vía, son instalados los accesorios de fijación para cada uno de los postes en toda la extensión del tramo.
- d) Ménsulas (brazos).- Para la fijación de las ménsulas (brazos) en los postes se realiza de la siguiente manera:
 - Se coloca un anillo sin espiga para fijar las ménsulas
 - Se coloca un segundo anillo sin espiga para fijar la varilla con cuerda y ojo, el cual sirve como soporte de la segunda ménsula, soportando con ello además el hilo mensajero.
- e) Hilos de contacto.- se cuenta con dos hilos de contacto de 4/0
- f) Alimentación al hilo de contacto.- para energizar el hilo de contacto se utilizan tramos de cobre forrado calibre 250 MCM, conectados del cable alimentador al hilo de contacto cada 120 metros, a fin de que mantengan los niveles de voltaje adecuados para la operación de las unidades del tren ligero.
- g) Cable mensajero.- se tiene instalado como mensajero cable de 3/8" a una tensión mecánica de 850 Kgf.
- h) Péndulos (colgantes).- su función es mantener el hilo de contacto horizontal, se instala cada 2.5 metros. Los péndulos son de cable galvanizado tipo boa de 5mm de diámetro y se fijan al cable mensajero atornillados a las suspensiones.
- i) Descentramiento del hilo de contacto (zig-zag).- Con objeto de tener un desgaste regular de las bandas de carbón instaladas en el pantógrafo, la instalación del hilo de contacto considera zig-zag. Lo anterior se logra con los brazos curvos.

CAPITULO III

PROCESO CONSTRUCTIVO Y MATERIALES UTILIZADOS

III. PROCESO CONSTRUCTIVO Y MATERIALES UTILIZADOS

GENERALIDADES

En este capítulo se establecen los lineamientos básicos para llevar a cabo la ejecución del proyecto; proponiendo una alternativa de procedimientos de construcción para los diferentes elementos que intervienen en la obra; sin embargo, la ejecución de los trabajos se ejecutará con los métodos constructivos que se juzguen más convenientes para cada concepto.

Al respecto, en el proyecto encontramos los siguientes frentes de trabajo por partidas:

- 1.- Trabajos preliminares, los cuales contemplan la preparación de la zona donde se realizarán los trabajos, como son la limpieza, el despalme del terreno, las demoliciones de los elementos existentes que interfieran con el proyecto, etc.
- 2.- Excavaciones, dentro de las cuales se encuentran las excavaciones para el desplante de a cimentación y el procedimiento para la construcción del terraplén ligero de acceso a la estación.
- 3.- La construcción de la cimentación, la cual se divide en acero de refuerzo, concreto hidráulico y cimbra.
- 4.- Superestructura, que contempla la construcción de la estructura con columnas de concreto prefabricadas; la estructura metálica para la techumbre de los andenes laterales; la construcción de la losa aligerada del vestíbulo de acceso a la estación y la construcción de la velaría del andén central.
- 5.- Acabados, dentro de los cuales están los acabados de los pisos de concreto; el piso de concreto con agregado de grano de mármol expuesto; los pisos de loseta de granito; muros de vitrobloc y de barro esmaltado santa julia; mamparas de acero porcelanizado porcewol; la construcción de la malla de acero inoxidable.
- 6.- Construcción del pavimento de concreto asfáltico.
- 7.- Construcción de la vía sobre balasto.

El proyecto ejecutivo señala que en todos los trabajos se usarán exclusivamente materiales de primera calidad y que cumplan con todas las normas que sean aplicables. Los materiales que tengan procesos industriales previos, deberán ser nuevos, de marca reconocida y completamente exentos de defectos.

También se menciona en el proyecto que todos los trabajos deberán ejecutarse de modo que cumplan con las normas y reglamentos vigentes del Gobierno del Distrito Federal, así como con las normas que sean aplicables para cada especialidad, de acuerdo con las mejores prácticas constructivas.

Como condición necesaria establecida en las especificaciones de proyecto, todos los trabajos serán ejecutados exclusivamente por personal capacitado y experimentado en la especialidad correspondiente.

Es importante mencionar que se deberán mantener con orden y limpieza las distintas áreas de trabajo, así mismo se deberá contar con las bodegas y almacenes de materiales que sean necesarios, disponer de sanitarios portátiles para el personal, así como de todas aquellas operaciones que aseguren un aspecto correcto, ordenado, y limpio de la obra.

Durante la ejecución de los trabajos se deberá poner especial cuidado en no dañar de ninguna forma elementos existentes que no sean objeto de los trabajos propios de este proyecto.

Como trabajos de seguridad y limpieza durante la obra se consideran los que se enlistan a continuación, sin que se excluyan por omisión otras actividades que la mejor práctica constructiva recomiende.

- a).- La remoción continua de escombros y material de desecho, mediante pala y carretilla, hasta los lugares de recolección de escombros para su posterior extracción de la obra.
- b).- La extracción fuera de la obra, de los materiales de desecho y escombros, hacia los tiros oficiales de materiales autorizados.
- c).- La protección de los distintos elementos de la construcción, para evitar que sean afectados por otras actividades de la misma obra.
- d).- La protección con señalamientos y confinamientos de la zona de trabajo, para evitar afectaciones en las zonas colindantes a la obra que no sean objeto de los trabajos propios de la construcción.
- e).- Proporcionar los elementos necesarios, tales como señalamiento, pasos protegidos, cercas, cascotes, barandales en escaleras y rampas, iluminación, etc., para que el personal tenga las mejores medidas de seguridad e higiene que las normas y reglamentos exigen y lo que el responsable indique.

A continuación se describen los procedimientos constructivos de las partidas de trabajos que intervienen en el proyecto.

TRABAJOS PRELIMINARES

Como trabajos preliminares encontramos el desmonte de la zona, que comprende el retiro de vegetación existente en las áreas de trabajo para la posterior realización de la obra; dentro del desmonte consideramos el retiro y la tala de árboles y arbustos y el corte de maleza, el desyerbe de la vegetación hasta el nivel de terreno natural, el desenraice y la extracción de los tocones, así como el retiro de los productos derivados del desmonte.

También ubicamos como trabajo preliminar el despalme del terreno, que es la remoción y el retiro de la capa superficial del terreno natural, llamada capa vegetal cuyas características no son apropiadas para el desplante de las estructuras.

Otra actividad preliminar es el trazo y la nivelación topográfica, trabajos necesarios para ubicar la posición en la alineación horizontal y vertical de la obra en proyecto, en la zona donde se ejecutarán los trabajos. Comprende la localización de los ejes principales, secundarios y auxiliares necesarios. Estos trabajos deberán ejecutarse con el equipo topográfico necesario para garantizar la exactitud y precisión que exigen los trabajos de construcción de la estación Xochimilco.

III.1 EXCAVACIONES

EXCAVACIONES PARA DEPLANTE DE CIMENTACIÓN

La excavación para alojar las cimentaciones de la estación Xochimilco, se realizarán iniciando en la parte poniente de la estación, por lo que se avanzará hacia el lado oriente de la misma; lo anterior para efecto de dar avance a los distintos frentes de trabajo que se presentarán, como es el caso de las vías del tren ligero, ya que se necesita tener un tramo terminado de obra civil para poder comenzar con la colocación de vías.

En el plano No. 6 se muestra la planta para realizar la excavación que contendrá la cimentación de la estación terminal Xochimilco.

A continuación se indica el procedimiento constructivo para la excavación que alojará la cimentación de la Estación Terminal:

- a) Las excavaciones necesarias para alojar las losas de cimentación así como la plataforma de materiales mejorados (20 cm) sobre la que se apoyarán se efectuarán a 1 m de profundidad con taludes 0.25: 1.0 (horizontal: vertical), en caso de emplear maquinaria se excavará hasta 0.20 m de profundidad arriba del nivel de apoyo de la plataforma de materiales mejorados, la última capa se excavará a mano para evitar la alteración del material de apoyo.
- b) Los taludes de las excavaciones se protegerán contra la erosión y el intemperismo mediante una capa de mortero de 2.5 cm de espesor aplicada sobre una malla tipo gallinero anclada a los taludes mediante varillas del No. 3 de 40 cm de longitud, con un doblado a 90° de 5 cm de longitud en el extremo que sujetará la malla, hincadas en una retícula de 1 m de lado.
- c) Se deberá verificar que a la profundidad de desplante recomendada para el apoyo de las cimentaciones, no se encuentren materiales de relleno, en caso que se tengan rellenos deberán retirarse completamente y sustituirlos con una plantilla de concreto pobre.

- d) Para la ejecución de las excavaciones, se elegirá el procedimiento de construcción más adecuado y se deberán tomar las precauciones necesarias para evitar las fallas de fondo y de las paredes de la excavación. Así mismo, debido a las características del suelo donde se
- e) realizarán los trabajos, se deberá poner especial cuidado en evitar o controlar el hundimiento del fondo provocado por la descarga del suelo.
- f) En caso de que resulte necesario abatir el nivel freático, se aplicará el sistema adecuado para conseguirlo, tal como bombeo de achique, drenes, pozos, electroósmosis, etc.

Se deben adoptar las medidas adecuadas para evitar el arrastre del suelo por tubificación, a causa del flujo de aguas superficiales o freáticas hacia el alcantarillado.

- g) Una vez realizadas las cepas que alojarán las cimentaciones, se retirarán todos los materiales sueltos y se nivelará el fondo de la excavación mediante una plantilla de concreto pobre de 5 cm de espesor, que a la vez proteja al material de alteraciones por el tránsito de trabajadores.
- h) En caso de encontrarse grietas u oquedades en el fondo de la excavación, se rellenarán con concreto, mortero o lechada de cemento antes de construirse la plantilla.
- i) La colocación de la plantilla debe hacerse en el menor tiempo posible después de haberse realizado la excavación al nivel de desplante indicado en el proyecto, lo anterior debido a que el terreno es altamente compresible con alto contenido de agua.
- j) La plantilla de concreto se deberá nivelar con regla y se compactará con pisón al iniciar el fraguado.
- k) Se procederá a colocar el armado y a colar la cimentación.
- l) Una vez construida la cimentación se rellenarán las excavaciones realizadas para alojar las zapatas de acuerdo al siguiente procedimiento, este mismo procedimiento se empleará en el relleno para el lastrado de los cajones de los andenes.
- m) Para el relleno de las cepas podrán ser utilizadas mezclas de gravas, arenas y material fino (tepetate) que cumplan con las siguientes especificaciones:

Limite líquido	40% max
Índice Plástico	20% max
Contracción Lineal	8% máx.

Valor Relativo de Soporte (CBR)	10% mín.
Contenido de agua óptimo	25% máx.
Peso volumétrico seco máximo	1.3 ton/m ³ mín.

- n) Los materiales con los que se realizará el relleno de las cepas, se disgregaran hasta el grado de no presentar grumos y se mezclaran hasta obtener un material homogéneo en su constitución y granulometría.
- o) Los materiales ya mezclados y con el contenido de agua óptimo, previamente determinado en el laboratorio, se colocaran en capas no mayores de 23 cm de espesor en estado suelto, y se compactarán al 90% de su peso volumétrico seco máximo según la prueba próctor estándar.
- p) El material producto de las excavaciones, podrá ser utilizado en los rellenos de las mismas o en otros conceptos de trabajo, en cualquier lugar dentro de la obra.
- q) La losa de piso de las rampas de acceso a la estación se apoyará sobre una capa de materiales mejorados de 20 cm de espesor, compactados al 95% de su peso volumétrico seco máximo según la prueba proctor estándar.
- r) Se deberán efectuar pruebas de compactación en las capas compactadas, para verificar el porcentaje de compactación alcanzado en la construcción. Se recomienda hacer una prueba consistente en una cala volumétrica, por cada 5 m³ de material compactado.
- s) El proceso de compactación será controlado por el laboratorio de mecánica de suelos, usando la expresión:

$$\% \text{ de compactación} = (\gamma_d \text{ sitio} / \gamma_d \text{ máximo}) \times 100$$

PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN DEL TERRAPLÉN LIGERO

Para cimentar el vestíbulo de acceso a la estación, se deberá construir un terraplén ligero de materiales mejorados, con el propósito de dar una superficie de apoyo estable a esta zona y alcanzar los niveles indicados en proyecto. En los planos No. 2 y 4 se muestran la planta y el corte del vestíbulo de acceso a la estación donde se construirá la plataforma de materiales mejorados.

Por lo anterior y debido a la alta compresibilidad de los materiales del subsuelo y para tener asentamientos admisibles, se construirán terraplenes con un material aligerado, constituido por una mezcla de tezontle – tepetate en proporción de 70-30 %, respectivamente. El tezontle deberá ser de consistencia no deleznable, bien graduado con tamaño de partícula máxima de 1 ½”.

A continuación se indica el procedimiento para la construcción y control del terraplén:

1. En el área en que se construirá el terraplén se despalmará la superficie, a fin de eliminar totalmente los materiales de relleno; el material producto de despalme se retirará del área.
2. Todas las referencias topográficas existentes en el lugar tales como: alineamientos, niveles, señalamientos, etc., se respetarán durante la construcción, reponiéndose en caso de que se dañen o se alteren.
3. En caso de que sea necesario y previo a la colocación del relleno mejorado ligero, podrá colocarse una capa de 15 cm de espesor de tezontle en greña, para tener una superficie estable.
4. Una vez retirados los materiales de relleno de mala calidad en un espesor que se indicará en campo, se procederá a la colocación del mejoramiento ligero hasta el lecho inferior del nivel que tendrá la capa de base sobre la que se construirá la losa de piso del vestíbulo de acceso.
5. El mejoramiento ligero será a base de tezontle – tepetate en una proporción de 70 – 30% en peso, respectivamente.

Para la construcción del terraplén ligero se requerirán de materiales que cumplan con las siguientes especificaciones:

TEZONTLE

- a) El tezontle a utilizar deberá tener un peso volumétrico con humedad natural de 1 ton/m³ y durante su construcción se deberá verificar que en cada capa no se exceda el peso volumétrico especificado, con una tolerancia de +/- 10%. La verificación del peso volumétrico se hará en calas de 20 x 20 x 20 cm, por cada 50 m³ de material compactado.
- b) El tezontle deberá tener la resistencia suficiente para soportar su compactación sin sufrir la fragmentación de sus partículas, ya que de ocurrir este fenómeno, es de esperar un incremento en su peso volumétrico por la reducción de la relación de vacíos.

TEPETATE

- a) El tepetate que se vaya a utilizar para construir los rellenos ligeros a base de tepetate-tezontle, deberá satisfacer las siguientes especificaciones:

Límite líquido	40 % máx.
Índice plástico	20 % máx.
Contracción lineal	8 % máx.
Valor Relativo de Soporte	15% mín.
Contenido de Agua Óptimo	25% máx.

Peso Volumétrico Seco Máximo 1.3 ton/m³ mín.

6. Durante la construcción de los terraplenes a base de tepetate-tezontle, se deberá verificar que en cada capa se alcance el grado de compactación especificado con una tolerancia de $\pm 2\%$. La verificación se hará mediante la ejecución de calas de 10 x 10 x 10 cm, para determinar el peso volumétrico seco en el sitio, las cuales se harán por cada 50 m³ de material compactado.
7. Los materiales con los que se construirá el terraplén, se disgregarán hasta el grado de no presentar grumos y se mezclarán en la proporción
8. indicada mediante una motoconformadora hasta obtener una revoltura homogénea en su constitución y granulometría.
9. Los materiales ya mezclados y con el contenido de agua óptimo, previamente determinado en el laboratorio, se colocarán en capas de 23 cm de espesor en estado suelto, y se compactaran al 95% de su peso volumétrico seco máximo según la prueba proctor estándar. Se deberán efectuar pruebas de compactación en las capas colocadas, para verificar el porcentaje de compactación alcanzado en la construcción. Se recomienda hacer una prueba consistente en una cala volumétrica, por cada 50 m³ de material compactado.
10. Para el control de compactación, será necesario que desde las primeras capas tendidas se desarrolle un terraplén de prueba, para definir el número de pasadas óptimo con el equipo elegido.
11. El proceso de compactación será controlado por el laboratorio de mecánica de suelos, usando la expresión:

$$\% \text{ de compactación} = (\gamma_d \text{ sitio} / \gamma_d \text{ máximo}) \times 100$$

Requiriéndose como mínimo el 95% para el cuerpo del terraplén.

III. 2 CIMENTACIÓN

III.2.A. ACERO DE REFUERZO

Como refuerzo para el concreto se utilizarán barras de acero; las barras serán corrugadas y deben cumplir con las normas nom 86 o nom b294 ó b457.

El esfuerzo de fluencia f_y deberá ser de 4,200 kg/cm²; el módulo de elasticidad del acero de refuerzo será igual a 2, 000,000 kg/cm².

En la losa de fondo de las zapatas de cimentación se utilizará acero de refuerzo del #4 @ 15 cm de separación en sentido longitudinal en ambos lechos; en sentido transversal el armado será con acero de refuerzo del #6 @ 15 cm de separación en ambos lechos.

Los muros de concreto que forman los cajones de los andenes de la estación, están armados con acero de refuerzo del #3 @ 20 en ambos sentidos y en ambos lechos.

Las losas tapa de los andenes están armadas con acero de refuerzo del #3 @ 20 cm de separación en ambos sentidos y en ambos lechos.

Las contratraveses de cimentación que corren en sentido transversal, están armadas con acero de 4 varillas del #8 en ambos lechos y con estribos del #4 @ 20 cm de separación.

En todos los elementos de la cimentación y en los que estén en contacto directo con el terreno, el recubrimiento libre del acero de refuerzo será de 4 cm; para los muros de los andenes y las losas tapas de estos será de 2 cm.

