

T-134



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

**"AMPLIACIONES DEL SISTEMA DE TRANSPORTE
METROPOLITANO DE LA CIUDAD DE MEXICO"**

TESIS PROFESIONAL

para obtener el título de

INGENIERO CIVIL

p r e s e n t a :

MAURO EMIGDIO SAMPERIO JUAREZ

México, D. F.

1979



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.



FACULTAD DE INGENIERIA
EXAMENES PROFESIONALES
60-1-186

Al Pasante señor MAURO EMIGDIO SAMPERIO JUAREZ
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Profesor Ing. Carlos M. Chávarri Maldonado, para que lo desarrolle como tesis en su Examen Profesional de Ingeniero CIVIL.

"AMPLIACIONES DEL SISTEMA DE TRANSPORTE
METROPOLITANO DE LA CIUDAD DE MEXICO"

- I. Breve historia de la construcción del metro.
- II. Beneficios socio-económicos y servicios otorgados al D.F.
- III. Operación y mantenimiento actual.
- IV. Necesidades primordiales de las ampliaciones del metro.
- V. Estudio del proceso constructivo

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Atentamente,
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, 26 de septiembre de 1979
EL DIRECTOR

ING. JAVIER JIMENEZ ESPRIU

11. 09.14.79

T E M A D E T E S I S

AMPLIACIONES DEL SISTEMA DE TRANSPORTE METRO -
POLITANO DE LA CIUDAD DE MEXICO

G U I O N

INTRODUCCION

I. BREVE HISTORIA DE LA CONSTRUCCION DEL METRO

I.1. Necesidad del sistema de transporte colectivo

I.2. Etapas de construcción

I.3. Inicios de operación de las diferentes líneas

II. BENEFICIOS SOCIO ECONOMICOS Y SERVICIOS OTORGADOS AL D.F.

II.1. Beneficios adquiridos por los usuarios

II.2. Areas de influencia al tráfico

II.3. Condiciones económicas de los transportados

III. OPERACION Y MANTENIMIENTO ACTUAL

III.1. Condiciones de operación

III.2. Funcionamiento y control de las estaciones

III.3. Mantenimiento de vías y estructuras

III.4. Rectificación esporádica de cajones y niveles de vías

IV. NECESIDADES PRIMORDIALES DE LAS AMPLIACIONES DEL METRO

IV.1. Estudios de origen y destino de las clases transportadas

IV.2. Necesidad de transportación por el S.T.C. en los principales núcleos viales.

IV.3. Areas de influencia beneficiadas

IV.4. Importancia del transporte colectivo

A PARTIR
DE ESTA
PAGINA

FALLA
DE
ORIGEN.

V. ESTUDIO DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

V.1. Excavación de tuneles

V.2. Estudio de la mecánica de suelos

V.3. Retención de taludes

V.4. Construcción de cajones, andenes y áreas de acceso

V.5. Operación de las ampliaciones.

INTRODUCCION

La presente tesis trata de dar un panorama general de la historia, etapas y el porque de la construcción del Metro en la ciudad de México.

Asimismo habla de las etapas de construcción de las tres primeras líneas enfatizando en los procedimientos constructivos; del cajón del metro subterráneo, la excavación de taludes y la colocación de muros - tablaestaca indispensables para poder estabilizar el suelo, ya que éste presenta poca estabilidad debido a su gran contenido de agua, la cual entra en un 80 %, por lo tanto los mantos arcillosos que lo integran son altamente comprecibles por lo que presentan características - desventajas para las construcciones.

Así también se menciona la excavación por medio del "ESCUDO" instrumento de corte utilizado en las perforaciones del túnel Juanacatlán - Observatorio.

Se describe el inicio de operación de las tres primeras líneas de los beneficios y ventajas que este sistema otorga a los usuarios como medio de transporte, así como de sus condiciones de operación en el manejo de líneas y estaciones. Su mantenimiento y sus diversas formas de seguridad para evitar los accidentes.

A continuación se mencionan las necesidades primordiales de las ampliaciones del Metro, así como de la creación nuevas líneas como consecuencias del aumento de población de igual forma de los satisfactores que otorga, como son el alivio al tráfico superficial, la rapidez de -

transportación y lo económico del tipo de transporte. Posteriormente se hace un análisis de la importancia del transporte masivo como solución a los problemas de transportación que presenta la ciudad de México.

Por último se describe la red de ampliaciones y nuevas líneas, adi cionando los procesos constructivos tanto de sistemas subterráneos, - superficiales y elevados, estos últimos de gran magestuosidad en cong trucción de Obras de Ingeniería Civil, así también se describe "el - hilo Piloto" como sistema de seguridad en circuitos de vía para el - funcionamiento y control tanto de los convoys como de las estaciones.

CAPITULO I

BREVE HISTORIA DE LA CONSTRUCCION DEL METRO

I.I. Necesidad del Sistema de Transporte Colectivo

En 1967 la ciudad de México y sus alrededores tenían una población de más de ocho millones de habitantes que por necesidad de desplazamiento provocaban uno de los más graves y difíciles problemas, su transportación.

Existe desde luego una gran cantidad de autobuses de líneas urbanas que para explotarlas y obtener utilidades, se hace que dichas rutas circulen por puntos donde existe mayor concentración de gente, como lo anterior no se hace en forma metódica, los autobuses tienen rutas cuyos tiempos de recorrido son arbitrarios y notablemente elevados, lo que ocasiona problemas de tránsito.

El problema del congestionamiento de tránsito se ve incrementado con los servicios de trolebuses y tranvías cuya explotación es completamente obsoleta y los taxis de recorrido y cuota fija, que aún haciendo sus recorridos en tiempos muy cortos, dejan mucho que desear.

Para tratar de resolver el problema de la ciudad de México, fue necesario pensar en un medio de desplazamiento de tipo masivo.

Los medios de transportación de tipo masivo son los siguientes: -
SISTEMA DE MONORIEL: Vehículos sostenidos que se desplazan sobre un riel apoyado en estructuras.

SISTEMA DE FERROCARRIL METROPOLITANO SUBTERRANEO O SUPERFICIAL -
(Metro), vehículos de rodamiento en sistema clásico de rieles o --
vehículos de rodamiento y guiado neumático, que puede estar en es --
estructuras subterráneas o en líneas superficiales.

Aún con estos medios de transportación masiva, es necesario con -
tar con una planificación adecuada, del transporte por medio de auto
buses, lo que además de mejorar este renglón alivia la circulación -
de vehículos en la superficie.

El transporte urbano no es sino uno más entre los muchos y graves
problemas que preocupan y cumple atender al gobierno de las ciudades.
Cuando estas alcanzan las proporciones de la nuestra, tanto en el -
número de habitantes como en el de su extensión, superficial.

Aquellos problemas de no ser atendidos y resueltos, pueden llegar
a crear situaciones insostenibles.

Se dice que la movilidad es la quinta de las libertades y el auto
móvil ha llegado a convertirse en garantía de aquella libertad, a la
vez que es aceptado para muchos como símbolo del éxito en la vida.

Limitando la observación a nuestra propia ciudad, y con datos ofi
ciales, comprobamos que entre 1950 y 1970 el número de automóviles -
registrados pasó de 55 mil a 590 mil, con un aumento de 535 mil auto
móviles o sea algo más de 1000% en sólo 20 años.

Podría pensarse que este crecimiento en el número de vehículos -
privados trae consigo una mejoría en la situación de los transportes

urbanos, pero lo cierto es lo contrario. El embotellamiento creciente en nuestras calles, el incremento de la contaminación de nuestra ciudad especialmente en el centro.

El planteamiento real del problema del transporte urbano no consiste sin embargo en saber quienes usan sus coches para desplazarse estarán en medida de seguir haciéndolo al serles resueltos dos requerimientos básicos: el de poder circular y el de poder estacionarse. Aún en el caso cada vez más improbable, de que pudiesen arbitrarse remedios de largo alcance para ello, el problema fundamental del tránsito en una gran ciudad consiste en poner a disposición de todos los ciudadanos, tanto los que tienen coche como los que no lo tienen, los medios colectivos de transporte, que por sus características, resulta: rápido, eficiente y cómodo para uno y otro tipo de usuarios, ya que el transporte masivo es en suma socialmente aceptable.

La transportación colectiva resuelve simultáneamente dos problemas: el de transporte en general y el de la circulación callejera, ya que las vías de tránsito se verán despejadas en la medida en que los dueños de coches utilicen el sistema colectivo urbano; (metro).

Las necesidades de desplazamiento son de muy variada índole. Quienes tienen una ocupación sedentaria, sea cualquiera su importancia social individual, no se encuentran en el mismo caso de quienes requieren de un movimiento repetido.

En la primera categoría, evidentemente la más numerosa, figuran los trabajadores industriales, los funcionarios y empleados públicos y -

privados, los directivos de muchas empresas, los comerciantes establecidos, los artesanos, los estudiantes y profesores.

A la segunda pertenecen, entre otros; los médicos en sus horas de visitas domiciliarias, los arquitectos e Ingenieros que construyen distintas obras, los vendedores y agentes de cobros, los corredores de fincas, los técnicos y obreros en servicio a domicilio.

La necesidad de un vehículo propio es evidentemente mayor para los segundos que para los primeros.

El transporte de éstos puede y debe ser asegurado por los medios colectivos y de manera señalada por el metro; columna dorsal de los transportes urbanos, auxiliado por líneas de tranvías, trolebuses, taxis y por los propios coches particulares, en muchos casos, para lo que estos deben contar con estacionamientos bien situados, seguros y económicos.

Son grandes los beneficios de circulación y transportación cuando un elevado número de ciudadanos acude como cosa normal, a los sistemas de transporte colectivos, olvidando en aras de la conveniencia y de la economía las preocupaciones de prestigio que en muchos casos norman la elección del medio de transporte.

I.2. ETAPAS DE CONSTRUCCION

Hacer un resumen de la obra se antoja tarea casi insuperable.

En nuestro metro se puso la contribución de técnicas de construcción de otros metros, a las que los franceses habían hecho durante años contribuciones muy significativas, en el curso tanto de los proyectos como de la propia obra.