El acero de refuerzo debe llegar a la obra libre de oxidación ni corroído por la oxidación previa, limpio de aceite o grasa, escamas, grietas, golpes o deformaciones de la sección.

En la obra, el acero, una vez recibido debe almacenarse bajo cobertizos, clasificándolo según su marca, tipo, grado y diámetro, debiendo protegerse cuidadosamente contra la humedad y la alteración química.

En el plano No. 6 se muestra la planta de cimentación de la estación y en el plano No. 7 se indican los cortes transversales de la cimentación.

A continuación se indica el procedimiento constructivo para el armado de la cimentación de la Estación Terminal:

PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

1.- Inmediatamente antes de su colocación se revisará que el acero no haya sufrido daño alguno, en especial después de un largo periodo de almacenamiento. Si se juzga necesario, se realizarán ensayos en el acero dudoso.

2.- El acero deberá sujetarse en sitio con amarres de alambres de acero recocido, silletas y separadores, de resistencia y en número suficiente para impedir movimientos durante el colado.

3.- No deben doblarse barras parcialmente ahogadas en concreto, a menos que se tomen las medidas para evitar que se dañe el concreto vecino. Todos los

dobleces se harán en frío; se cuidará que el doblez de la varilla no produzca fisuramientos, laminación o desprendimientos superficiales

4.- Los separadores para dar recubrimiento al acero deberán ser cubos de mortero o concreto (pollos) y silletas de acero asbesto, no se permitirá para este objeto, gravas, trozos de madera o pedazos de metal diferentes del acero.

5.- Previo al colado se verificará que el acero de refuerzo éste libre de óxido suelto, lodo, aceite, o cualquiera otra capa que destruya o reduzca la adherencia con el concreto.

6.- Antes de colar los elementos de la cimentación se debe comprobar que todo el acero se ha colocado en sitio de acuerdo con los planos estructurales del proyecto y que se encuentra correctamente sujeto.

7.- El acero de refuerzo deberá unirse mediante traslapes o estableciendo continuidad por medio de soldadura o dispositivos mecánicos en varillas del #8 y en adelante; las especificaciones y detalles dimensionales de las uniones son las que se indican en los planos estructurales del proyecto.

8.- Los estribos deben rematar en una esquina con dobleces de 135°, seguidos de tramos rectos de no menos 10 diámetros de largo. En cada esquina del estribo debe quedar por lo menos una barra longitudinal.

9.- El acero de refuerzo deberá colocarse firmemente y mantenerse fijo durante el colocado del concreto en la sección.

10.- La separación mínima de las varillas no podrá ser menor que 1.5 veces el tamaño máximo del agregado, debiéndose dejar un espacio apropiado con el objeto de que se pueda pasar el vibrador a través de ellas. En todo caso la separación de las varillas deberá apegarse a lo especificado en el proyecto.

11.- Una vez que esté terminado el armado, se procederá a efectuar su revisión, para procesar al colado, debiendo verificar el alineamiento y verticalidad de los elementos con niveles de mano y plomadas.

12.- El acero que estará soportado directamente en el suelo deberá apoyarse en bloques que garanticen su apoyo y le den recubrimiento necesario al acero. Los apoyos podrán ser de concreto (pollos), madera (pedacería), metal (silletas) o plásticos. Las varillas recubiertas con alguna protección deberán soportarse sobre material igualmente protegido.

13.- Se deberá poner especial atención en que antes del colado de los elementos, el acero tenga el recubrimiento necesario indicado en proyecto, por lo que se deberá cuidar la separación de este, con la cimbra.

14.- Durante el colado y vibrado de los elementos, se evitará que los vibradores tengan contacto con el acero, para evitar que este sufra modificaciones en su ubicación, lo que pueda alterar la sección del elemento.

III.2.B. CONCRETO

Esta obra por su función esta clasificada dentro del grupo A (estructuras que albergan concentraciones de gente como auditorios, iglesias, centros de reunión etc.), por lo que es necesario tener un especial cuidado en la calidad de los materiales que se empleen para su construcción. Por lo anterior todo el concreto que se utilizará en la obra será clase I de 350 Kg/cm².

Las zapatas de cimentación tienen una sección transversal de 50 cm de peralte y 16.72 m de ancho, cubriendo la longitud total de la estación.

En la fabricación del concreto, se empleara cemento Portland que sea congruente con la finalidad y características de la estructura, también se podrá emplear cemento Portland puzolanico.

Dadas las características estructurales del proyecto y a las especificaciones de calidad del concreto, todo el concreto será premezclado en planta y transportado a la obra mediante camiones revolvedores.

Al concreto fresco se le harán pruebas de revenimiento y peso volumétrico. Estas pruebas se harán con la frecuencia que se indica a continuación.

Prueba	frecuencia
	premezclado
Revenimiento del concreto, muestreado en obra.	Una vez p/cada entrega de concreto
Peso volumétrico del concreto fresco, muestreado en obra.	Una vez p/cada día de colado. Pero no menos de una p/cada 20 m3

El revenimiento será el mínimo requerido para que el concreto fluya a través del elemento o para que pueda ser bombeado en su caso, así como para lograr un aspecto satisfactorio. Los concretos que se compacten por medio de vibración tendrán un revenimiento nominal de 12 cm. Los concretos que se compacten por cualquier otro medio, diferentes al de vibración, o se coloquen por medio de bomba, tendrán un revenimiento nominal máximo de 15 cm.

La prueba de revenimiento deberá efectuarse de acuerdo con la norma nom c156 y el valor determinado deberá concordar con el especificado con las siguientes tolerancias:

Menor de 5

+ - 1.5.

5 a 10	+ - 2.5
Mayor de 10	+ - 3.5

La calidad del concreto endurecido se verificara mediante pruebas de resistencia a compresión en cilindros fabricados, curados y probados de acuerdo con las normas NOM C159 y nom c83, en un laboratorio acreditado por el sistema nacional de acreditamiento de laboratorios de pruebas (sinalp).

Para verificar la resistencia a compresión, de concreto con las mismas características y nivel de resistencia, se tomara como mínimo una muestra por cada día de colado, pero al menos una por cada 40 metros cúbicos de concreto. De cada muestra se fabricara y ensayara una pareja de cilindros.

Se admitirá que la resistencia del concreto cumple con la resistencia especificada, $f'c$, si ninguna pareja de cilindros da una resistencia media inferior a $f'c = 50$ kg/cm², y además, si los promedios de resistencia de todos los conjuntos de tres parejas consecutivas, pertenecientes o no al mismo día de colado, no son menores a $f'c = 17$ kg/cm².

El concreto hidráulico dentro de la obra se podrá transportar por cualquiera de los métodos siguientes: carretillas, vagonetas y botes manuales, para el transporte a distancias cortas de volúmenes pequeños de concreto de consistencia plástica o semiplástica; canalones o tubos de acero para la descarga; bandas transportadoras horizontales o en pendiente, para este caso se debe disponer de un dispositivo adecuado a la descarga para prevenir la segregación, impidiéndose al mismo tiempo que el mortero quede adherido en la parte de la banda que regresa.

Cuando se requiera, se podrá bombear el concreto, para lo cual será necesario que la mezcla sea plástica, cohesiva y de consistencia media. En este caso no se podrán utilizar revenimientos inferiores a 5 cm ni mayores a 15 cm.

El bombeo se podrá efectuar a una distancia máxima horizontal de 300 m y de 90 m en dirección vertical.

Antes de iniciar el bombeo del concreto, se debe lubricar la tubería mediante el bombeo de un mortero de consistencia semejante a la del concreto empleado, pero sin agregado grueso.

A continuación se indica el procedimiento constructivo para colar la cimentación de la Estación Terminal:

PROCEDIMIENTO DE EJECUCION

1.- Debido a las características del proyecto y por consiguiente a las características del concreto, todo el concreto de $f'c= 350 \text{ Kg/cm}^2$ que se vaya a utilizar en elementos estructurales deberá ser elaborado en planta para obtener una mejor dosificación y calidad; el concreto que se vaya a utilizar en elementos secundarios y que tenga una resistencia menor a 350 Kg/cm^2 , podrá ser elaborado en obra siempre que se cuente con el equipo y materiales apropiados que garanticen la calidad y pureza del concreto elaborado.

2.- Para la fabricación de concreto hidráulico en obra, solo se permitirá la dosificación de batches cuyo volumen no sobrepase de 1 m^3 cada una.

3.- No se utilizará concreto hidráulico premezclado, que llegue a la obra después de haber transcurrido una hora, a partir de la incorporación del agua de mezclado.

4.- En la colocación del concreto se debe poner especial cuidado en evitar la segregación, para lograr esto el concreto se deberá depositar en la cimbra de la cimentación y de todos los elementos lo más cerca posible de su posición final y se buscará que el concreto no fluya lateralmente a una distancia superior a 1 metro.

5.- Inmediatamente antes de efectuar el colado de los diferentes elementos de la cimentación, se deberá comprobar que todas las superficies de cimbras estén limpias de aceites u otras sustancias que impidan la adherencia del concreto o modifiquen sus características. Las superficies absorbentes de las cimbras y el propio suelo, sobre las que se colocará el concreto, deben estar saturadas de agua previamente para evitar disminución en el fraguado normal del concreto.

6.- Se evitará por lo menos durante 24 horas, transitar y colocar cualquier objeto sobre el concreto fresco de la cimentación.

7.- El colado de los elementos de la cimentación se realizará de la siguiente forma: se iniciará con el colado de las zapatas de cimentación de los andenes

laterales, colando los muros de los andenes monolíticamente hasta 10 cm por arriba del nivel del lecho alto de las zapatas.

8.- Para el colado de las zapatas de cimentación, no se deberá dejar caer concreto desde alturas mayores a 1.5 m ni se deberá amontonar para después extenderla en la cimbra; el colado será continuo hasta la terminación de los elementos.

9.- Después de colar las zapatas laterales, se procederá a colar la zapata del andén central, igualmente colando los muros de los andenes hasta una altura de 10 cm por arriba del nivel superior de la zapata.

10.- Posteriormente se colarán los muros de los andenes, iniciando por los muros de los andenes laterales y continuando con el central.

11.- Se deberá poner especial atención en las juntas de construcción para lograr localizarlas de acuerdo al proyecto.

12.- Una junta de construcción se deberá preparar con equipo de percusión o herramienta manual, de tal manera que el agregado sano sea expuesto por lo menos 6 mm. Es aceptable como alternativa utilizar cepillo de millo o chorro de arena con aire a presión hasta lograr exponer el agregado limpio, libre de lodo, aceite o cualquier material que afecte la futura unión entre el concreto endurecido y el fresco.

13.- Toda junta de construcción deberá permanecer húmeda como mínimo durante un tiempo de 2 horas previas a la colocación del nuevo concreto y no deberá haber nunca agua estancada.

15.- Para el vaciado del concreto en las zapatas de cimentación, se debe evitar dejar caer la mezcla de alturas mayores de 1.5 m y tampoco se debe amontonar para después extenderla en la cimbra.

15.- Dado el peralte de las losas de las zapatas de cimentación, el colado de estos elementos se deberá realizar en capas horizontales no mayores de 20 cm, debiendo estar aún sin fraguar la capa precedente cuando la nueva capa sea colocada sobre ella.

16.- Para el colado de los muros de los andenes, la colocación del concreto se debe realizar en capas continuas de 25 a 30 cm de espesor.

17.- Durante la realización del colado y hasta 20 minutos posteriores al vaciado del concreto, se debe compactar la mezcla de manera que se llenen totalmente los moldes de la cimbra.

18.- La compactación de la mezcla se realizara con vibradores de inmersión de operación manual y dependiendo del elemento a colar, será el número de vibradores que se utilizarán para garantizar una correcta compactación del concreto:

ELEMENTO	# DE VIBRADORES
Zapatas	2 (mínimo)
Contratraves	1
Muros bajo Anden	2(mínimo)
Andenes	1

18.- Se deberá evitar el vibrado excesivo para impedir la segregación, el contacto directo del vibrador con el acero de refuerzo que pueda afectar las partes previamente coladas o que modifique la posición dl acero de refuerzo, por tal motivo el vibrado se debe realizar de manera vertical y nunca horizontal diagonalmente.

19.- Es conveniente dejar la cabeza dentro del concreto durante 10 segundos y luego retirarla lentamente, asegurándose de que el orificio originado por la inmersión haya cerrado.

20.- El concreto deberá mantenerse en un ambiente húmedo por lo menos durante 7 días. Si se quiere acelerar la adquisición de resistencia y de esta manera reducir el tiempo de curado, podrá utilizarse el curado con vapor a alta presión atmosférica, calor y humedad, o algún otro proceso que sea adecuado.

21.- Para todos los elementos de concreto, se utilizará el acabado a nivel, regleando la superficie de concreto para eliminar el concreto restante.

III.2.C. CIMBRA

De acuerdo con las especificaciones de proyecto, para construir la cimbra de la cimentación de la estación Xochimilco, se utilizarán únicamente materiales de primera calidad, de manera que resista las acciones a que pueda estar sujeta durante la construcción, incluyendo las fuerzas causadas por la compactación y vibrado del concreto. Debe ser lo suficientemente rígida para evitar movimientos y deformaciones excesivas.

La cimbra podrá ser de madera, metálica o de cualquier otro material con o sin tratamiento; se le podrá el número de usos que se juzgue conveniente siempre y cuando se les proporcione el tratamiento adecuado para obtener siempre el mismo acabado que señala el proyecto, el cual para el caso de la cimentación y los andenes es acabado común.

A continuación se indica el procedimiento constructivo para cimbrar la cimentación de la Estación Terminal:

PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION

1.- Antes de cada uso y previo a la colocación del acero de refuerzo, a las superficies de contacto de los moldes con el concreto, se les aplicará una capa de aceite mineral o de cualquier otro material desmoldante que además sirva para proteger la cimbra.

2.- Inmediatamente antes del colado deben limpiarse los moldes cuidadosamente. Si es necesario se dejaran registros en la cimbra para facilitar la limpieza. La cimbra de madera o de algún otro material absorbente debe estar húmeda durante

un periodo mínimo de dos horas antes del colado. Se recomienda cubrir los moldes con algún lubricante para protegerlos y facilitar el descimbrado.

3.- Toda zapata, muro, contratrabe quedara desplantada de tal manera que su eje no diste, del que se ha trazado, más de un centímetro. La tolerancia en desplome de un muro será de 0.5 cm.

4.- La posición de los ejes de vigas con respecto a los de las columnas donde apoyan no deberá diferir de la de proyecto en más de un centímetro mas 2% de la dimensión de la columna paralela a la desviación, ni más de un centímetro más 2% del ancho de la viga.

5.- Para la cimbra de contacto con el concreto, se emplearán exclusivamente los materiales que se indican en los planos y memorias del proyecto, respetando estrictamente las formas y los despieces que se indican en ellos.

6.- Para la obra de soporte, se podrán utilizar los materiales y elementos que juzgue convenientes, siempre que respeten estas especificaciones y que garanticen que la obra falsa será capaz de resistir las cargas de proyecto y del proceso de construcción.

7.- Las cargas verticales y laterales deben ser transmitidas al terreno por el sistema de cimbrado y obra falsa antes de que la estructura esté en condiciones de transmitir los esfuerzos a la cimentación. La cimbra será construida de manera que las vigas, losas, columnas, y otros miembros queden de su dimensión correcta perfectamente alineada y a su elevación exacta. Se proveerá el andamiaje necesario para permitir el acceso de material, equipo y personal para el colado y supervisión.

8.- Los arriostramientos y puntuales serán diseñados para resistir todas la fuerzas laterales previsibles, tales como viento, tensión de cables, soportes inclinados, vaciado del concreto y arranque y parada de equipo; se considera que el valor de las fuerzas laterales, por efecto de viento, peso del concreto y equipo, etc., actuando en cualquier dirección de la línea de cualquiera de los pisos, no sea menor 150 kg/m² de piso, medido perpendicularmente a la fuerza, ni menor del 2% de la carga muerta total en el piso, la que sea mayor. La cimbra para muros se diseñará para carga mínima de viento de 50 kg/m², y los puntuales de la cimbra para muros deberán diseñarse para una carga lateral de 150 kg/m² de muro, aplicada en la parte superior.

9.- La cimbra deberá diseñarse y apegarse a los planos y especificaciones del proyecto, para cualquier condición de cargas especiales que pudieran presentarse, tal como cargas asimétricas debidas a la colocación del concreto, impacto de las máquinas transportadoras de concreto y cargas concentradas. No se permitirán cargas sobre la cimbra antes de que ésta esté totalmente soportada y aprobada.

10.- La cimbra deberá ser a prueba de fugas y suficientemente rígida para no permitir desplazamientos o flechas entre los apoyos. La superficie de la cimbra deberá ser lisa y no deberá tener irregularidades, abolladuras, torceduras o agujeros. Las juntas de la cimbra deberán estar perfectamente alineadas tanto horizontal como verticalmente.

11.- Antes de iniciar el colado se deberá verificar lo siguiente:

- a) La localización, número adecuado y verticalidad de los soportes, así como que estén provistos de rastras y cuñas de ajuste bien sujetas.
- b) El atiesamiento lateral y diagonal para garantizar la firmeza de los costados mediante los yugos, separadores y barrotes adecuados.
- c) Los alineamientos, dimensiones y niveles de los moldes, así como su limpieza y la correcta colocación de chaflanes, cuando se requiera.

12.- Las cimbras serán limpiadas completamente de óxidos, virutas, aserrín y otros antes de verter el concreto. Para conseguir una limpieza óptima, se recomienda el uso de aire comprimido o de agua a presión.

13.- Cuando el colado lo requiera, ya sea por congestionamiento de acero y/o elementos ahogados, así como problemas de colocación, se construirán ventanas en la cimbra para facilitar con ellas el vaciado y vibrado.

14.- Las cimbras deberán ser estancas y también calafateadas por fuera para evitar la pérdida de mortero. Cuando permanezcan expuestas al intemperismo por retrasos prolongados, se tendrá cuidado de que no sufran deformaciones que pudieran afectar a la estructura y a los componentes que en ella intervienen.

15.- Se deberán colocar entarimados o pasillos, debidamente apoyados de manera que se evite mover el armado, cimbra o cualquier elemento ahogado dentro del concreto. Estos entarimados servirán para permitir el paso del personal y equipo que estén transportando el concreto o intervengan en las maniobras de colado, vibrado y terminado del mismo.

16.- Las cimbras de la cimentación deberán permanecer en su lugar cuando menos 12 horas después de terminada la colocación del concreto.

17.- En las maniobras de remoción de la cimbra no deben usarse procedimientos que dañen las superficies del concreto, o que incrementen los esfuerzos a que estará sujeta la cimentación.

18.- Toda la cimbra deberá limpiarse perfectamente para volverla a utilizar.

III. 3. SUPERESTRUCTURA

III.3.A. COLUMNAS PREFABRICADAS

Las columnas prefabricadas se diseñaron con los mismos criterios empleados para estructuras coladas en el lugar, teniendo en cuenta las condiciones de carga que se presenten durante toda la vida útil de los elementos

prefabricados, desde la fabricación, transporte y montaje de los mismos hasta la terminación de la estructura y su estado de servicio, así como las condiciones de restricción que den las conexiones, incluyendo la liga con la cimentación.

Las columnas prefabricada de sección variable, se diseñaron por sismo con un factor Q igual a 2; las conexiones se diseñaron de modo que el grado de restricción que proporcionen este de acuerdo con lo supuesto en el análisis de la estructura, y son capaces de transmitir todas las fuerzas y momentos que se presentan en los extremos de cada una de las piezas que unen.

Con un altura total de 15.85 m, son desplantadas al nivel de la losa de fondo del candelero de cimentación; dicho candelero será relleno con un grout estructural premezclado, para dar mayor rigidez a las columnas, así como para nivelar el fondo del candelero, también servirá para alinear y plomear correctamente las columnas. Las columnas son de sección trapezoidal variable, inicial en la base con una sección de 0.2157 m² y en la cresta de la columna con una sección de 0.0726 m². El trazo y las secciones de la columna se muestran en los planos No. 8 y 9.

El concreto que se utilizara para el colado de las columnas es de 500 Kg/cm² de clase 1; armada en la base con 4 varillas del número 8, 4 varillas del número 6 y 2 estribos del número 3 a cada 20 cm; en la cresta las columnas tiene un armado de 4 varillas del número 8 y 1 estribo del número 3 a cada 20 cm.

Las columnas serán fabricadas en planta por un proveedor de elementos prefabricados; transportadas hasta la obra para colocarse una vez que se haya encontrado el punto de izaje, para lo cual deberán trazarse y plomearse con exactitud, mediante equipo topográfico en el punto donde serán colocadas.

En la base de la columna quedar ahogada una placa de acero que se soldará con otra placa ahogada en la cimentación; la soldadura para unir la dos placas será de penetración completa.

En la parte exterior de las columnas quedarán las placas de acero A-36 que servirán para colocar la malla de acero inoxidable tipo 304, la cual correrá lo largo de la estación; en dichas placas se instalarán los pernos que recibirán los torones que tensarán, sujetarán y darán la curvatura indicada en el proyecto a la malla.

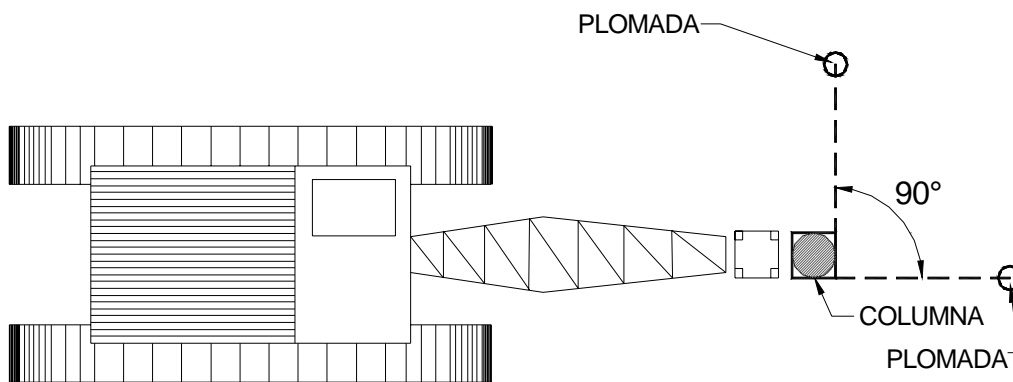
En la parte interna de las columnas quedarán ahogadas las placas de acero que servirán para fijar la estructura del paso de gato, las techumbres de los andenes laterales, así como la velaría.

A continuación se indica el procedimiento constructivo para la colocación en obra de las columnas de concreto prefabricadas:

PROCEDIMIENTO DE EJECUCION

A continuación se indica el procedimiento constructivo para la colocación de las columnas de concreto prefabricadas de la Estación Terminal Xochimilco:

- 1.- Deberá determinarse con exactitud mediante topografía y de acuerdo con los planos de proyecto, la ubicación de los puntos donde se colocarán las columnas. Antes de iniciar el hincado deberá verificarse la posición de la columna en la losa de cimentación, dicha posición no variará con respecto a la de proyecto.
- 2.- Durante el hincado de la columna deberá verificarse la verticalidad de ésta mediante la utilización de equipo topográfico, el cual determinará la posición exacta de las columnas.
- 3.- La colocación de las columnas de concreto debe efectuarse de modo que garantice la integridad estructural de las mismas, y se alcance la integración deseada con la cimentación, de manera que cumpla su cometido; además no deberán ocasionarse daños a las estructuras e instalaciones vecinas por vibraciones o desplazamiento.
- 4.- Todas las columnas deberán estar perfectamente limpias.
- 5.- No deberán hincarse aquellas columnas que presenten agrietamientos o fisuras.
- 6.- Una vez que las columnas hayan sido aceptadas por la supervisión, es conveniente que se coloquen marcas para identificar su localización en campo.
- 7.- Después del manejo e izaje de las columnas mediante grúas, se colocarán en la base del candelero.
- 8.- La columna se colocará en forma vertical, de caso contrario deberá corregirse la posición de la grúa hasta lograrlo.
- 9.- Para alcanzar la verticalidad de la columna pueden emplearse dos plomadas de referencia colocadas en un ángulo de 90 grados, teniendo como vértice a la columna, o bien otro método que garantice dicha verticalidad.



CONTROL DE VERTICALIDAD
DURANTE EL HINCADO DE COLUMNAS

Verticalidad en el Hincado de Columnas

Figura 6.

10.- Las columnas dañadas durante el hincado deberán retirarse y sustituirse por otras en perfecto estado, por lo que será responsabilidad de la contratista realizar el hincado de columnas de manera correcta.

11.- Una vez iniciado el hincado de cada columna no se deberá suspender esta actividad hasta que se complete el procedimiento.

12.- Una vez que se haya colocado la columna en su posición definitiva, y que se hayan soldado las placas de unión, se rellenará el candelero de la cimentación con el grout estructural, para dar rigidez y condiciones de empotramiento de la columna con la cimentación.

13.- Por su alta resistencia, el grout fragua muy rápidamente por lo que se deberá colocar rápida y continuamente.

14.- Para colocar el grout, se deberá martelinar la superficie de concreto, limpiar el polvo con aire a presión, eliminar la grasa y se deberá humedecer la superficie.

15.- La mezcla de preferencia se deberá realizar mecánicamente y se deberá dosificar cuidadosamente el agua limpia de acuerdo al tipo de fluidez que se requiera.

16.- El grout se coloca trabajando en un solo sentido para evitar que quede aire atrapado.

17.- Se vibra el grout con el mismo procedimiento que para concreto, pero no se debe vibrar en exceso para evitar la segregación y el sangrado.

18.- Como una alternativa de solución a la estructuración de la estación, se plantea la de una estructura metálica compuesta por marcos de columnas y vigas

de sección I variable, con las dimensiones y características que se muestran en el plano No. 11.

III.3.B. LOSA ALIGERADA

La losa aligerada es un sistema compuesto básicamente por dos elementos: la bovedilla y las vigas de concreto reforzado armadas y coladas en el sitio.

Las características de la losa se muestran en los planos No. 5 y 10, Corte Transversal y Estructura de Techumbre de acceso.



Fotografía 7. Losa aligerada con nervaduras de concreto reforzado

VIGAS

Las vigas son de concreto reforzado con 6 varillas (3 por lecho) del No. 6 con estribos del No. 3 @ 15 cm. Las dimensiones de las vigas son de 15 cm de ancho x 50 cm de peralte.

BOVEDILLAS

Las bovedillas son los elementos aligerantes del sistema y en este caso son de casetones de poliestireno de alta densidad; las bovedillas en forma conjunta con las vigas cubren la totalidad de la superficie de la losa. Su función es aligerar la losa.

Dadas las características del proyecto, la separación entre las vigas es de 65 cm de centro a centro de y la altura de la bovedilla es de 42.5 cm ya que tenemos un firme de compresión de 7.5 cm.

La capa de compresión es la capa de concreto colado en la obra que queda encima de las bovedillas. El espesor es de 7.5 cm de concreto de 350 Kg/cm².

La capa de compresión actúa como una pequeña losa apoyada sobre las vigas de concreto reforzado, de tal manera que podríamos retirar sin ningún problema las bovedillas después de haber construido la losa.

Se requiere colocar acero de refuerzo en la capa de compresión para resistir los esfuerzos de flexión que se lleguen a presentar. También para evitar agrietamientos por cambios volumétricos, de esta manera encontramos malla de acero electrosoldada de alta resistencia 6x6-6/6.

A continuación se indica el procedimiento constructivo para la construcción de la losa aligerada del vestíbulo de acceso a la Estación Terminal:

PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN

1.- De manera similar a como se construyen las losas macizas, se deberá construir la cimbra de la losa reticular, la cual podrá ser de madera, metálica o de cualquier otro material que satisfaga las características de calidad y resistencia especificadas en el proyecto.

2.- La separación entre los largueros será de 1.60 m, estos pueden ser polines de madera de 4" x 4" apoyados también en puntales de madera de 4" x 4" espaciados a cada 80 cm.

3.- Una vez construida la cimbra de la losa aligerada, se trazan las nervaduras que se apoyan sobre los muros laterales de concreto aparentes; una vez que se ha trazado y verificado la distribución de las nervaduras, se arman. La longitud de traslape así como el armado de las nervaduras con los muros atenderá a lo especificado en el proyecto.

4.- Dichas nervaduras corren en el sentido transversal de la losa reticular, y se deberá verificar la correcta posición de las vigas, para que la distribución de estas, esté conforme a las especificaciones de proyecto.



Fotografía 8. Armado de nervaduras de losa aligerada

5.- Por lo anterior deberá respetarse el espaciamiento, posición y número de nervaduras en la losa aligerada, verificando el alineamiento de las mismas.

6.- Una vez colocadas la totalidad de las nervaduras, se verificara que el armado este conforme a especificaciones de proyecto.

7.- Para dar el recubrimiento indicado en las especificaciones estructurales, el cual para las nervaduras de la losa aligerada es de 2 cm, se podrán utilizar bloques de concreto (pollos) o silletas de acero asbesto, no se permitirá para este objeto, gravas, trozos de madera o pedazos de metal diferentes del acero.

8.- Una vez que se han colocado la totalidad de las nervaduras y que se ha verificado que están correctas, se colocan los casetones de poliestireno en los huecos que forman las nervaduras. Los casetones de poliestireno podrán llegar a la obra cortados a la medida o en bloques, los cuales se podrán cortar para las medidas de los huecos medidos en la obra.



Fotografía 9. Colocación de bovedillas de poliestireno en losa aligerada

9.- La malla soldada se corta en el piso al tamaño deseado, se sube a la losa y se amarra con alambre recocido a la varilla superior de las nervaduras, dejando el recubrimiento indicado en el proyecto estructural.

10.- El colado de la losa aligerada se deberá realizar en un solo paso, es decir, se colarán conjuntamente las nervaduras y la capa de compresión del concreto.

11.- Para realizar el colado de la losa, podrá utilizarse concreto bombeable con un revenimiento máximo de 15 cm.

12.- Para contrarrestar la deformación de la losa (fecha), a consecuencia de los claros que va cubrir, se dejará una contraflecha en la cimbra de 2.5 cm.

13.- Por lo anterior, el colado de la losa se deberá realizar con escantillón, para controlar el espesor de la losa y que la capa de compresión no se vea afectada por la contraflecha arriba mencionada, la cual en todo momento debe permanecer constante e igual a 7.5 cm.

14.- Durante el colado y hasta 20 minutos posteriores al vaciado del concreto, se deberá acomodar la mezcla de manera que se llenen totalmente los moldes sin dejar huecos dentro de las nervaduras, utilizando un vibrador de inmersión.

15.- Durante el vibrado, se debe evitar la manipulación excesiva del concreto para impedir la segregación, también se deberá evitar el contacto directo del vibrador con el acero de refuerzo, lo que pudiera afectar las partes previamente coladas o pudiera modificar la posición del acero de refuerzo en las nervaduras.

16.- El acabado de la losa deberá ser a nivel, procedimiento que se indica más adelante.

III.3.C. ESTRUCTURA METÁLICA

Las techumbres de los andenes laterales, estarán formadas por una estructura en forma de brazo, compuesta por placas de acero estructural A-36, con las

características que se muestran en el plano No. 11 Paso de gato y uniones estructurales.

Es importante mencionar que esta estructura además de ser la cubierta de los andenes laterales, tendrá algunas otras funciones, dentro de las cuales destacan las siguientes:

- Proteger de la lluvia a los usuarios que se encuentren en los andenes laterales.
- Ya que esta compuesta por placas de acero, en su interior se alojara la iluminación de los mismos andenes.
- Los costados de los brazos se utilizarán para vender publicidad.

El paso de gato es la estructura que servirá para dar mantenimiento a la parte alta de la estación; principalmente a través de el se tendrá acceso a la velaría.

La fabricación de las estructuras se rige por las especificaciones de acero estructural y por las normas técnicas complementarias para el diseño y construcción de estructuras metálicas del reglamento de construcciones para el distrito federal.

Todas las superficies expuestas para dar continuidad con soldadura sobre placas de base serán cepilladas.

Todos los miembros serán fabricados en el taller con las dimensiones anotadas en los planos, de manera que no haya empalmes en campo excepto en los lugares específicamente indicados en los planos.

Todas las soldaduras se inspeccionarán por medio de radiografías, líquidos penetrantes o de algún otro procedimiento no destructivo que permita tener la seguridad de que están correctamente aplicadas.

Se deberá efectuar examen visual y corrección necesaria de todas las soldaduras que no cumplan con los requisitos indicados.

A continuación se indica el procedimiento constructivo para la construcción de la estructura metálica del paso de paso de gato y de la techumbre de los andenes laterales de la estación Xochimilco:

PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN

1.- La protección se hará según la secuencia siguiente:

2.- Limpieza de la superficie eliminando totalmente óxidos, grasas, aceite y otras impurezas. El nivel de la limpieza será el de aspecto "comercial" y deberá darse con sopleteo de arena para obtener el aspecto especificado.

3.- Se aplicará un recubrimiento anticorrosivo primario a base de cromato de zinc, (tipo cromato de zinc no. 1 eg1 y jo1 o similar), aplicado en el taller de

construcción del elemento metálico. Esta aplicación se hará siguiendo las instrucciones del fabricante del producto que deberá provenir de envases

cerrados por el propio fabricante. Se aplicará una mano a razón de 10-12 m2 por litro.

4.- Aplicación del acabado final en obra. Este se hará sobre superficies perfectamente limpias, secas y libres de grasa, aceite u otras impurezas. Lo anterior aplicara en elementos expuestos.

5.- Todo el material que se vaya a utilizar debe enderezarse previamente, excepto en los casos en los que por las condiciones del proyecto tenga forma curva. El enderezado se hará de preferencia en frío, por medios mecánicos, pero puede aplicarse también calor, en zonas locales. La temperatura de las zonas calentadas, medida por medio de procedimientos adecuados, no debe sobrepasar 923 K (650 °C).

6.- Los cortes pueden hacerse con cizalla, sierra o soplete; estos últimos se harán, de preferencia, a máquina. Los cortes con soplete requieren un acabado correcto, libre de rebabas. Se admiten muescas o depresiones ocasionales de no más de 5 mm de profundidad, pero todas las que tengan profundidades mayores deben eliminarse con esmeril o repararse con soldadura. Los cortes con ángulo deben hacerse con el mayor radio posible, nunca menor de 25 mm, para proporcionar una transición continua y suave. Si se requiere un contorno específico, se indicará en los planos de fabricación.

7.- Las preparaciones de los bordes de piezas en los que se vaya a depositar soldadura pueden efectuarse con soplete.

8.- Los extremos de piezas que transmiten compresión por contacto directo tienen que prepararse adecuadamente por medio de cortes muy cuidadosos, cepillado u otros medios que proporcionen un acabado semejante.