Les correspondió a los ingenieros y técnicos mexicanos, enfrentarse a problemas que les eran específicos y contribuir con soluciones que han quedado incorporadas al acervo, del que en lo sucesivo herán uso los futuros constructores de metros.

Como es bien sabido, el subsuelo de nuestra capital, asentada en el fondo parcialmente seco de un enorme lago, tiene una composición en la que el agua entra en un 80 %. Los mantos arcillosos que lo integran son altamente compresibles y presentan características sumamente desventajosas para las cimentaciones de edificios y otras construcciones.

Las citadas características hacían imposible en casi todos los casos el empleo del sistema de túneles tan ampliamente utilizado en otras muchas ciudades.

Se optó por el sistema de cajón, modificado y mejorado para hacer frente a las peculiares características de nuestro suelo.

La determinación del tipo de construcción se vió precedida por exhaustivos estudios que fueron confiados al Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México.

El sistema de cajón utilizado consistió en excavar dos zanjas longitudinales de 80 cm. de ancho y 1.70 de profundidad, separadas 7.80 m. entre centros, trabajo hecho a mano y con las precauciones necesarias, por razón de encontrarse dentro de esta profundidad muchas de las instalaciones de teléfonos, energía eléctrica, líneas para semáforos y alumbrado público, agua potable domiciliaria, drenajes y alcantarillas, etc.

Por otra parte se encuentran a estas profundidades capas de pavimentación urbana superpuestas, cimientos de casas ubicadas en calles de antiguo trazo, etc. Una vez reforzadas lateralmente esta zanja, se perfora con un cucharón hasta 9.75 m. de profundidad rellenando las perforaciones con lodo bentónico, a continuación se excava el espacio entre las perforaciones usando gruas de almeja, hasta la misma profundidad de 9.75 m. y se colocan los emparrillados que reforzarán al muro millán, ya colocados dichos armados se procede a colar el muro desplazándose el lodo bentónico por la densidad del concreto hacia la superficie.

Ya colado el muro se procede a excavar el espacio entre ambos muros con taludes 1:1 a medida de que se va perforando, se van colocando armaduras metálicas para apuntalar dichos muros, después se vuelan los muros definitivos, los cuales sostendrán las losas de tina y formará el

cajón, se procede a colar el piso de concreto, de un metro de grueso y situado a 7.35 m. de la superficie de la calle, el cajón de 6.90 m. de ancho por 4.95 m. de altura libre, está recubierto con losas de concreto reforzado quedando así un túnel rectangular capaz de alojar la doble vía con sus instalaciones y los trenes que por ellos han de circular en dos direcciones.

Se dejó libre un espacio de un metro entre la parte superior de las losas del techo y el nivel de la calle, permitiendo así el reacomodo de los servicios urbanos antes mencionados.

La presencia de tesoros arqueológicos, y la dificultad que traía consigo la atención cuidadosa de los innumerables servicios que transitaban bajo los pavimentos de las calles, impidieron el uso amplio de máquinas excavadoras especialmente en la parte más superficial de los trabajos.

Todas estas dificultades fueron superadas por un ejército integrado por 800 técnicos, 10,000 obreros y 1,600 empleados administrativos, trabajando en jornadas dobles ó triples e incluso los domingos.

Fue precisamente en la construcción de los cajones construidos con muros milán donde se produjeron contribuciones estimables de los avanzados estudios sobre mecánica de suelos a la técnica de estas construcciones.

Los cajones formados por muros, tapa y fondo con materiales, reforzados con acero, vienen a quedar flotando sobre el material que forma

nuestro subsuelo. Si el peso de los cajones fuese inferior al de dicho material que fue desalojado, presentarían una tendencia a flotar y subir hacia la superficie. Si por el contrario fuesen más pesados -- tenderían a hundirse.

Deben por lo tanto tener un peso total igual al del material del subsuelo que antes ocupaba su lugar, pero como en el problema intervienen otros elementos, es preciso, aún después de tomar las precauciones básicas de equilibrio de pesos, prever la posibilidad de desplazamientos que el túnel deberá estar en la necesidad de absorber.

También en este aspecto fue señalada la intervención del Instituto de Ingeniería de la U.N.A.M.

Como resultado de los cálculos se diseñaron e instalaron juntas flexibles capaces de aceptar deformaciones de hasta 10 cm. Estas según ha demostrado la experiencia resultaron redundantes, ya que la flexibilidad del túnel de cajón, como consecuencia de su gran longitud es suficiente para absorber las mínimas deformaciones observadas.

En el caso de las estaciones cuyo peso fue considerablemente inferior al del material del subsuelo que desalojaron, ya que su volumen fue muy grande, fue necesario construir edificios que con su carga muerta, reposando sobre las respectivas estaciones, restableciera el equilibrio.

Ejemplo de estas construcciones la constituyen las torres de Pino Suárez.