9.- Después de inspeccionadas y aprobadas, y antes de salir del taller, todas las piezas que deben pintarse se limpiarán cepillándolas vigorosamente, a mano, con cepillo de alambre, o con chorro de arena, para eliminar escamas de laminado, óxido, escoria de soldadura, basura, y en general toda materia extraña. Los depósitos de aceite y grasa se quitarán por medio de solventes.

10.- Las piezas que no requieran pintura de taller se deben limpiar también, siguiendo procedimientos análogos a los indicados en el párrafo anterior.

11.- A menos que se especifique otra cosa, las piezas de acero que vayan a quedar cubiertas por acabados interiores del edificio no necesitan pintarse, y las que vayan a quedar ahogadas en concreto no deben pintarse. Todo el material restante recibirá en el taller una mano de pintura anticorrosiva, aplicada cuidadosa y uniformemente sobre superficies secas y limpias, por medio de brocha, pistola de aire, rodillo o por inmersión.

12.- El objetivo de la pintura de taller es proteger el acero durante un periodo corto, y puede servir como base para la pintura final, que se efectuara en obra.

13.- Las superficies que sean inaccesibles después del armado de las piezas deben pintarse antes.

14.- Todas las superficies que se encuentren a no más de 500 mm de distancia de las zonas en que se depositarán soldaduras de taller o de campo deben

estar libres de materiales que dificulten la obtención de soldaduras sanas o que produzcan humos perjudiciales.

15.- Cuando un elemento estructural este expuesto a los agentes atmosféricos, todas las partes que lo componen deben ser accesibles de manera que puedan limpiarse y pintarse.

III.3.D. VELARIA

La techumbre del andén central se diseñó utilizando un sistema de velaría de geometría libre y ondulante que atraviesa longitudinalmente el espacio.

Es un sistema estructural sumamente eficiente, en razón de la optimización, resistencia y duración de los materiales plásticos y energía constructiva empleada.



Fotografía 10. Estadio con Cubierta de Velaría

Este sistema, compuesto simplemente por una membrana hecha a base de fibra de PVC con Poliéster cubierta por una capa de Teflón, nos permite darle una característica propia a la Estación Terminal del Tren Ligerero Xochimilco, ya que por su flexibilidad y fácil colocación, rompe con el ritmo rígido generado por su estructura, además de que acompañado de una iluminación apropiada y una forma arquitectónica interesante, éste sistema nos representa una solución ideal al Proyecto para resolver la Cubierta del Anden Central.

La cubierta tipo Velaría, al tener 1 mm de espesor y un porcentaje de traslucidez de hasta el 23%, nos genera arquitectónicamente una lámpara hacia el interior de la estación, permitiéndonos de esta manera no tener que utilizar elementos adicionales como plafón de la cubierta.

Por otro lado este sistema nos representa varias ventajas constructivas al utilizarlo en la Estación Terminal Xochimilco, ya que su flexibilidad nos permite sujetarlo de algunos elementos ya existentes en la estructura de la estación, como lo son las columnas de concreto prefabricadas, además de que al pesar

menos de 1 Kg/m² nos permite respetar las dimensiones y características estructurales del proyecto.

En cuanto a su mantenimiento preventivo, esta membrana tiene muy baja adhesión al polvo por lo que los problemas generados por la contaminación principalmente se remueven por lluvia, y los mantenimientos periódicos que se le den a la cubierta, sólo constarán de agua a presión y productos convencionales de limpieza biodegradables.

En cuanto al mantenimiento correctivo de la membrana, se considera un diseño de cubierta que permita ser reemplazada sólo un área parcial del área afectada, sin

necesidad de tener que reemplazar toda la cubierta en cualquier caso extremo de siniestro.

En los planos No. 5 y 12 se muestran las características y dimensiones de la velaria del andén central.

A continuación se indica el procedimiento constructivo de la velaria del andén central:

PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION

1.- La velaria que servirá como techumbre del andén central, será fijada a las columnas de concreto prefabricadas de la siguiente manera, en tres puntos de las columnas: cumbrera de columnas, estructura de paso de gato y columnas prefabricadas.

2.- Dentro de la cumbrera de las columnas de concreto, se soldará mediante una placa de acero de $\frac{1}{2}$ " una esfera de acero inoxidable de 3" de diámetro, en dicha esfera será soldado un tensor de cable de acero de $\frac{1}{2}$ " que estará fijo a la velaría a través de un templador, dos sujetadores a presión y un tubular de acero rolado de $5 \frac{1}{2}$ " de diámetro, el cual correrá a lo largo del paso de gato; de igual manera el tubular se fijara a las columnas de concreto a través de una armella, un templador, un sujetador a presión y tensor de cable de acero de $\frac{1}{2}$ " de espesor el cual estará soldado a las columnas de concreto por medio de una placa de acero de $\frac{1}{2}$ ". La velaría quedara enredada en el tubular de acero a lo largo de toda la estación.

3.- Al nivel de la estructura que será la techumbre de los andenes laterales, la velaría estará fija a las columnas de concreto de manera similar a las anteriores; en las columnas de concreto quedarán ahogadas tres placas de acero de $\frac{1}{2}$ " de espesor en forma de c, abrazando las columnas; en cada uno de los lados de las columnas se soldara a las placas un armella, a la cual llegara un templador y a este último se agarrara un sujetador a presión con el cable tensor de $\frac{1}{2}$ " que será unido al tubular de $5 \frac{1}{2}$ " a través de un cople y un perno de acero soldado al tubular.

III.3.E. ACABADOS

III.3.E.1. ACABADOS DE CONCRETO

DEFINICION

Se entenderá por acabados de concreto, el conjunto de las distintas operaciones que será necesario realizar para que los elementos y piezas de concreto armado tengan una apariencia específica.

ACABADO A NIVEL

Consiste en nivelar el concreto colocado para dejar una superficie uniforme, eliminando el concreto sobrante después de su compactación por medio del desplazamiento de una regla metálica o de madera totalmente recta sobre la superficie, con un movimiento de rasero sobre las guías de madera o metal previamente instaladas para dar el nivel requerido en proyecto.

Este tipo de acabado se realizará de manera preliminar en todos los elementos de concreto que intervienen en el proyecto, sin importar el acabado final que vayan a tener, lo anterior debido a que este acabado se aplicará única y exclusivamente para dar los niveles de proyecto indicados en los planos.

ACABADO PULIDO CON LLANA

En las zonas de andenes y taquillas las cuales recibirán recubrimiento de piso de placa de granito de 30 x 30 cm, se aplicará un acabado pulido con llana, siguiendo las recomendaciones siguientes.

El pulido con llana debe iniciarse una vez que haya desaparecido la película de agua y después de que el concreto haya endurecido lo suficiente para impedir un exceso de flujo de materiales finos y agua a la superficie del mismo; lo anterior se deberá realizar manualmente mediante una llana metálica, aplicando una presión firme y plana. Este acabado debe ser firme y uniforme, sin defectos, ondulaciones o marcas de la herramienta utilizada.

ACABADO APARENTE

Los muros de concreto que se ubican en el vestíbulo de acceso a la zona de taquillas, sobre los cuales descansa la losa aligerada del vestíbulo, así como los muros de concreto de la caseta del jefe de terminal, se construirán con concreto aparente y para su construcción se deberán observar las siguientes características y recomendaciones.

Se entenderá por concreto acabado aparente a los elementos que tienen un acabado tal como queda después de retirar la cimbra, y que presenta las siguientes características, desde el proceso de armado estructural hasta su presentación final:

A.- No se utilizarán separadores a base de madera, varilla o algún elemento ajeno al proceso constructivo indicado que pueda quedar expuesto en la superficie final.

B.- La cimbra se realizará con el material o materiales que se indiquen en los planos, y observar:

1.- Cuando sea de triplay o de duela, estas piezas deberán estar sin perforaciones, sin alabeos, de excelente presentación y planicidad, sin desfibramiento y sin torceduras.

2.- Cuando sea metálica, el espesor de la lámina deberá garantizar la ausencia de alabeos y perforaciones, en caso de que haya piezas unidas formando un módulo éste no debe presentar costura alguna (cordón de soldadura), ni manchas de oxidación que puedan alterar el acabado del concreto.

3.- Sea cual fuere el material a utilizar para cimbrar, será importante cuidar particularmente el encofrado de las piezas a colar, garantizando así el alineamiento, la nivelación y el plomo de los módulos respectivos.

C.- Independientemente de lo indicado en las Especificaciones Estructurales de Concreto, se pondrá énfasis en las instrucciones siguientes:

1.- La mezcla de concreto a utilizar para estos elementos, siendo de planta premezcladora o preparada en sitio, será de la misma marca de cemento y la procedencia de los agregados será de la misma cantera o mina, para evitar variación en el tono del concreto.

2.- Será sumamente cuidadosa la consistencia de esta mezcla, debido a que su manejabilidad y plasticidad aunada al vibrado realizado por personal calificado, garantizará la ausencia de estratigrafía de agregados, respetando siempre la resistencia estructural especificada para cada uno de los elementos con acabado aparente.

3.- El descimbrado se hará con la herramienta y equipo para que garantice la no introducción de objetos o herramientas entre la cimbra y el concreto para hacer palanca y realizar la separación respectiva.

D.- Solo en casos extremos, previa autorización, se permitirá eliminar o “matar” las rebabas, humedeciendo la superficie durante el tiempo que tarden estos trabajos.

E.- Limpiar toda la superficie, en seco, a mano, utilizando tela de yute.

F.- Por ningún motivo se permitirá “chulear” el concreto con pastas que se extiendan por encima de la superficie aparente.

ACABADO ESCOBILLADO

Los pisos de concreto de la caseta del jefe de terminal, se construirán dejándolos con acabado escobillado para dar una superficie rugosa y antiderrapante.

Para realizar este acabado se debe pasar sobre la superficie de concreto una escoba o banda de manta de yute en sentido transversal inmediatamente después de terminado el pulido con llana.

III.3.E.2. PISOS DE CONCRETO CON AGREGADO DE MÁRMOL EXPUESTO EN RAMPAS DE ANDENES, VESTIBULO DE ACCESO A ESTACIÓN Y ZONA DE TAQUILLAS

MATERIALES

Las rampas para ascenso/descenso de usuarios de los andenes, así como el vestíbulo de acceso a la estación y la zona de taquillas, se construirán con pisos de concreto con agregado de grano de mármol expuesto.

Se entenderá como piso concreto con agregado grano de mármol o al piso de concreto con agregado del No. 6 de mármol, al piso o pavimento de concreto con agregado grueso de mármol del No. 6 expuesto a la vista.

El cemento que se emplee será Pórtland tipo II conforme a la clasificación establecida en la norma NMX-C-414-ONNCCE, según se indica en las Normas Técnicas Complementarias para el diseño y Construcción de elementos de concreto, edición 2004.

El agua que se utilice en la fabricación del concreto deberá estar limpia y liberada de cantidades perjudiciales de ácidos, álcalis, sales, materia orgánica y demás sustancias que puedan ser nocivas.

En el caso de la arena (agregados finos) el porcentaje que debe pasar la malla 200 es de 10% a 15%, su origen será andesítico, basáltico o calizo y los agregados gruesos a utilizarse serán de mármol de $\frac{3}{4}$ " extraído de bancos nacionales, pertenecer al grupo de mármoles duros, de clase carbonatada metamórfica (carbonato de calcio) o sea la transformación natural de la roca después de su consolidación primitiva, siendo una roca caliza grano basáltica carbonatada recristalizada con óxido de hierro de granito fino a grueso, con una composición principalmente de calcita y dolomita; las impurezas permitidas serán de cuarzo, óxidos de Hierro y magnesio.

En el plano No. 2 se muestra la planta de la estación donde se utilizará concreto con agregado de mármol expuesto.

A continuación se indica el procedimiento constructivo para los pisos de concreto con agregado de mármol expuesto:

PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION

1.- Ninguna porción de concreto será colocada hasta que todo el trabajo de cimbras, instalación de partes que estarán ahogadas y preparación de las superficies de colado, hayan sido aprobadas.

2.- En caso de estar lloviendo, se podrá colocar siempre y cuando la zona de trabajo se proteja de la lluvia. Si durante el colado se presenta una lluvia que pueda provocar deslaves y/o defectos en el acabado, deberán protegerse convenientemente las superficies de concreto fresco; tampoco se colocará en agua corriente ni estará sujeto a su acción, hasta después que haya endurecido.

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

4.- Inmediatamente antes de efectuar el colado, todas las superficies sobre o contra las que se cuele concreto, estarán libres de agua encharcada, lodo o escombros. Además deberán estar limpias de aceite y sustancias objetables. Las superficies absorbentes contra las que se colocara concreto previo al colado se humedecerán.

5.- Se define como juntas de construcción las superficies de concreto endurecido, contra las cuales se hará un nuevo colado, presentando dicha superficie, una rigidez tal que impida incorporar íntegramente ambas zonas coladas y se harán en los lugares y forma fijados por el proyecto.

6.- Las superficies de las juntas de construcción, estarán limpias y humedecidas, al ser cubiertas con concreto fresco. La limpieza consistirá en la remoción de toda nata, concreto suelto o defectuoso, pegaduras, arena, si se usa, o cualquier material extraño. Las superficies de las juntas de construcción. Deberán limpiarse con chiflón de arena, se tendrá cuidado de evitar el cortar en exceso los agregados del concreto. Se limpiaran las superficies con agua a presión, el lavado se ejecutará cuando menos 3 hrs. antes del colado del concreto adyacente y se mantendrá humedecidas las superficies continuamente, antes del nuevo colado.

7.- La colocación del concreto con agregado de mármol con acabado expuesto, se realizará de la forma siguiente: una vez que el agua de la superficie de acabado haya desaparecido, se debe esparcir uniformemente el agregado del color y tamaño especificados sobre la superficie del concreto hasta darle un recubrimiento completo con espesor de una sola piedra; posteriormente se incrustará el agregado en el concreto fresco mediante un ligero apisonamiento, alisando a continuación la superficie mediante una plana, hasta dejar el agregado completamente cubierto por el mortero y que la superficie quede totalmente plana, con una tolerancia máxima de 6 mm medida con una regla recta de 3 m de longitud.

8.- Una vez que el concreto haya endurecido lo suficiente para impedir el desprendimiento del agregado, se debe proceder a la exposición de éste, de la

forma siguiente: hacer fluir agua en cantidad suficiente, pero sin fuerza, sobre la superficie del concreto, mientras se retira el mortero en el que se encuentra incrustado el agregado, retirando el mortero del agregado mediante barrido con una escoba de cerdas.

9.- Este trabajo se debe continuar hasta que el agregado quede expuesto uniformemente, sin causar desprendimiento del mismo.

10.- Se permite la aplicación de un retardador químico esparcido sobre la superficie del concreto fresco, después de que ésta haya sido alisada con

plana, con el propósito de alargar el tiempo disponible para las operaciones de exposición del agregado.

11.- Previo al vaciado se colocarán maestras de concreto hidráulico de las mismas características (agregado de mármol) a 1.80 m de separación máxima en ambas direcciones, se vaciara la capa o capas y se nivelara con reglas retirando el exceso de concreto.

III.3.E.3 PISOS DE MÁRMOL EN ZONAS DE ANDÉN Y TAQUILLAS

Piso de mármol es la obra de albañilería consistente en colocar piezas cortadas del mármol especificado sobre firmes o losas de concreto, mediante cementante para mármol (pegamarmol).



Fotografía 11. Edificio con losetas de Mármol

MATERIALES

Las dimensiones se apegarán al despiece que se indica en los planos de proyecto, manteniendo un espesor de 2 cm, o el que indiquen los detalles particulares.

El mármol a utilizar deberá pertenecer al grupo de los Mármoles Duros, denotando como rocas carbonatas metamórficas (carbonato de calcio), constituidas esencialmente por calcita y dolomita, con impurezas de cuarzo, óxidos de Hierro y manganeso.

Por su origen, el color de mármol oscilará entre tonalidades grisáceas (claras u oscuras), rosadas o rojizas.

Tendrán sus bordes rectos y paralelos, esquinas rectas sin desportilladuras y dimensiones sin variaciones mayores a dos (2) milímetros de las nominales. Según se indican en los planos del proyecto, el acabado de las piezas de mármol será sandblasteado.

A continuación se indica el procedimiento constructivo de los pisos de loseta de placa de mármol:

PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

1.- Previamente a la colocación de las piezas de mármol que formarán el piso se correrán niveles y se colocarán las “maestras” de tal manera que la parte superior de las mismas coincidan con los niveles correspondientes señalados en el proyecto.

2.- Las “maestras” se colocarán a un espaciamiento máximo de dos (2) metros entre si y sujetarán “reventones” perpendiculares al centro de cada hilada.

3.- Antes de ser colocadas las piezas deberán librarse de polvo, grasa y cualquier otra sustancia extraña que demerite la adherencia material y serán perfectamente saturadas con agua.

4.- Se iniciará la colocación por el centro del área, asentando las piezas con pegamarmol y nivelándolas individualmente con nivel de mano. El espesor promedio del pegamarmol será de cinco (5) centímetros y las juntas serán a tope. El sentado se hará golpeándolas suavemente con una pieza de madera y evitando que los bordes se dañen.

5.- Cuando se requiera cortar piezas porque así lo indiquen los planos del proyecto se utilizarán exclusivamente equipos mecánicos.

6.- Se deberán proveer oportunamente las preparaciones que se requerirán para los elementos de otras secciones, ya que no se aceptarán piezas que presenten resanes, parches, discontinuidad o remiendos.

7.- Una vez terminado un tramo de piso y fraguado el mortero se procederá a “lechadear” con la pasta de cemento blanco y agua. La finalidad de esta “lecheada” será cubrir pequeñas imperfecciones y rellenar las juntas. El excedente

de la “lecheada” que no haya penetrado en las juntas, deberá ser retirado de inmediato.

8.- Las zonas cubiertas con este tipo de acabado y que por su ubicación tengan circulación de personal para realizar otro tipo de trabajos durante la obra, deberán protegerse (previo secado de la lechada aplicada a las juntas) hasta la terminación de estos trabajos con tres (3) capas de papel manila grueso pegado con engrudo.

9.- Al concluir los trabajos ajenos a la colocación de pisos de mármol, podrá procederse a su limpieza final, a base de agua limpia y cepillos de raíz, teniendo cuidado de no rayar la superficie del mármol.

10.- Las juntas de los pisos serán de gruesos uniformes, no mayores de dos (2) milímetros y se alinearán paralelamente a los elementos circundantes conforme a las “maestras” previamente aprobadas, con una desviación no mayor de tres (3) milímetros con respecto al aparejo que indican los planos.

11.- Los pisos de mármol, estarán exentos de crestas o depresiones mayores de dos (2) milímetros medidos contra regla de tres (3) metros de longitud en cualquier sentido.

12.- Los pisos de mármol quedarán a los niveles que se indican en los planos, con variaciones no mayores de tres (3) milímetros.

III.3.E.4. GUIA TÁCTIL

Es una ranura labrada en el mármol de 3 cm de ancho por 0.7 cm de profundidad con los cantos redondeados, la cual tiene a intención de servir como guía para los ciegos y débiles visuales dentro de la estación.

BOTÓN DE INFORMACIÓN

Es un rebaje en la placa de mármol, de sección circular de 15 cm de diámetro, y 0.7 cm de profundidad

A continuación se indica el procedimiento constructivo para guía táctil y el botón de información para ciegos y débiles visuales.

PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION

1.- La guía táctil y el botón de información se labrarán sobre las placas de mármol, el labrado de guía táctil y del botón de información, se realizará en la obra mediante cortadora fresadora y fresa diamantada sobre mesa horizontal para la guía y fresa vertical para el botón, las piezas especiales indicadas en los planos se podrán terminar con herramienta manual, siempre y cuando la ejecución se haga debidamente alineada, pulida y terminada.

2.- Antes de iniciar la colocación de las placas, se limpiarán cuidadosamente las superficies del firme o losa de concreto, retirando el polvo, falsas adherencias y mojándolo hasta la saturación.

3.- La colocación de las placas, se hará en tal forma que la variedad de tonalidades propias del material no marquen agrupamientos o alteraciones rítmicas, sin embargo deberá respetarse el diseño de los pisos por cambio de tonalidad, indicadas en los planos de acabados.

4.- Las placas se asentarán con mortero pegamarmol deberán limpiarse de polvo antes de su colocación que obedecerá al despiece indicado en planos de detalle. Se nivelarán las piezas con nivel de mano en sus cuatro ángulos y en

el centro, en todos los casos la guía deberá estar perfectamente alineada y nivelada no se aceptarán quiebres o desniveles.

5.- No se admitirán piezas rajadas, rotas, seccionadas o despostilladas.

6.- No se admitirán desniveles mayores a medio milímetro.

7.- El acabado de las placas de mármol será pulido y sin brillar.

8.- Deberá entregarse el piso perfectamente limpio y sin manchas.

III.3.E.5. MULTYMUROS Y MULTYTECHO

Las taquillas de la estación se construirán con Multymuro y Multytecho, que son paneles prefabricados y están compuestos por dos láminas de acero galvanizado y prepintado pinto, unidas por un núcleo de espuma rígida de poliuretano, formando un elemento tipo sándwich y con diseño de junta del tipo hembra y macho.

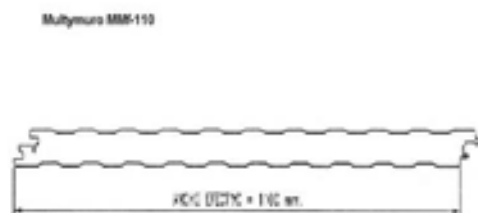


Figura 7. Sección típica de multymuro

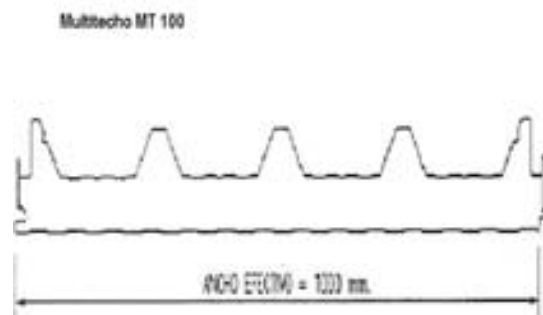


Figura 8. Sección típica de multytecho

Para muros se utilizará Multymuro de 1 1/2" de espesor (cal 26/26), de 110 cm y color blanco/blanco y de 2" de espesor (cal 26/26), de 100 cm y color blanco/blanco en plafones.

MANEJO Y ALMACENAJE

Los paquetes de paneles se sujetan al camión mediante bandas de lona, asegurándolas para evitar que se muevan o aflojen dañando los paneles. Es recomendable proteger los paquetes con lonas durante el transporte.

La descarga se puede efectuar mecánicamente mediante grúas o de forma manual. Si se efectúa con grúa se tienen que utilizar bandas de lona en cantidad suficiente para no maltratar los paquetes.

Para descarga con grúa y para paquetes mayores de 6.00 m., se recomienda el uso de un buen balancín, con suficiente longitud para repartir uniformemente el levantamiento del paquete.

Si la descarga es manual se recomienda que haya la cantidad necesaria de personas, tanto arriba como abajo del camión, de acuerdo a la longitud del

panel, con el fin de no rasparlo o golpearlo. Es necesario que el personal tenga las herramientas de corte necesarias para abrir los paquetes y que saquen panel por panel.

El panel siempre deberá moverse de lado o con las crestas hacia abajo para proteger la cara interior del panel.

En las estibas de panel, se permite como máximo la altura que resulte de la cantidad de paneles que vengan en un paquete, colocando los barrotes a una distancia de 1.50 m.

Para el almacenaje de los paneles se deben seguir las recomendaciones siguientes: lugares cubiertos y áreas ventiladas, así como superficies planas para su estiba. Si se almacenan al exterior deberán ser cubiertos con material

impermeable como lámina, lona, plástico, procurando que haya ventilación entre los mismos para evitar condensaciones de agua. En paquetes cerrados se deberá rasgar el plástico por la parte de abajo.

A continuación se indica el procedimiento constructivo para las taquillas a base de multymuro y multytecho:

PROCEDIMIENTOS DE EJECUCION

MULTYMURO

1.- Antes de iniciar la instalación, la superficie sobre la cual se colocarán los muros deberá estar perfectamente nivelada, con las dimensiones correctas de acuerdo al proyecto arquitectónico.

2.- La herramienta básica necesaria para la instalación se compone de: taladro tipo industrial, desarmador, remachadora, pistola para calafatear, sierra caladora, sierra sable o disco abrasivo y pistola de fijación.

3.- Antes de iniciar la instalación es necesario revisar la estructura de soporte, checar que este perfectamente instalada, alineada y pintada, con el fin de asegurarse de que está en condiciones de recibir los paneles.

4.- La fijación de los paneles se hace mediante pijas autotaladrantes galvanizadas de ¼” de diámetro por un largo igual al espesor del panel a fijar

en el caso de multymuros; para multytecho se utilizarán con un largo igual al espesor del panel a fijar más 1”, en ambos casos utilizando broca de 7/32” de diámetro, además de perfiles fabricados con lamina Pintro, para fabricar los bastidores de soporte.

5.- Los paneles se colocarán de abajo hacia arriba, los traslapes longitudinales se harán permitiendo el escurrimiento por la superficie del sistema.

6.- En la fijación típica de machimbrado de muro con muro se deberán colocar 2 pijas galvanizadas autorroscantes de ¼” de diámetro por una longitud igual que el espesor que del panel.

Junta Tipica Multymuro Fachadas

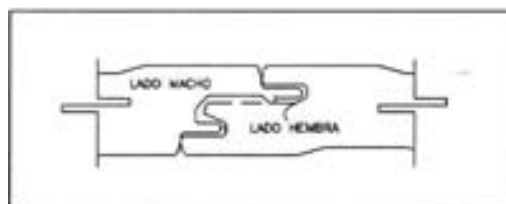


Figura 9. Junta de multymuro

7.- En el remate de fachadas en firme de concreto se deberá colocar un canal inferior interior; la fijación será por medio de remache pop y serán mínimo 3 remaches por panel; se debe calafatear con sellador a todo lo largo y para esto se deberán respetar las indicaciones del fabricante.

8.- En el remate de fachada en rodapié de concreto u otro material se deberá colocar un botaguas de lámina galvanizada de 10 cm., como mínimo en su sentido vertical calafateando con sellador a todo lo largo. Sujeto con las dos pijas autorroscantes con las que se sujeta el muro. En cuyo caso se seguirán las recomendaciones del fabricante.

9) Los selladores deberán ser aplicados en el lugar y en la cantidad especificada por el fabricante. Las superficies de contacto deberán estar libres de grasa, polvo o cualquier otro contaminante, para garantizar la adherencia del sellador.

10) Para la solución en esquinas se deben utilizar los perfiles de fijación, esquinero interior y exterior sujetos a los paneles por medio de remaches "POP" AM-54 @ 30 cm. como mínimo por ambos lados. Con respecto al esquinero exterior deberá llevar calafateo a todo lo largo del esquinero.

11) Para el paso de instalaciones en donde se requiera el panel, se puede solicitar con poliducto de P.V.C de ½" de diámetro integrado al mismo panel y/o colocar un doble muro de panel dejando un espacio de 10 cm, entre ellos para formar un muro húmedo que aloje las instalaciones.

12) En los paneles donde queda expuesta la espuma rígida a humedad se debe aplicar adhesivo Lastoflex y/o accesorios de línea similares y utilizar soluciones recomendadas por el del fabricante.

13.- Se recomienda que al terminar la instalación de los paneles, éstos reciban la limpieza necesaria mínima para remover la grasa, tierra, polvo y marcas de manejo normales, debidas a la instalación. Manchas difíciles deberán ser lavadas individualmente con una solución suave de agua y detergente doméstico aplicada

con un trapo, esponja o cepillo suave. Estas áreas deberán ser bien enjuagadas con agua después de limpiar, para remover todos los residuos de solución.

6.- Especial atención se deberá tener en la remoción de rebabas de metal sueltas o ligeramente incrustadas en la capa de pintura de la lamina, así como cualquier fragmento o elemento de metal, tales como clavos, remaches, tornillos, etc.

MULTYTECHO

1.- La colocación de todos los paneles, deberá efectuarse de acuerdo con lo mostrado en los planos correspondientes.

2.- Todos los elementos de soporte deberán estar completamente montados antes de comenzar la colocación de los paneles; se deberá revisar la estructura de soporte, corroborando que este perfectamente instalada, alineada y pintada, asegurándose de que está en condiciones de recibir los paneles.

3.- La dirección de la instalación de los paneles, deberá ser siempre en sentido contrario a la dirección de la caída de agua, es decir, tomando como referencia la pendiente de la cubierta, los paneles de la cubierta se instalarán de abajo hacia arriba, garantizando la impermeabilidad del sistema con el traslape en ese sentido.

4.- Por el diseño de la junta de macho-hembra y peralte de cresta, Multytecho puede emplearse con pendiente mínima de 3% condicionado a la longitud de la cubierta.

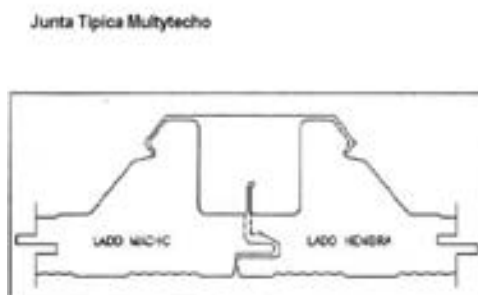


Figura 10. Junta de multytecho

5.- Se fijarán los paneles a los perfiles montantes o largueros puestos en la estructura para ello, utilizando placas de fijación utilizando taladro tipo industrial

y broca de 7/32" de diámetro, se empleará el destornillador para la colocación de pijas. La separación entre fijaciones no será en ningún caso mayor a la recomendada por el fabricante de acuerdo al espesor seleccionado y a la velocidad de viento de diseño. El número de pijas por panel será la recomendada por el fabricante. Los paneles deberán de apoyarse firmemente sobre sus soportes, de tal manera que no existan áreas de falso contacto y se deberán

ajustar a su posición final, antes de fijarlas en forma permanente. El tendido y alineamiento de los paneles deberá efectuarse en forma tal que se utilicen el número de piezas mostradas en el plano de taller, conservando las dimensiones de traslape especificadas.

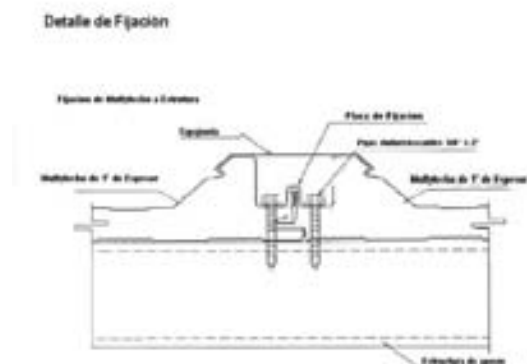


Figura 11. Detalle de fijación

6.- Para los traslapes se requiere hacer un corte en campo de la lámina inferior de 20 cm, una vez retirada la lámina en la obra se elimina la espuma de poliuretano de los 20 cm del extremo cuidando de no dañar la lámina superior. Posteriormente se coloca un calafateo de cordón de 3/8" de diámetro a todo lo largo de la lámina a una distancia de 1" de separación entre la placa desbastada y el sellador, se colocan las pijas de 1/4" x 3/4" con arandela plástica inmediatamente después de colocar el sellador y empatar las piezas.

7.- Para la fijación de la tapajunta que protege los accesorios de fijación se deberá colocar 2 pijas de 1/4" x 3/4" con arandela plástica en ambos lados al frente y después 1 pija a cada 1.50 m., alternadas, repartidas a lo largo de la misma. Las tapajuntas se deberán traslapar 10 cm., como mínimo, e ir selladas a 1" entre el traslape y el sellador especificado. No se deberán hacer traslapes de tapajunta en los traslapes longitudinales de los paneles.

8.- Para la colocación de caballete integral de 3.05 m. de longitud se debe colocar el Closure para Multytecho de 1" x 1 3/4" x 40" y sellar entre el Closure y el panel, posteriormente se coloca el caballete que se fijará con pijas autorroscantes de 1/4" de diámetro x 1" con arandela plástica, una por cresta. Para el traslape de caballete se requiere de un mínimo de 5 cm.; una vez colocado se fijarán al panel con pijas autorroscantes de 1/4" x 1" con arandela plástica cuatro por traslape. Deberá ir sellado entre traslapes.

9.- Los traslapes, transversales y caballetes deberán estar perfectamente sellados con Sikaflex 1-A o equivalente, el cual deberá ser aplicado en el lugar y la cantidad especificada por el fabricante para que la vida útil de servicio se prolongue al máximo.

10.- Los selladores deberán ser aplicados en el lugar y la cantidad especificada por el fabricante. Las superficies de contacto deberán estar libres de grasa, polvo o cualquier otro contaminante, así también deberán evitarse pisar sobre las zonas selladas durante el proceso de curado.

11.- En los paneles donde queda expuesta la espuma rígida a humedad se debe aplicar adhesivo Lastoflex y/o accesorios de línea similares y utilizar soluciones recomendadas por el del fabricante.

12.- Al terminar la instalación de la cubierta, se recomienda que los paneles reciban la limpieza necesaria para remover la grasa, tierra, polvo y marcas de manejo normales, debido a los trabajos de instalación.

13.- Las manchas difíciles deberán ser lavadas con una solución suave de agua y detergente doméstico aplicada con trapo, esponja o cepillo suave. Estas áreas deberán ser bien enjuagadas con agua después de la limpieza, con el fin de remover todos los residuos de la solución. Las áreas dañadas en su acabado deberán ser reparadas según productos y especificaciones del fabricante.

III.3.E.6. MAMPARAS DE PORCEWOL

El porcewol está compuesto a base de módulos de acero porcelanizado cal. 18 con un respaldo de aglomerado de cemento y madera; elementos con el espesor necesario y recomendados para diferentes condiciones estructurales.

Las mamparas pueden estar fijas al piso o sujetas a un riel. Así el piso queda libre para facilitar la limpieza y el mantenimiento.

Los tableros serán fabricados con acero calibre 16 (1.6 mm), por estar en el exterior de la estación.



Figura 12. Fachada Hospital IMSS con muros de Porcewol

Cada tablero deberá ser cubierto con esmalte fundente en toda la superficie y en ambos lados, utilizando un espesor mínimo de 2.5 milésimas de pulgada. El esmalte cubierta o de color, deberá tener un espesor mínimo de 4.0 milésimas. El espesor total no debe exceder 20 milésimas.

III.3.E.7. MUROS DE BLOCK DE BARRO VIDRIADO

MATERIALES

Sobre los andenes laterales de la estación se construirán muros de block de barro vidriado (Santa Julia); es un Ladrillo o Tabique con dos perforaciones verticales; es un producto de forma prismática fabricado con arcillas comprimidas extruidas, mediante un proceso de cocción mayor a los 1000 °C.