Los procedimientos para construir un muro milán son los siguientes:-
ya excavadas las dos zanjas de 9.75 m. de profundidad y 80 cm. de ancho donde han de ser colocados los muros milán, los cuales formarán las paredes laterales de los tuneles, se venía usando un método consistente en llenar dichas zanjas con lodo bentónico, un material cuya densidad, - homogeneidad y viscosidad aseguraban la estabilidad de las excavaciones permitiendo que se pudieran insertar las armaduras de varillas que corren a lo largo de las zanjas.

Más tarde se introduce el cemento líquido premezclado, usando tubos que llegan al fondo de las zanjas, siendo el cemento más denso que la bentonita, al irsele colando el concreto la va desplazando hacia la superficie hasta que llega el momento en que el concreto llena toda la zanja y desplaza totalmente al lodo bentónico.

Se encontró que la arcilla que forma en casi su totalidad el subsuelo de nuestra ciudad presentaba características que una vez aprovechadas mediante una preparación adecuada permitían su uso en lugar del lodo bentónico.

La cantidad de obra fue bastante considerable, algunas cifras relativas nos pueden dar una idea los colados de concreto se elevaron a - - 1'250,000 M.³ cantidad suficiente para trazar una carretera de 10 m. de ancho y 10 cm. de espesor, entre México, D.F. y Nuevo Laredo, Tamaulipas.

En un sólo día llegaron a colarse 3,800 M.³ de concreto cantidad superior al total invertido en la torre latinoamericana (3,000) M.³

La varilla de refuerzo usada en la obra fue un total de 100,000 toneladas y su longitud era suficiente para dar dos vueltas y media a la tierra por el ecuador.

Las excavaciones se elevaron a 3'000,000 M.³ y los rellenos a 450,000 M.³

No en todo el recorrido fue posible utilizar el sistema de cajón. En el caso de la línea 1. en zona Tacubaya-Observatorio presentó el terreno un desnivel tan prolongado que una vía que siguiese un camino casi superficial como el del cajón, presentaría una pendiente mayor que la admisible para el equipo rodante. Fue preciso construir ahí un túnel circular de 9 m. de diámetro y 1.146 m. de largo, entre las estaciones de Juanacatlán, Tacubaya y Observatorio. Por fortuna, el terreno en aquella zona no está formado por capas arcillosas, sino por limos y arenas compactadas que permiten la perforación de tuneles, la excavación se llevó a efecto por el método llamado de "escudo". Un anillo de acero de 9 m. de diámetro y 4.70 m. de largo y provisto de una cuchilla en reborde delantero, es empujado contra el terreno por medio de 28 grandes gatos hidráulicos con capacidad de 200 toneladas cada uno. La tierra que va siendo cortada se excava y retira por medio de pistolas neumáticas manejadas por ocho trabajadores. El túnel así trazado es a continuación recubierto con dovelas de 25 cm. de grueso y 80 cm. de longitud las que pasan a formar la estructura definitiva del túnel a proteger contra derrumbes.

El "escudo" utilizado en las perforaciones del túnel Juanacatlán - Tacubaya - Observatorio fue construido totalmente en nuestro país por -

por técnicos mexicanos.

La línea 2 ocupó, en parte de su recorrido el derecho de vía antes utilizado por los tranvías eléctricos de tlalpan con el necesario rea condicionamiento.

La longitud de la línea al descubierto es de 9 km. los cálculos - realizados por los ingenieros llevaron a la modificación de las dis - tancias entre juntas de expansión y de los procedimientos de sujec - ción se logró así poner remedio a la pérdida de nivelación de los rie - les el movimiento de los durmientes y el desplazamiento del balastre.

Los procedimientos de las etapas de construcción se describen a - continuación.

PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

EXCAVACION DE TUNELES

Con objeto de medir los movimientos de la excavación y las cargas en los troqueles durante la construcción de una estación comprendida en la zona que forma la cuenca del valle de México.

Se instrumenta el tramo comprendido entre sus cadenamientos.

Los instrumentos que se deben instalar se describen a continuación.

a) Bancos de nivel profundos.

Se instalan tres secciones de bancos de nivel profundo una en cada uno de las zonas laterales y una en la zona de andenes central, cada-

sección debe constar de tres bancos de nivel los cuales van separados - 0.50 m. uno del otro desplantados en las elevaciones - 15.00 m. - 20.00 m. y 25.00 m. respectivamente, medidos con respecto a la superficie del terreno.

b) Bancos de nivel superficiales.