Sobre los materiales, el proyecto especifica que deberán ser de primera calidad. Los bloques deben presentar medidas uniformes así como no deben tener variaciones en color o acabado de acuerdo a la muestra aprobada para este fin. Se recomienda adquirir los bloques de un solo pedido para garantizar una mayor uniformidad de los mismos.



Fotografía 12. Edificio con muros de block de barro vidriado

Las celdas o huecos que se dejan en el interior son con el fin de aligerarlos sin demeritar su carga estructural además de proporcionar:

- Para todos los productos esmaltados cero costos por mantenimiento, ya que su superficie ha sido sometida a una aplicación de esmalte vidriado que lo hace totalmente apto para construcciones de alto riesgo para su mantenimiento.
- En climas extremos de calor o frío una construcción confortable y acogedora.
- Su grado mínimo de absorción aun para los productos de barro natural sin esmaltar no permite que exista reacción de las sales solubles provocando erosión por el exceso de humedad a lo cual son sometidos nuestros productos.
- La baja porosidad de todos los productos perforados verticales, garantizan una alta resistencia a la compresión, según Normas Nacionales e Internacionales además de la prueba de resistencia al fuego e intemperismo acelerado.

La variedad de medidas que conforma la gama de productos estructurales cubren las necesidades de la construcción más exigente sumado a la fabricación de tabiques esmaltados en una, dos y tres caras; así como, la fabricación de tabiques curvos.

En el plano No. 4 se muestra un corte longitudinal de la estación donde se observa la ubicación de los muros de block esmaltado Santa Julia.

A continuación se indica el procedimiento constructivo para los muros de block esmaltado Santa Julia sobre los andenes laterales:

PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN

1.- Los bloques se deberán saturar mediante inmersión total al menos dos horas antes de colocarse. Las piezas deberán estar limpias y sin rajaduras. Es importante mezclar entre sí las piezas de los diferentes lotes a colocar, para evitar así diferencias apreciables de color.

2.- Mediante plantilla, o trazo con cinta, deberán localizarse y dejarse las preparaciones del refuerzo, dejando ahogado el mismo en la losa o dala de desplante.

3.- El refuerzo por flexión (que se coloca en los extremos de los muros), deberá ser continuo y anclado convenientemente a la dala de desplante.

4.- El acero por flexión se colocará en los primeros dos huecos de los extremos del muro en aquellos cuya longitud no exceda de 3.00 m., evitando que la relación altura espesor del muro sea superior a 30; para casos de muros mayores el acero por flexión se colocará en los primeros cuatro huecos de los extremos del mismo. Este refuerzo vertical será continuo desde la dala de desplante y sólo se podrá traslapar en los entrepisos usando una longitud de traslape igual a 60 diámetros de la varilla.

5.- De no indicarse en los planos, se deberá unir cada dos hiladas el refuerzo por flexión mediante grapas a 180°. Estas grapas serán de varilla TEC-60, ¼" de diámetro ($f_y = 6000\text{kg/cm}^2$), o varilla grado 42 de 5/16" de diámetro. No se deberá usar alambón para el refuerzo de las mamposterías.

6.- El hueco en que se coloque el refuerzo vertical por flexión se llenará con concreto que tenga una resistencia mínima de 150 kg/cm^2 , o inmediatamente hilada por hilada con el mismo mortero con el que se están uniendo las piezas, picando vigorosamente bel hueco para evitar que queden espacios vacios. El hueco de las piezas tendrá una dimensión mínima de 5 cm y un área de 30 cm^2 .

7.- El refuerzo que va distribuido en el interior del muro debe desplantarse a cada 5 m., utilizando alternadamente tramos de 0.50 y 1.00 m. Las barbas que se dejen no deben tener la misma longitud. El refuerzo deberá consistir en una varilla TEC-

60, 5/16" de diámetro, o varilla grado 42 de 3/8", la separación a la que debe colocarse este refuerzo vertical en el interior del muro será a cada 60 cm, además a cada 3 m., en extremos de muros y en las intersecciones entre muros deberá reforzarse y colocarse dos huecos consecutivos.

8.- Las piezas se desplantarán sobre una base de mortero de aproximadamente 2 cm. De espesor. Las hiladas se cuatrapean cuidando que se coloque mortero tanto en las juntas horizontales como verticales, el espesor de las juntas será de aproximadamente 1 cm., en todos los sentidos, quedando rectas y remetidas un promedio de 1 mm con respecto al paño del block, debiendo quedar las verticales a plomo y las horizontales a nivel.

9.- En la colocación de las piezas se debe procurar que no caiga mortero en los huecos en que va a haber refuerzo vertical, para que cuando se halla levantado el muro en toda su altura o donde se vaya a poner un dala intermedia se pueda colocar sin dificultad el traslape del refuerzo, que tendrá una longitud de 40 cm, si es varilla TEC-6º o de 60 cm. Si es varilla grado 42. Después se debe llenar el hueco con el mismo mortero picando con una varilla para asegurar que penetre el mortero, dejando las puntas sobresaliendo alternadamente con tramos de 0.50 y 1.00 m a cada 5 m.

10.- El refuerzo horizontal en las juntas consistirá en una escalerilla compuesta por dos alambres del No. 10 separados a una distancia de 10 cm. Y ligados a cada 30 cm. Con alambre del No. 11; este refuerzo deberá estar embebido en toda su longitud en el mortero.

11.- Los morteros se prepararán con la menor cantidad de agua posible que permita su fácil colocación; no deberán emplearse morteros que tengan más de dos horas de elaborados; la proporción será cemento – arena 1:5 para muros exteriores y 1:6 para muros interiores.

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

13.- Una vez terminados los trabajos, se deberá proceder a retirar del área el material sobrante y deshecho, dejando limpia el área de trabajo como el muro en sí.

14.- En las intersecciones entre dos muros en donde no haya castillos, las hiladas de cada muro irán cuatrapeadas con refuerzos verticales.

Se tendrán las siguientes tolerancias en la construcción de los muros:

	MURO ACABADO APARENTE
Alineamiento	2 mm por metro 2 cm máximo para tramos mayores de 10 m.
Desplome	1 mm por metro de altura. Máximo 5 mm para alturas mayores de 5 m.
Desnivel en las hiladas	2 mm por metro 2 cm máximo para tramos mayores de 10 m.
Ancho de las juntas	+/- 2 mm.
Alabeo de la superficie	2 mm medido con una regla de 2 m colocada sobre la superficie en varias direcciones.

III.3.E.8. MUROS DE VITROBLOCK

Para dar mayor superficie traslucida a la estación, sobre os muros de tabique esmaltado Santa Julia ubicados en los andenes laterales, se construirán paredes de ladrillos de vidrio transparente (Vitrobloc). Estos se construyen a partir de ladrillos de vidrio individuales unidos, utilizando mortero de cemento o se producen como elementos prefabricados.

Con excepción de su propio peso muerto, un ladrillo de vidrio no puede llevar cargas verticales (una pared de ladrillos de vidrio de 1 m² y 80 mm de espesor pesa, aproximadamente, 100kg).



Gemax C		
medidas/mm	peso/kg	piezas/m ²
190 x 190 x 34	1,25	25

Figura 13. Vitrobloc

Los bloques de vidrio se producen comprimiendo o moldeando primero medios bloques hasta darles primero la forma deseada, fundiéndolos luego para formar el block completo. Estos bloques suelen medir 9.7 cm. de espesor y de 14.4, 19.4 o 29.4cm, de largo y ancho. El centro del bloque esta hueco y se encuentra sometido a vacío parcial, lo que mejora sus propiedades aislantes.

También se producen bloques esquineros y radiales para lograr los efectos arquitectónicos deseados.

El vitrobloc suele ser colocado con un mortero de cemento o de cemento y cal. Puesto que no absorbe agua, para facilitar la adherencia del mortero, se utilizan diversos recursos para lograr una adherencia mecánica. Uno de tales recursos es revestir los costados del bloque con plástico, en el que se aplica arena. En algunos casos la dificultad para lograr una liga permanente y completa conduce a la necesidad de ampliar las juntas de mortero. Es muy probable que un muro de vitrobloc, expuesto a la intemperie, tenga considerables escurrimientos de agua durante una tormenta, a menos que se tomen precauciones especiales durante el fraguado del mortero, de tal forma que se obtenga una adherencia total.

Debido a las características de la zona donde se ubicará la estación, así como al uso de la misma, es de suma importancia que las paredes de ladrillo de vidrio ofrezcan una alta protección antirrobo y que también ofrezcan un alto grado de resistencia contra objetos lanzados contra ellas.

Constructivamente este sistema nos presenta varias ventajas al utilizarlo en la Estación Terminal Xochimilco del Tren Ligero, ya que por la facilidad de su colocación nos exenta de colocar estructuras adicionales, permitiéndonos instalarlo sobre los andenes laterales y en tiempos cortos.

En cuanto a su mantenimiento preventivo este sistema tiene muy pocos inconvenientes, ya que lo único que requiere es limpiar la superficie, del polvo adherido por la contaminación.

En el caso del mantenimiento correctivo, tampoco representa un inconveniente pues gracias a su diseño permite ser reemplazada sólo el área afectada, sin necesidad de tener que reemplazar toda la superficie.

En el plano No. 4 se muestran los cortes longitudinales de la estación donde se observa la ubicación de los muros de vitrobloc.

A continuación se indica el procedimiento constructivo para los muros de vitrobloc sobre los andenes laterales.

PROCEDIMIENTO DE EJECUCION

- 1.- El vano donde se habrán de colocar los bloques se modulará tomando en cuenta las dimensiones de éste y de las juntas de mortero.
- 2.- Se asentarán y juntarán las piezas con mortero de cemento blanco-arena, en proporción volumétrica de 1: 4, debiendo quedar las juntas verticales a plomo y las horizontales a nivel, con un espesor uniforme máximo de 1 cm.
- 3.- Se deberá limpiar el exceso de revoltura inmediatamente después de colocar las piezas, marcando las juntas aparentes.
- 4.- El refuerzo vertical se colocará a cada metro y el horizontal a cada 60 cm.
- 5.- En el caso del proyecto se especifica muro con marco de perfiles de lámina calibre N°18, éste se presentará y se fijará por medio de taquetes y pijas o balazos a cada metro como máximo, los perfiles tendrán la ceja en dirección al bloque con objeto de sujetar el panel al muro.
- 6.- Construidos los marcos de lámina, se procederá a la colocación de los bloques de vidrio, asentándolos con mortero cemento blanco-arena 1:4. A cada 3 hiladas se colocará escalerilla electrosoldada oculta en la junta, con sus extremos soldados a los marcos de lámina.
- 7.- No se tolerarán desplomes mayores de 1/600 de la altura del muro.
- 8.- En el paño del muro, no se aceptarán desplazamientos relativos entre bloques, en mayores de 1 mm.
- 9.- Se verificará que los bloques sean del tipo y dimensiones indicados en proyecto y que se encuentren libres de grietas o roturas.

III.3.E.9. MALLA DE ACERO INOXIDABLE

MATERIALES

Es una malla de acero inoxidable tipo 304 con tejido balanceado de 38 espirales, calibre 14 con terminaciones soldadas.

A continuación se indica el procedimiento constructivo para la colocación de la malla de acero inoxidable sobre las columnas de concreto prefabricadas:

PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION

1.- A lo largo del desarrollo de las columnas de concreto precoladas, quedarán ahogadas lateral y frontalmente placas de acero negro de ½" de espesor, para recibir la estructura que soportará la malla.

2.- En esas placas de acero negro en forma de C, se harán barrenos para recibir anclar los torones de ½" de diámetro los cuales le darán rigidez y la forma curva a las placas sobre las cuales se soldara y remachara la malla.

3.- Una vez instalados los torones, se soldarán a éstas dos placas de acero negro forradas con acero inoxidable para la instalación de la malla; esta colocación se hará formando un sándwich con dos placas de acero, quedando la malla de acero inoxidable en medio, se realizará un remache para sujetar finalmente la malla a las placas.

4.- Dentro de esa estructura en forma de cajón formada por placas de acero negro, quedarán inmersas las bajadas de aguas pluviales de la velaría.

5.- En la parte inferior y superior de la columna, se construirá mediante placas de acero negro de ½" una estructura para recibir la malla, la cual estará forrada

por una lámina de acero inoxidable y correrá a lo largo de la estación. Esta estructura tendrá perforaciones para permitir la fijación de la malla.

6.- Las características de la malla se observan en los planos 12, 13 y 14. Diseño de Malla, Detalles generales en corte y alzado de sujeción de malla.

III.3.F. PAVIMENTO DE TIPO FLEXIBLE

SECCION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO

Dentro de los trabajos que contempla el proyecto de la construcción de la nueva Estación Xochimilco del Tren Ligero, se encuentra la restitución de pavimento asfáltico existente en vialidades, que debido a las actividades inherentes a la obra será necesario demoler.

Con base en las características de la subrasante, a la intensidad y magnitud de las cargas del tipo de vehículos que circularán por la vialidad, se diseño el pavimento, empleando el método del Instituto de Ingeniería de la UNAM.

Se determinaron los espesores de las capas de la estructura del pavimento correspondiente a la capa subrasante, sub-base, base y carpeta, obteniéndose los siguientes resultados:

CAPA	ESPESOR
Carpeta asfáltica	10 cm
Base	20 cm
Sub-base	20 cm
Subrasante	40 cm



Figura 14. Sección Tipo de Pavimento Flexible

MATERIALES

Para construir el pavimento se requerirán materiales para terracerías, sub-base, base y carpeta asfáltica.

Las características que deberán tener los materiales son las siguientes:

Para terracerías:

Se utilizarán mezclas de gravas, arenas y material fino (tepetate) que satisfagan las siguientes especificaciones:

-límite líquido	40% máx.
-índice plástico	15% máx.
-contracción lineal	8% máx.
-valor relativo de soporte	10% mín.
-contenido de agua óptimo	25% máx.
-peso volumétrico seco máximo	1300 Kg/m ³
-porcentaje de finos	40% máx.
-tamaño máximo de partícula	75 mm

Para sub-base

La relación de porcentaje en peso que pasa la malla N° 200 al que pasa la malla N° 40, no deberá ser superior de 65%.

Los valores de contracción lineal, valor cementante, valor relativo de soporte (CBR), tamaño máximo y peso volumétrico de los materiales se determinarán de acuerdo a la tabla siguiente:

	Zonas granulométricas del material		
	1	2	3
-valor cementante	3.5 mín.	2.5 mín.	2.5 mín.
-contracción lineal Kg/cm ²	4.5 mín	3.5 max	2.5 max
-valor relativo de soporte %	50 mín.	50 mín.	50 mín.
-peso volumétrico seco máximo Kg/m ³	1700	1700	1700
-tamaño máximo de partícula mm	9.5 max	25.4 max	50.8 max

Para base

La relación del porcentaje en peso que pasa la malla N° 200 al que pasa la malla N° 40, no deberá ser superior a 65%.

Los valores de contracción lineal, valor cementante, valor relativo de soporte (CBR), tamaño máximo y peso volumétrico de los materiales se determinarán de acuerdo a la tabla siguiente:

	zonas granulométricas del material	
	1	2
-valor cementante Kg/cm ²	4.5 min	3.5 min
-contracción lineal %	3.5 máx.	2.0 máx.
-valor relativo de soporte %	90 mín.	90 mín.
-peso volumétrico seco máximo Kg/m ³	1800	1800
-tamaño máximo de partícula mm	50.8 máx.	25.4 máx.

Para carpeta asfáltica

Para construir la carpeta deberá utilizarse concreto asfáltico mezclado en caliente, con las siguientes características en prueba Marshall.

Relación de vacíos	3-5 %
Estabilidad	850 Kg
Flujo	2 a 4.5 mm
Contenido de asfalto	El óptimo +/- 0.2 % obtenido en la prueba Marshall.

Las características físicas del agregado pétreo deberán satisfacer los siguientes valores:

Tamaño máximo	19 mm
Contracción lineal	2.0 % máximo
Desgaste Los Ángeles	40% máximo
Forma de partículas	35% máximo
Equivalente de arena	55% máximo

GRADOS DE COMPACTACIÓN

Los grados de compactación que deberán alcanzarse en las diferentes capas que forman el pavimento serán las siguientes:

Terracerías	90% próctor
Sub-base	95% próctor
Base	95% próctor
Carpeta asfáltica	95% próctor

A continuación se presenta el procedimiento constructivo para llevar a cabo la construcción del pavimento tipo flexible.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

1.- Se excavará la caja que alojará el pavimento para que la subrasante tenga los niveles adecuados. Una vez realizada la excavación, los materiales del fondo se compactarán hasta alcanzar un grado de compactación de 90% con respecto a la prueba próctor estándar. El material producto del despilme será desechado y extraído de la obra.

2.- Será necesario realizar una escarificación del terreno sobre el cual se colocará el terraplén, con el objeto de permitir una liga entre la primera capa que se tienda del terraplén a construir y la superficie de desplante.

3.- Enseguida se colocará la terracería iniciando con dos capas con espesor ya compactado de 20 cm, con humedad cercana a la óptima (+/- 2%) y se compactarán una por una hasta obtener una compactación de 90%, respecto a la prueba próctor estándar. La compactación del terraplén se debe ejecutar a todo lo largo y ancho de la sección, procediendo en la dirección del eje de la vía.

4.- Si el material tendido y listo para compactarse, se encuentra excedido de humedad, no se debe permitir el inicio de la compactación y debe eliminarse el exceso de humedad.

5.- A continuación se colocará la sub-base constituida por una capa de 20 cm de espesor ya compactada al 95% respecto a la prueba próctor estándar. Para

compactar se deberá humedecer y homogeneizar el material hasta alcanzar un valor cercano a la humedad óptima (+/- 2%).