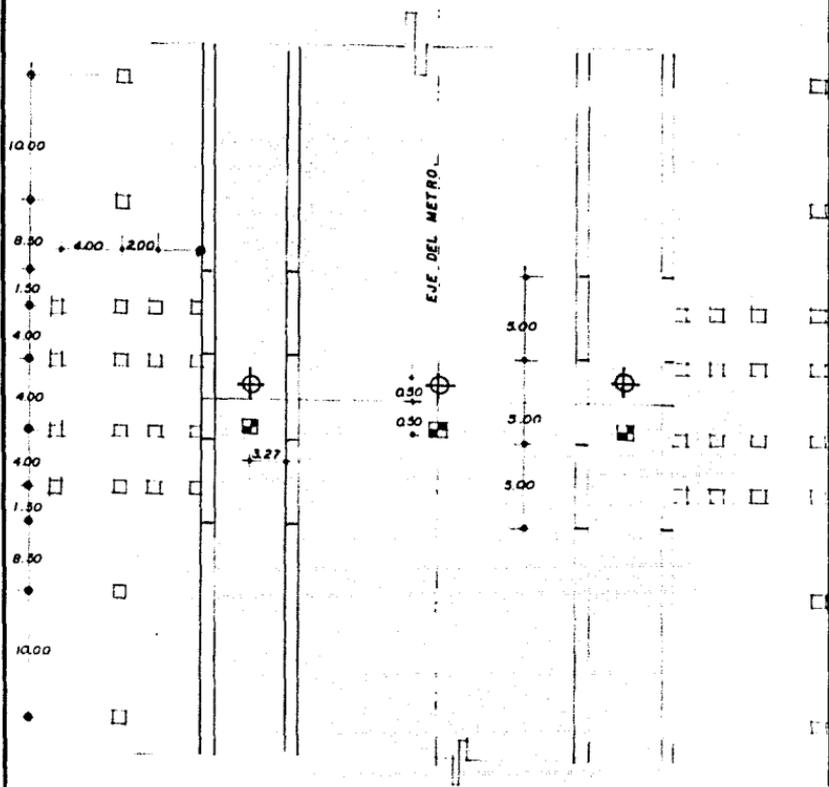
Se colocan bancos de nivel superficiales a ambos lados del cajón del metro con la localización y sepración mostradas en la figura 1:1.

c) Piezómetros: Se instalan cinco estaciones piezométricas, dos de ellas detrás de los muros colados en el sitio (estación piezométrica 1) y las tres restantes en la zona central de la estación (estación piezométrica 2) tal como se muestra en la figura 1.1.

La estación piezométrica 1 consta de tres piezómetros abiertos desplantados en las elevaciones requeridas medidas con respecto a la superficie.

La estación piezométrica 2 constará de tres piezómetros neumáticos desplantados en las elevaciones de los mireles de piso con respecto a la superficie del terreno.

d) Inclínómetros: Se colocarán dos inclinómetros a la profundidad requerida para cada estación a los muros colados en el sitio, por la parte exterior de la excavación y localizados en el centro del claro del tablero central, según se muestra en la figura 1.1.



PLANTA DE INSTRUMENTACION

- BANCO DE NIVEL PROFUNDO
- ▭ BANCO DE NIVEL SUPERFICIAL
- ⊕ PIEZOMETRO

figura 11

1.- Termómetros: Se instalará un termómetro por cada troquel en la parte inferior de los mismos.

La periodicidad de las observaciones será la siguiente: en los bancos de nivel profundos se tomará una lectura y con los datos obtenidos se llenará una gráfica lecturas contra tiempo para cada uno de los bancos.

Los bancos de nivel superficial deben tener sus lecturas diarias y se dibujarán con esos datos.

Se tomarán además nivelaciones diarias sobre puntos marcados en los muros colados en sitio, así como los marcados sobre los parámetros de los edificios aladeños de tal manera de que puedan observarse los movimientos que ocurran en ellos, con estos datos se elaboran también gráficas lecturas contra tiempo.

Se tomarán lecturas diarias también de los piezómetros correspondientes a las estaciones piezométricas especificadas y con los datos obtenidos se llevarán gráficas de la profundidad del nivel freático contra tiempo para cada piezómetro, de igual manera se hará con los inclinómetros: se tomarán lecturas diarias y con los datos obtenidos se lleva una gráfica profundidad contra deformaciones horizontales.

Con los termómetros se toman lecturas cada 6 horas y con los datos obtenidos, se dibujan en las mismas gráficas, los valores correspondientes a la presión y a la temperatura en el eje de las ordenadas, y el tiempo en el eje de las abscisas.

Además de la periodicidad de las lecturas indicadas anteriormente, se tomarán en todos los instrumentos instalados, lecturas en el momento en que la excavación alcance las siguientes etapas.

- a). Excavación máxima para colocar cada uno de los niveles de puntales.
- b). Colocación de cada uno de los niveles de puntales.
- c). Máxima profundidad de excavación.
- d). Colado de la losa de piso.
- e). Retiro de los diferentes niveles de los puntales.
- f). Colado de los muros.
- g). Colocación de losetas.
- h). Colado de la losa superior y relleno.

Para poder llevar a cabo la excavación es importante el abatimiento del nivel freático, el cual tiene por objeto controlar las filtraciones y reducir las expansiones producidas por dicha excavación.

La excavación se hará a cielo abierto por lo cual deben tener estructuras de contención formadas por muros de concreto armado colados en el sitio.

Estos muros reciben el nombre de muros milán.

Para lograr el abatimiento se instalarán pozos de bombeo de acuerdo con las especificaciones que a continuación se indican.

Los pozos de bombeo se localizarán en dos líneas paralelas al eje del metro a 3.80 m. de los paños inferiores de los muros de acompañamiento y se colocarán en tres bolillo, separados entre sí 13 m. como lo indica la figura 1.2., los pozos se desplantarán 3.50 m. abajo de la máxima profundidad de excavación en cada caso.

Se emplearán además tubos de fierro de 4" de diámetro ranurados en toda su longitud menos en los 2.00 m. superiores y 1.50 m. inferiores.

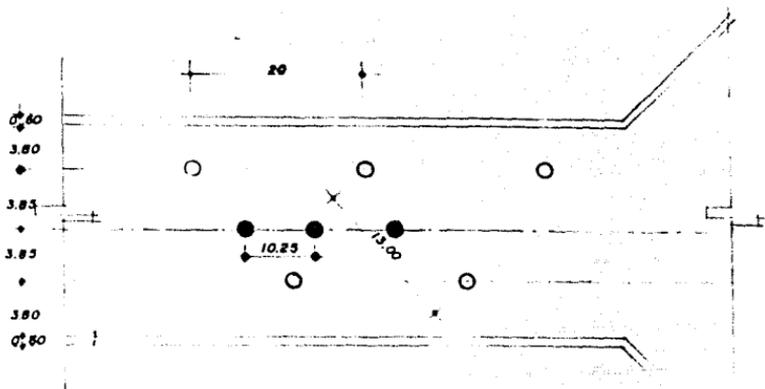
Para la extracción del agua de los pozos se emplearán bombas de pozo profundo del tipo eyector de 1" x 1 ¹/₄" operadas a una presión de 5 kg 1 cm.²

El nivel de las bombas para succión o nivel de succión, se colocan - 2.00 m. abajo de la profundidad máxima de excavación.

Se empieza a bombear en una longitud de 30 m. diez días antes de iniciar la excavación y se continua el bombeo de manera que el tramo que - se esté bombeando no sea nunca mayor de 30 m. medidos a partir del frente en que se este construyendo la losa de piso.

El bombeo se suspende en cada pozo después de que se haya colado la losa de piso correspondiente.

No se puede iniciar la excavación sino se ha verificado que el nivel freático ha quedado abatido a la profundidad indicada para la cual es - necesario instalar 6 piezómetros neumáticos desplantados a 5.00 m. abajo de la profundidad de excavación.



○ POZOS DE BOMBEO

● PIESOMETROS

figura 1.2

CONSTRUCCION DE CAJONES, ANDENES Y AREAS DE ACCESO

1. Las estructuras de contención deben estar formadas por muros de concreto armado, colados en el lugar en zanjas estabilizadas con lodo, en tableros de 3.00 m. de longitud y 2.80 m. de espesor. Estos muros van desplantados a 14.50 m. de profundidad medidos con respecto al nivel del terreno natural, y la corona de los mismos estará 0.50 m. abajo del nivel del terreno natural.

Dada la cercanía de los muros a los parámetros de las casas, es indispensable, para evitar el nivel freático y crear movimientos en sus cimentaciones, que no haya filtraciones del exterior hacia el interior de la excavación a través de los tableros ó de sus juntas, por lo que será necesario sellar todas las fugas de agua que estas presenten, tan pronto se descubran.

La excavación de una estación se hará en etapas de longitud de avance máxima de estas etapas será de 7.00 m. Es indispensable respetar esta longitud, pues en el caso de que esta longitud se incremente, se tiene peligro de una falla por el fondo de la excavación.

La inclinación del tálud de avance será 1:1, se colocarán niveles de puntales exactamente sobre las juntas de construcción de los muros colados en su sitio, como se indica en la figura 5.4. Deben colocarse, en los extremos de los puntales rastras, que se apoyen a uno y otro lado de las juntas de colado con objeto de garantizar que la carga se tramita a ambos tableros.

Los puntales se colocarán a medida que avance la excavación, tan pronto se descubran sus puntos de aplicación en las siguientes elevaciones -0.65 m., -3.15 m., -5.15 m., y -7.45 m. respectivamente.

Una vez alcanzada la máxima profundidad de excavación de cada etapa se procederá al colado de la plantilla de concreto pobre de 8.10 m. de espesor y después de transcurridas cuatro horas, se procede al armado y colado de la losa de piso evento que deberá quedar concluido al término de 24 horas contadas, desde el momento en que se alcanzó la máxima profundidad de excavación, después de transcurridas 72 horas de colada la losa de piso puede retirarse el cuarto nivel de puntales.

Después de transcurridas 72 horas del colado de la losa de techo se puede retirar el segundo y tercer nivel de puntales.

El relleno que se colocará encima de la losa del techo deberá tener un peso volumétrico de 1.8 tl/m^3 para lo cual será necesario compactarlo en capas de 0.20 m. de espesor hasta alcanzar un grado de compactación del 95 % de la prueba penetración standard, en la figura 1.3 se pueden mostrar las longitudes de avance y niveles de puntales en un eje del metro.