6.- El material de sub-base se debe extender el todo el ancho de la corona hasta que se obtenga la capa de material especificada con un espesor uniforme.

7.- Lograda la homogeneidad del material, se procederá al tendido y compactado de la mezcla; la compactación se debe efectuar longitudinalmente de las orillas hacia el centro de las tangentes y del interior al exterior, en las curvas, en fajas longitudinales a plena rueda del equipo de compactación con traslape de diez centímetros.

8.- A continuación se colocará la base constituida por una capa de 20 cm de espesor ya compactada al 95% respecto a la prueba próctor estándar. Para compactar se deberá humedecer y homogeneizar el material hasta alcanzar un valor cercano a la humedad óptima (+/- 2%).

9.- Terminada la base, se dejará orear por un período mínimo de 24 horas, a continuación se barrera la superficie y se aplicará un riego de impregnación con emulsión asfáltica cationica superestable o similar a razón de 1.7 litros/m², salvaguardándose éste por un mínimo de 24 horas, hasta comprobar mediante pruebas de campo la penetración de la emulsión asfáltica a la base, en caso necesario se deberá diluir con agua para optimizar la penetración.

10.- Para realizar la compactación de todas las capas antes descritas se deberá humedecer y homogeneizar el material hasta alcanzar un valor cercano a la humedad óptima (+/- 2%).

11.- A continuación se aplicará un riego de liga con emulsión asfáltica cationica de fraguado rápido RR-2K a razón de 0.7 litros/m², de 2 a 4 horas antes del tendido de la carpeta asfáltica.

12.- Posteriormente se tenderá la carpeta asfáltica evitando la segregación, en un espesor de 10 cm, una vez compacta. La temperatura recomendable para el tendido debe estar comprendida entre 120°C y 130°C, debiendo evitarse éste último cuando la temperatura ambiente sea menor a los 10°C.

13.- Para obtener el espesor de la carpeta asfáltica ya compacta especificado en el proyecto (10 cm), deberán colocarse capas de material suelto con un espesor igual al producto del espesor de proyecto por un factor de abundamiento de 1.3.

14.- La mezcla asfáltica deberá compactarse a una temperatura comprendida entre 110°C y 130°C, siendo la óptima 120°C. La compactación se hará longitudinalmente traslapando toda la rueda, iniciando de la parte baja hacia la parte alta, avanzando de la guarnición al centro del arroyo.

15.- La compactación de la capa suelta de carpeta asfáltica, se realizará longitudinalmente, traslapando las franjas de compactación lo que resulte necesario para obtener una superficie lisa, debiendo iniciar el proceso en las guarniciones hacia el centro del arroyo

16.- El equipo recomendado para realizar la compactación de la carpeta asfáltica es una compactadora de rodillos lisos de 6 a 8 toneladas con una velocidad que no debe exceder de 5 Km/hr para evitar el levantamiento de la mezcla caliente.

17.- Se impermeabilizara la carpeta asfáltica aplicando un sello con cemento como se indica a continuación:

- a) una vez compactada y que haya adquirido la temperatura ambiente y antes de proceder al sello con cemento, deberá barrerse perfectamente la superficie, dejándose libre de polvo e impurezas.
- b) Posteriormente se distribuirá el cemento Portland en seco sobre la superficie de la carpeta a razón de $\frac{3}{4}$ Kg por m^2 , tallándose enérgicamente con cepillos de fibra contra la superficie, a fin de que penetre en la porosidad de la carpeta asfáltica.
- c) Después se adicionará el agua necesaria (1 a 1.5 lts/ m^2 aproximadamente) para formar una lechada, la cual se distribuirá enérgicamente con los mismos cepillos, hasta lograr una superficie uniforme.
- d) Se dejará reposar este sello cuando menos 6 horas para evitar que el tránsito lo levante.

III.3.G. VIAS SOBRE BALASTO

A continuación se presentan las especificaciones de calidad de los materiales sobre los que se apoyarán los durmientes y el procedimiento constructivo de las vías del Tren Liger Taxqueña – Xochimilco.

En el plano No. 14 se muestra el trazo y la implantación de la vía.

Los durmientes sobre los que se fijan los rieles se apoyarán sobre una plataforma constituida por un terraplén y una capa de base, confinados por muros de contención de concreto reforzados.

ESPECIFICACIONES DE CALIDAD DE MATERIALES

Las características que deberán tener los materiales son las siguientes:

Para terracerías:

Podrán ser utilizadas mezclas de gravas, arenas y material fino (tepetate), que satisfagan las siguientes especificaciones:

-límite líquido	40% máx.
-índice plástico	15% máx.
-contracción lineal	8% máx.
-valor relativo de soporte	10% mín.
-contenido de agua óptimo	25% máx.
-peso volumétrico seco máximo	1300 Kg/m ³

Para balasto y subbalasto:

Las piedras deberán provenir de material extraído de una cantera, producto de la trituración de rocas duras, estables, fuertes y durables, como pórfido, granito, basalto, cuarzo, etc.

Las piedras de estas canteras destinadas al suministro del balasto, deberán provenir de los bancos más sanos y duros, con exclusión de todos los elementos provenientes, ya sea de la capa superficial o del fondo del apilado, (residuos de tierra, arena y materiales ajenos). Las piedras no deben incluir ningún elemento blando susceptible de fragmentarse, ya sea debido a los cambios de temperatura, o bien, laminarse, bajo la presión y las vibraciones producidas por el material rodante o por la acción de las máquinas calzadoras utilizadas durante el tendido de la vía, o en el mantenimiento de la misma.

Las sustancias de mala calidad (elementos arcillosos y friables, elementos finos y polvosos), deberán eliminarse.

La resistencia al desgaste de la piedra deberá ser tal que el coeficiente resultante de la prueba de Deval sea superior a 14, y/o el porcentaje de pérdida medida en la máquina de los Ángeles sea inferior a 28%.

Dimensiones de los materiales y Granulometría.

El balasto será constituido de piedra triturada de medianas dimensiones, comprendidas entre 25 mm y 57 mm, verificadas por cenido en tamices de malla cuadrada.

El balasto en banco o en la obra, antes de ser sometido al acomodo por medios mecánicos, deberá presentar una granulometría correspondiente a la siguiente composición:

Dimensiones de los Tamices con abertura cuadrada, (en pulgadas)	Porcentaje retenido en los tamices, (en %)
2-2/3"	0%
2-1/4"	0 al 15%
1"	83 al 100%
1/2"	98 al 100%

A continuación se presenta el procedimiento constructivo para llevar a cabo la construcción de las vías sobre balasto.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

1.- Se despalmará el terreno natural en un espesor de 1 m, para eliminar completamente la capa de suelo vegetal y los materiales de relleno de mala calidad existentes superficialmente. Una vez excavada la caja que alojara el pavimento, se construirán los muros de contención, y los materiales del fondo de la excavación se compactarán hasta alcanzar un grado de compactación de 90% con respecto a la prueba próctor estándar. El material producto del despalme será desechado y extraído de la obra.

2.- Enseguida se colocará la terracería en capas con espesor ya compactado de 20 cm, con humedad cercana a la óptima (+/- 2%) y se compactará hasta obtener una compactación de 95%, respecto a la prueba próctor estándar; lo anterior se realizará en capas hasta alcanzar el nivel del lecho inferior que tendrá la capa.

3.- A continuación se colocará la capa de subbalasto en una capa de 20 cm de espesor ya compactado al 95% de la prueba próctor estándar. Para compactar se deberá humedecer y homogeneizar material hasta alcanzar un valor cercano a la humedad óptima (+/- 2%).

4.- Terminada la capa de subbalasto y al terminar cada una de las capas, se dejará orear por un periodo mínimo de 24 horas, a continuación se aplicará un riego de impregnación con emulsión asfáltica cationica superestable o similar a razón de 1.7 lts/m², salvaguardándose éste por un mínimo de 24 horas, hasta comprobar mediante pruebas de campo la penetración de la emulsión asfáltica a la capa de subbalasto, en caso necesario se deberá diluir con agua para optimizar la penetración.

5.- A continuación se colocará la primera capa de balasto en un espesor de 20 cm ya compactado al 95% de la prueba próctor estándar. Para compactar se deberá humedecer y homogeneizar material hasta alcanzar un valor cercano a la humedad óptima (+/- 2%).

6.- El equipo recomendado para realizar la compactación de las capas del pavimento es una compactadora de rodillos lisos de 6 a 8 toneladas con una velocidad que no debe exceder de 5 Km/hr.

7.- A continuación se apoyarán los durmientes que soportarán los rieles.

8.- Enseguida se arroparán los durmientes con la segunda capa de balasto acomodado por medios mecánicos, en un espesor de 20 cm ya compactado al 95% de la prueba próctor estándar. Para compactar se deberá humedecer y homogeneizar material hasta alcanzar un valor cercano a la humedad óptima (+/- 2%).

9.- Posteriormente se fijarán los rieles a los durmientes.

10.- La fijación de los rieles a los durmientes de concreto bloque se logra mediante la utilización de los siguientes accesorios por durmientes: dos almohadillas de hule acanaladas, cuatro pernos con arandela plana y tuerca, cuatro arandelas de celoron, cuatro cojinetes semicilíndricos de celoron y cuatro grapas elásticas. Durante las actividades de mantenimiento se podrá considerar la utilización del refuerzo de grapa requiriéndose uno por cada grapa elástica.

11.- Una vez instalados los rieles de las vías y los aparatos de vías, se verificará nuevamente la nivelación y alineación de los elementos en todo el tramo.

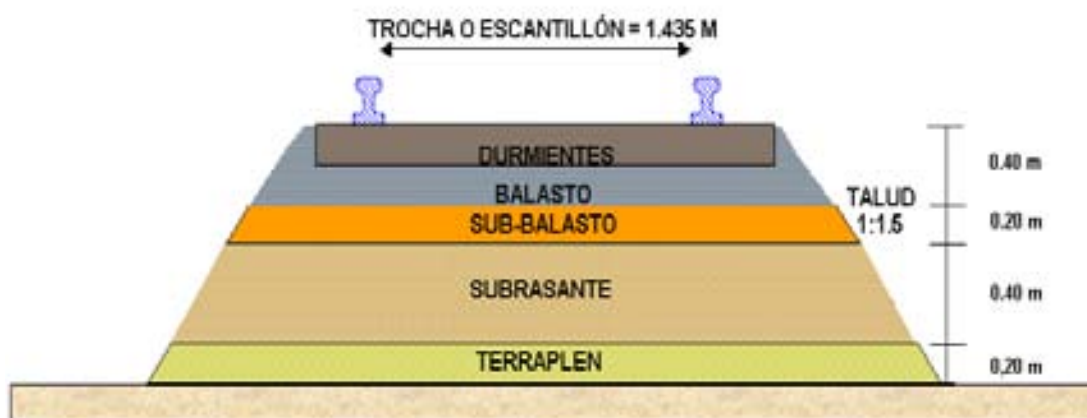


Figura 15. Sección tipo de vía sobre balasto

CAPITULO IV

PRESUPUESTO

IV. PRESUPUESTO

A) CATÁLOGO DE CONCEPTOS

Para la elaboración del catálogo de conceptos y el presupuesto correspondiente a la obra civil, se tomo como base el Tabulador de Precios Unitarios del Gobierno del Distrito Federal, eligiendo los conceptos y precios aplicables a las características de los trabajos; en el caso de los conceptos de obra electromecánica, los cuales son conceptos de trabajo que no están contemplados en el Tabulador antes mencionado, se utilizaron los conceptos de obra de los catálogos propios del STEDF elaborando el presupuesto con los costos estimados.

De acuerdo a lo anterior y como está establecido en la Ley de Obras Públicas del Distrito Federal, todos los conceptos de obra que integran los presupuestos arriba mencionados, están formulados de la manera siguiente:

- Costo Directo
- Costo Indirecto
- Costo por Financiamiento
- Cargo por Utilidad
- Cargos Adicionales

Así mismo, cada rubro de los antes mencionados se encuentra calculado como porcentaje sobre el costo directo, mientras que los cargos adicionales se calcularon sobre el precio de venta.

La conformación del costo indirecto, el costo por financiamiento y el cargo por utilidad, se integró en un solo porcentaje sobre el costo directo al que se le denomina indirecto integrado.

Es importante mencionar que los presupuestos arriba mencionados son de referencia, y tienen la finalidad de servir como parámetro de comparación durante el concurso de obra pública, así como para definir de manera aproximada el importe de la afectación presupuestal que deberá realizarse para ejecutar la obra.

De lo anterior se desprende que el costo total y real de la obra será el que resulte del concurso de adjudicación, fallando en favor del licitante que

presente la propuesta económica más baja y que satisfaga las condiciones establecidas en el concurso.

El catálogo de conceptos de obra civil está dividido en las siguientes partidas de trabajos:

1. Preliminares
2. Desmantelamientos
 - 1) Desmantelamiento de estación terminal actual
 - 2) Desmantelamiento de fosa de revisión actual
3. Demoliciones
 - 1) Demolición de estación terminal actual
 - 2) Demolición de fosa de revisión actual
4. Cimentación
 - 1) Excavaciones
 - 2) Rellenos
 - 3) Cimbra
 - 4) Concreto
 - 5) Acero de refuerzo
5. Superestructura
 - 1) Estructuras de concreto
 - 2) Estructuras metálicas
6. Instalaciones eléctricas
 - 1) Instalaciones eléctricas en general
 - 2) Sistemas de tierras y pararrayos
7. Instalaciones hidráulicas
8. Instalaciones sanitarias
9. Acabados
10. Obra exterior
11. Señalamientos

12. Protecciones de obra y seguridad

13. Acarreos

El catálogo de conceptos de obra electromecánica está dividido en las siguientes partidas de trabajos:

1. Trazo y nivelación
2. Excavaciones
3. Cuerpo del terraplén
4. Capa subrasante
5. Capa de sub-balasto
6. Capa de balasto
7. Colocación de durmientes
8. Armado y colocación de rieles

A continuación se presenta el resumen de los presupuestos de referencia, tanto de obra civil como de obra electromecánica con los porcentajes estimados de participación de cada partida de trabajo en el presupuesto total de cada una de las especialidades.

1. PRESUPUESTO DE OBRA CIVIL

RESUMEN

No.	Concepto	Importe	%
1.	Preliminares	\$59,424.06	0.20
2.	Desmantelamientos	\$266,282.39	0.89
2.1.	Estación terminal actual	\$78,748.30	0.26
2.2.	Fosa de revisión actual	\$187,534.10	0.63
3.	Demoliciones	\$426,796.40	1.43
3.1.	Estación terminal actual	\$168,124.35	0.56
3.2.	Fosa de revisión actual	\$258,672.04	0.87
4.	Cimentación	\$3,459,921.15	11.59
4.1.	Excavaciones	\$66,410.11	0.22
4.2.	Rellenos	\$299,611.27	1.00

4.3.	Cimbra	\$77,987.91	0.26
4.4.	Concreto	\$1,588,774.43	5.32
4.5.	Acero de refuerzo	\$1,427,137.44	4.78
5.	Superestructura	\$13,526,696.92	45.30
5.1.	Estructuras de concreto	\$5,214,658.84	17.46
5.2.	Estructuras metálicas	\$8,312,038.08	27.84
6.	Instalaciones eléctricas	\$1,714,480.75	5.74
6.1.	En general	\$1,694,499.01	5.67
6.2.	Sistemas de tierras y pararrayos	\$19,981.74	0.07
7.	Instalaciones hidráulicas	\$14,361.55	0.05
8.	Instalaciones sanitarias	\$189,029.71	0.63
9.	Acabados	\$5,069,921.73	16.98
10.	Obra exterior	\$2,444,557.76	8.19
11.	Señalamientos	\$215,379.43	0.72
12.	Protecciones de obra	\$476,332.37	1.60
13.	Acarreos	\$1,998,412.80	6.69
TOTAL		\$29,861,597.03	100

2. PRESUPUESTO DE OBRA ELECTROMECAÁNICA

RESUMEN

No.	Concepto	Importe	%
1.	Trazo y nivelación	\$26,046.15	0.18
2.	Excavaciones	\$400,688.64	2.73
3.	Cuerpo del terraplén	\$69,425.28	0.47
4.	Capa subrasante	\$138,850.56	0.95
5.	Capa de sub-balasto	\$367,526.40	2.50
6.	Capa de balasto	\$735,052.80	5.01
7.	Colocación de durmientes	\$4,545,727.20	30.97
8.	Armado y colocación de rieles	\$8,392,591.09	57.19
TOTAL		\$14,675,908.12	100

Adicional a lo anterior, se considera un 6% del importe total de los trabajos, para ser destinado al pago de la supervisión de la obra, por lo que por ese concepto se estima un importe de \$2,672, 249.35

OBRA CIVIL: \$29, 861,597.03

OBRA ELECTROMECAÁNICA: \$14, 675,892.12

SUPERVISION: \$2,672, 249.35

IMPORTE TOTAL ESTIMADO DE REFERENCIA PARA LA REUBICACIÓN Y CONSTRUCCION DE LA ESTACION TRMINAL XOCHIMILCO DEL TREN LIGERO: **\$47,209, 738.50.**

(CUARENTA Y SIETE MILLONES DOSCIENTOS NUEVE MIL SETECIENTOS TREINTA Y OCHO PESOS 50/100 M.N.)

CAPITULO V

PROGRAMAS DE OBRA

V. PROGRAMAS DE OBRA

En el presente trabajo se presentan cuatro programas:

- Programa de Obra Civil Calendarizado por Partidas.
- Programa de Obra Electromecánica Calendarizado por Partidas.
- Programa de Obra Civil Calendarizado por Montos de Ejecución por partidas.
- Programa de Obra Electromecánica Calendarizado por Montos de ejecución por partidas.