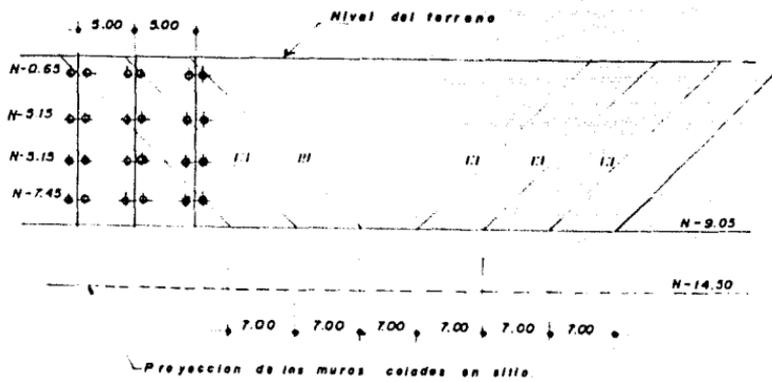


figura 1.3

2. En las estaciones donde las áreas de acceso son bastante grandes y las estaciones se pueden construir con métodos de excavación a cielo abierto entre una estructura de contención formada por muros de concreto armado colados en el lugar, de acuerdo con las características del terreno.

En los lugares en donde el nivel de aguas freáticas es profundo.

La excavación y construcción de una estación se hace de acuerdo con las etapas indicadas en la figura 5.4.

Se debe considerar como nivel 0.00 al nivel del terreno natural. En la zona central se efectúa una excavación preliminar en el área correspondiente a la zona de andenes central, hasta el nivel -5.60 m. la forma de esta excavación se muestra en las figuras 1.3 y 1.6.

Esta zona se ataca en el orden y número de etapas indicadas en la figura 5.1 las longitudes y talud de avance de cada etapa se indica en las figuras 5.4 y 5.6 las etapas que llevan un mismo número deben atacarse simultáneamente.

Durante la excavación, los muros deben apuntalarse, los puntales se colocan: en las zonas laterales en los niveles -3.00 m. -5.80 m. y -9.70 m. (figura 1.7 y 1.8). Todos los puntales mencionados se colocan en cuanto aparezcan en la excavación sus puntos de aplicación. Irán en pares separados entre sí, centro a centro 1.00 m. de distancia, de manera que queden colocados simétricamente con respecto a la junta de construcción de los muros de concreto armado. Es decir cada tablero -

lleva en cada nivel dos puntales (figura 1.4 y 1.5). Antes de empezar la excavación de las zonas laterales, deben colocarse los puntales correspondientes a los primeros niveles de esta zona y de la zona de andenes central. Estos puntales se colocan excavando zanjas del ancho - estrictamente necesario para alojarlos (figura 1.6 y 1.7).

Antes de empezar a atacar la zona de andenes central deben tenerse construídas las partes aladeñas de las zonas laterales (losas de piso mezzanine, muros y losas de techo) (figura 1.7).

Una vez alcanzada la profundidad máxima de excavación de cada etapa, deben colarse la plantilla y la losa inferior en un lapso que no exceda de 36 horas a partir del momento en que se alcance dicha profundidad de excavación.

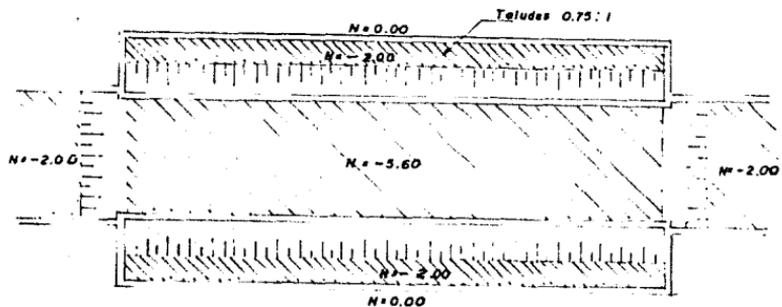
En el caso de una estación de cuatro niveles los puntales se retiran en la siguiente forma:

En las zonas laterales los de tercer nivel, una vez colocados los - del cuarto, los del primer nivel, 7 días después de colada la losa de techo los puntales correspondientes al segundo nivel de puntales - - (-5.80 m.). Se dejan colocados con objeto de que la carga proporcionada por los puntales del primer nivel de la zona de andenes central se transmita por medio de ellos al terreno (figura 1.7).

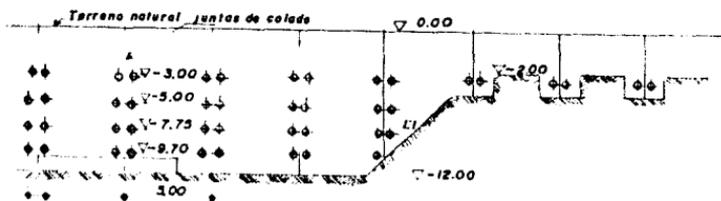
En la zona de andenes central, los de segundo nivel, 7 días después de colada la losa de piso, los del primer nivel también se pueden quitar 7 días después de colada la losa de techo.

Si con ensayos de laboratorio se comprueba que el concreto empleado no tiene deformaciones plásticas a los tres días para cargas del 150 - kg./m.² de f'c, entonces la edad de 7 días se podrá reducir a tres días.