Los programas de Obra Civil y Obra Electromecánica calendarizados por partidas, son el reflejo de lo que se pretende llevar a cabo en un tiempo determinado. La principal característica de estos programas es que todas sus partidas están incluidas de una manera general, esto es que se programan actividades totales.

De la correcta interpretación de los programas anteriormente descritos, podemos obtener información muy importante para el desarrollo de la obra, como es: el tiempo estimado de duración de los trabajos, el programa de utilización de la maquinaria, de la mano de obra, la forma en que se requerirá se suministren los materiales a la obra, así como el costo real de la obra.

De esta manera conforme se vayan ejecutando los diferentes conceptos de trabajo, se registrarán sus costos reales y se compararán con el presupuesto original para emitir un reporte de la situación de la obra.

Por lo anterior resulta de suma importancia, el control del tiempo durante la obra, pues el control del avance físico nos indicará si se está cumpliendo o no con lo programado y lo establecido en el contrato.

De lo anterior, se desprende también el control de las estimaciones, ya que de éste depende que la obra no pierda ritmo de trabajo por falta de recursos económicos; esto es muy importantes pues de ello, dependen el avance físico y financiero de la misma.

Por las razones arriba mencionadas, los programas de obra aquí presentados son de vital importancia para la correcta ejecución del proyecto, pues de ellos depende la programación y disponibilidad de los recursos para llevar a cabo la obra en tiempo y forma.

A) PROGRAMA DE OBRA CIVIL

Se presenta el programa de obra civil calendarizado de ejecución de los trabajos por partidas. El programa de obra civil está organizado en las mismas partidas y subpartidas que el catálogo de conceptos de la obra, es decir:

1. Preliminares

2. Desmantelamientos

- 1) Desmantelamiento de estación terminal actual
- 2) Desmantelamiento de fosa de revisión actual

3. Demoliciones

- 1) Demolición de estación terminal actual
- 2) Demolición de fosa de revisión actual

4. Cimentación

- 1) Excavaciones
- 2) Rellenos
- 3) Cimbra
- 4) Concreto
- 5) Acero de refuerzo

5. Superestructura

- 1) Estructuras de concreto
- 2) Estructuras metálicas

6. Instalaciones eléctricas

- 1) Instalaciones eléctricas en general
- 2) Sistemas de tierras y pararrayos

7. Instalaciones hidráulicas

8. Instalaciones sanitarias

9. Acabados

10. Obra exterior

11. Señalamientos

12. Protecciones de obra y seguridad

13. Acarreos

Sobre la obra civil se estima que se ejecutará en un tiempo de 11 meses; cabe destacar que este plazo de ejecución de los trabajos será el que se establecerá en las bases de licitación de la obra.

B) PROGRAMA DE OBRA ELECTRÓMECANICA

Igual que en el caso de la obra civil, respecto a la obra electromecánica se presenta el programa calendarizado de ejecución de los trabajos por partidas. El programa de obra electromecánica está organizado en las siguientes partidas de trabajos:

1. Trazo y nivelación
2. Excavaciones
3. Cuerpo del terraplén
4. Capa subrasante
5. Capa de sub-balasto
6. Capa de balasto
7. Colocación de durmientes
8. Armado y colocación de rieles

Se estima que la obra electromecánica se realizará en 6 meses, siempre y cuando la obra civil se ejecute conforme al programa establecido, ya que se requiere tramo libre de obra civil para poder iniciar los trabajos de obra electromecánica. De existir atrasos en la ejecución de la obra civil estos impactarán directamente en el avance de la obra electromecánica.

C) PROGRAMA FINANCIERO

Se presentan dos programas financieros:

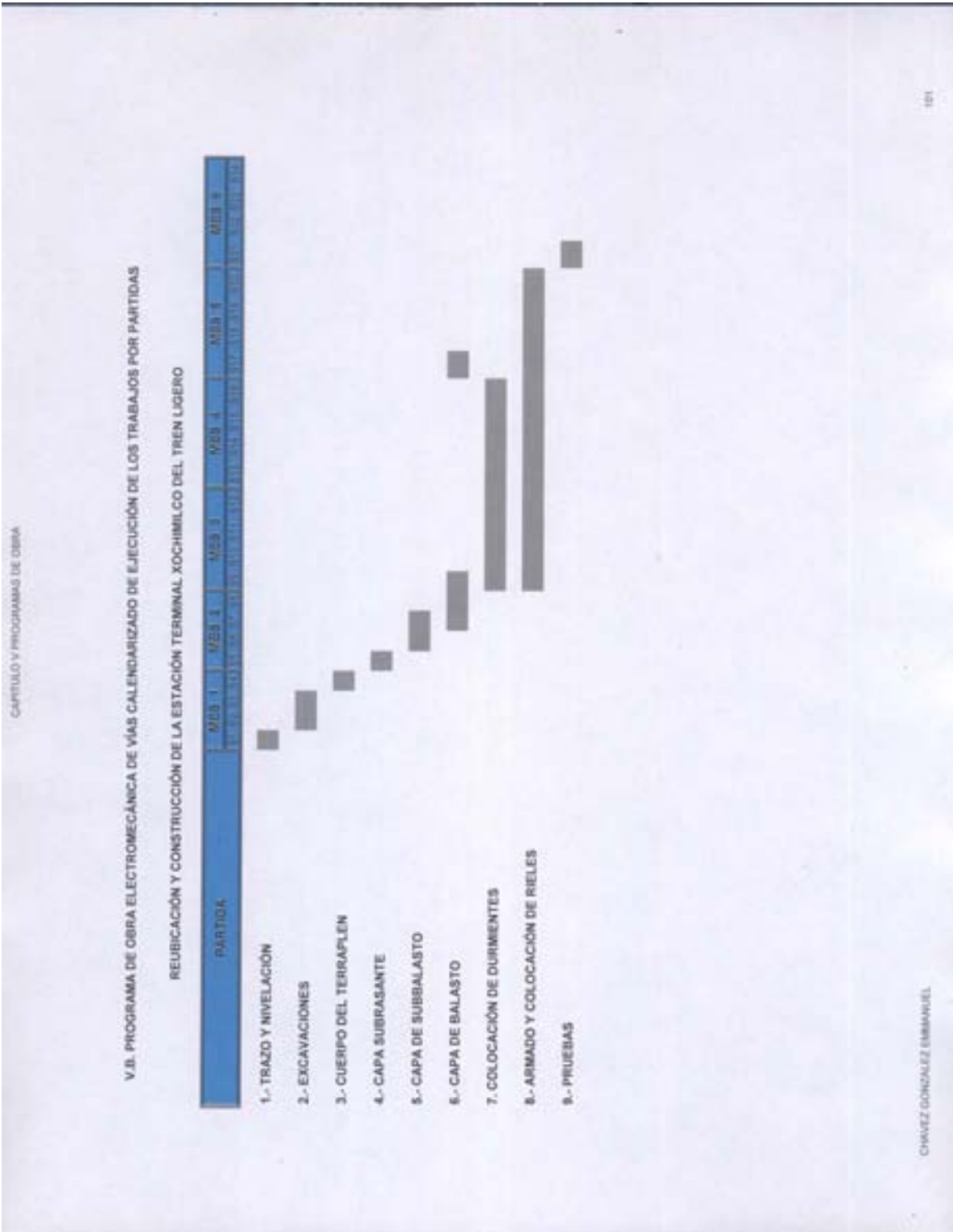
1. Programa de obra civil calendarizado por montos de ejecución de los trabajos por partidas.
2. Programa de obra electromecánica de vías por montos de ejecución de los trabajos por partidas.

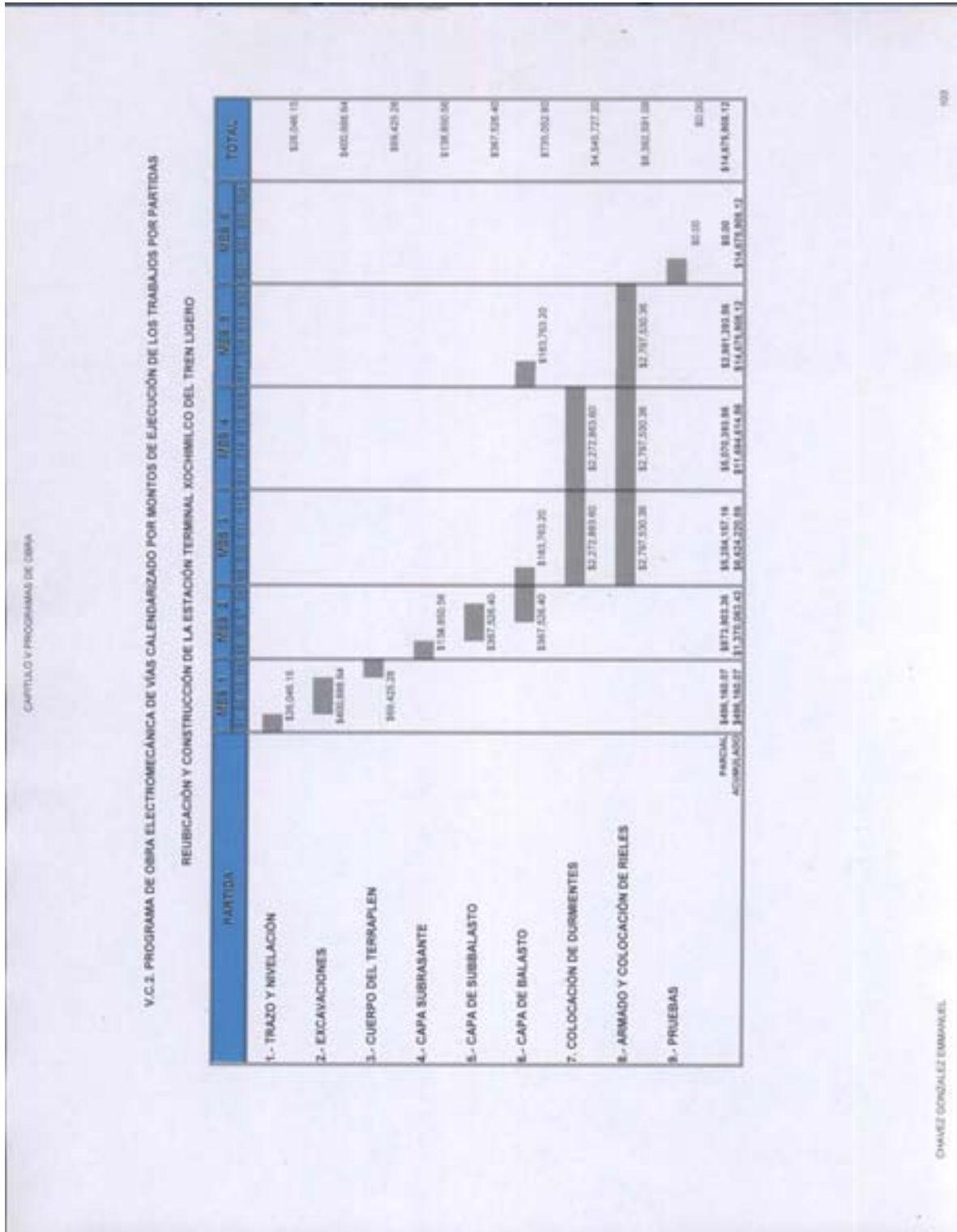
Al igual que los programas calendarizados de ejecución de los trabajos por partidas, los programas por montos de ejecución están organizados con las mismas partidas del catálogo de conceptos de la obra, visualizando las erogaciones mensuales que se tendrían que realizar para ejecutar el proyecto.

CAPITULO V PROGRAMAS DE OBRA

V.A. PROGRAMA DE OBRA DEL CALENDARIZADO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS POR PARTIDAS
REUBRICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE LA ESTACIÓN TERMINAL JOCHIBELCO

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1.	PRELIMINARES				
2.	DESAMANTALAMIENTOS				
2.1.	DESAMANTALAMIENTO ESTACION TERMINAL ACTUAL				
2.2.	DESAMANTALAMIENTO FOSA DE REVISION ACTUAL				
3.	DEMOLICIONES				
3.1.	DEMOLICIONES ESTACION TERMINAL ACTUAL				
3.2.	DEMOLICIONES FOSA DE REVISION ACTUAL				
4.	CIMENTACION				
4.1.	EXCAVACIONES				
4.2.	RELLENOS				
4.3.	RAMPA				
4.4.	CONCRETO				
4.5.	ACERO DE REFUERZO				
5.	SUPERESTRUCTURA				
5.1.	ESTRUCTURAS DE CONCRETO				
5.1.1.	RAMPA				
5.1.2.	CONCRETO				
5.1.3.	ACERO DE REFUERZO				
5.2.	ESTRUCTURAS METALICAS				
6.	INSTALACIONES ELECTRICAS				
6.1.	INSTALACIONES ELECTRICAS EN GENERAL				
6.2.	RETTORNA DE TIERRAS Y PARABOLIZOS				
7.	INSTALACIONES HIDRAULICAS				
8.	INSTALACIONES SANITARIAS				
9.	ACABADOS				
10.	OBRA EXTERIOR				
11.	SEÑALAMIENTOS				
12.	PROTECCIONES DE OBRA Y SEGURIDAD				
13.	ACABADOS				





CAPITULO VI.

CONCLUSIONES

VI. CONCLUSIONES

El Tren Ligero ofrece su servicio de Transporte Público de la terminal Tasqueña del Sistema de Transporte Colectivo Metro al centro de Xochimilco beneficiando a los habitantes de la zona Sur de la Ciudad de México, su derrotero formado por 16 estaciones de paso y dos terminales, favorece a 18 millones de pasajeros, habitantes de las delegaciones Tlalpan, Coyoacán y Xochimilco, esta última una de las zonas que ha presentado gran crecimiento de población en los últimos años lo que, como consecuencia hace necesario mayor número de servicios para sus habitantes, entre ellos el transporte

El incremento de usuarios en este modo de transporte ha rebasado la capacidad de las instalaciones y la capacidad de transportación del servicio principalmente en las horas de máxima afluencia. Debido a lo anterior, la terminal Xochimilco tiene muchas limitaciones que dificultan la operación de los trenes, y que principalmente ponen en riesgo la seguridad de los usuarios, ya que al contar solamente con una vía y dos andenes muy estrechos, estos esperan la llegada del tren al borde del andén encimados unos con otros, lo que podría provocar un accidente y que alguien cayera a la vía; además de que en horas de máxima demanda los usuarios tienen que formarse en la vialidad, sobre la calle de Morelos, para comprar sus boletos y acceder a la estación, lo que puede provocar algún atropellamiento.

El tren Ligero al ser uno de los transportes más limpios y eficientes del país, requiere mejorar su infraestructura y condiciones de operación, para ofrecerle a la población de las zonas aledañas a su derrotero, una alternativa de transporte público que satisfaga sus necesidades y expectativas, y que lo convierta en un medio de transporte llamativo, en función de su eficiencia, seguridad, comodidad y economía.

De lo anterior, la reubicación de la terminal Xochimilco se propone con la finalidad de incrementar la capacidad de captación de usuarios y de transportación, mejorando el servicio y reduciendo el intervalo de llegada de los trenes; pero principalmente con el objetivo de ofrecerle mayor seguridad, eficiencia y comodidad al público usuario.

De esta manera la nueva estación terminal se diseña como parte integral de la imagen renovada del transporte público del tren ligero, cumpliendo con las necesidades actuales de un sistema de transporte de vanguardia tecnológica.

Los estudios técnicos que anteceden a la elaboración del proyecto en mención, han justificado cabalmente las condiciones actuales de la zona de estudio, y la necesidad de corregir aspectos fundamentales de la estación terminal actual, que inciden directamente en la operación y funcionamiento de toda la línea del Tren Ligero, como los que se mencionaron en el capítulo II.

El proyecto motivo del presente trabajo, plantea una solución real y a corto plazo para solucionar el problema de la demanda de transporte público de calidad en la zona, mediante la mejora de un sistema de transporte no contaminante, seguro, eficiente y económico.

Las obras relacionadas con la construcción de la estación de la nueva estación terminal, son desde el punto de vista social, de gran relevancia, aunado a que de forma secundaria el proyecto favorece a los planes y programas existentes para el rescate del centro histórico de Xochimilco al reintegrar un espacio utilizado por la estación.

Así, con las características descritas en los capítulos antecedentes, tenemos un panorama de lo que será la construcción de la nueva estación terminal Xochimilco del Tren Ligero, y de lo que podemos esperar de ella, una vez que se encuentre operando.

Bibliografía

1. NORMAS DE CONSTRUCCIÓN DEL GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL
GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL, TERCERA EDICION AÑO 2000
LIBRO 3 PARTE 1 SECCIONES 1 Y 2.
2. REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL
ARNLA SIMOS LUIS; BETANCOURT SUÁREZ MAX. 5a. Edición
Ed. Trillas México 2005.
3. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA EL PROYECTO DE
REUBICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE LA ESTACIÓN TERMINAL
XOCHIMILCO DEL TREN LIGERO.
4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO DE REUBICACIÓN Y
CONSTRUCCIÓN DE LA ESTACIÓN TERMINAL XOCHIMILCO DEL TREN
LIGERO.
5. MANUAL DEL INGENIERO CIVIL
MERRIT, Frederick S. ; LOFTIN, M. Kent. ; RICKETTS, Jonathan T. 4a. Edición
Ed. Mc Graw Hill. México 1999.
TOMOS I y II

ANEXOS
PLANOS