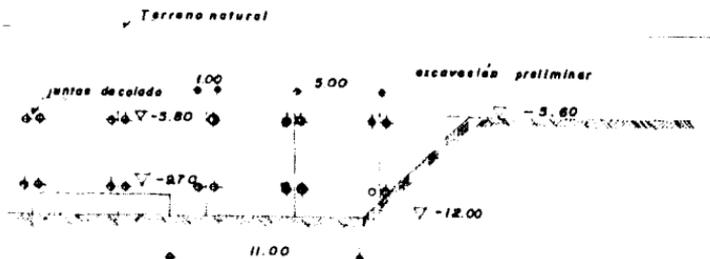
Una vez alcanzada la profundidad máxima de excavación en cada etapa debe colocarse la plantilla y la losa inferior.



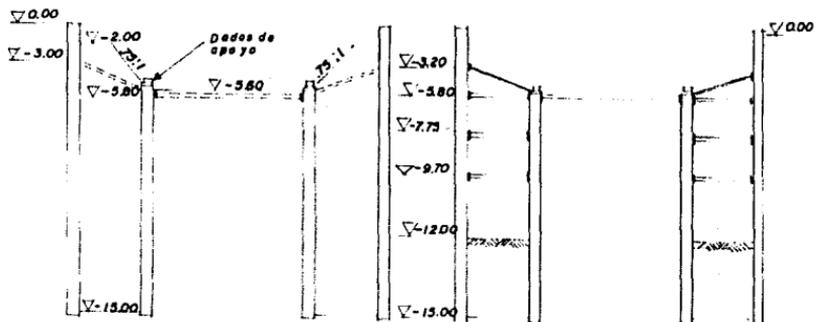
ZONA CENTRAL figura 1.4



ZONAS LATERALES EXCAVACION Y APUNTALAMIENTO figura 1.5



ZONA DE ANDENES CENTRAL EXCAVACION Y APUNTALAMIENTO figura 16

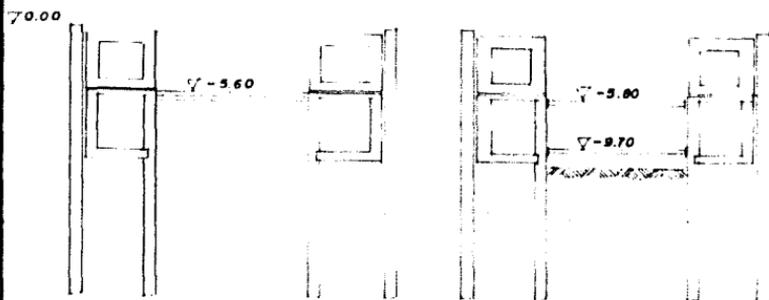


EXCAVACION PRELIMINAR

EXCAVACION ZONAS LATERALES

ZONA CENTRAL APUNTALAMIENTO

figura 1.7



ZONAS LATERALES TERMINADAS

EXCAVACION ZONA CENTRAL

figura 1.8

1.3 INICIOS DE OPERACION DE LAS DIFERENTES LINEAS

"43 kilómetros de Metro, concebido, estudiado, construido, equipado y puesto progresivamente en servicio en 40 meses.

El primer martillazo fué dado el 19 de Julio de 1967 por el licenciado Alfonso Corona del Rosal, regente de la ciudad de México.

Dos años más tarde, 12 kilómetros de línea estaban ya en servicio y un gran eje este-oeste, unió el bosque de Chapultepec con la carretera de Puebla, pasando por lo que se convirtió en la espléndida glorieta de la estación de Insurgentes; el importante centro de Pino Suárez y la Merced. Esta línea transporta actualmente más de 1'000,000 pasajeros por día.

Antes de cumplirse los tres años del primer martillazo, el 31 de mayo de 1970, el antiguo tranvía de Tlalpan, fué remplazado a lo largo de 9 kilómetros de Pino Suárez a Taxqueña por una línea ultra moderna, con correspondencia con la línea 1, en Pino Suárez.

Esta línea transportó una gran parte de los visitantes de la copa mundial de fútbol.

Posteriormente el Zócalo y Bellas Artes, entre otros puntos, son comunicados por el paso de la prolongación hacia el nor-poniente de la línea 2, llegando hasta Tacuba.

Se marca el fin de la 1ª etapa de los 40 kilómetros con la puesta en servicio del primer tramo de la línea 3, que unió a Tlatelolco con

el Centro Médico, con correspondencia en las dos primeras líneas en Hidalgo y Balderas.

Posteriormente la línea tres es prolongada hacia el norte en su primera etapa en tres kilómetros de Tlatelolco a la estación de la Raza y en su segunda etapa hasta Indios Verdes, teniendo estaciones intermedias, y por el sur también es ampliada teniendo su fin en Emiliano Zapata.

Las siguientes fechas, son dignas de ser conservadas para la historia del esfuerzo que representa la creación del México moderno.

El 29 de abril de 1967 apareció en el diario oficial el decreto de la creación del sistema de transporte colectivo para construir, operar y explotar un tren rápido, con recorrido subterráneo y superficial para el transporte colectivo del Distrito Federal.

El 5 de Septiembre de 1969 se inaugura la línea 1 (Zaragoza-Chapultepec), con 11.5 de sus 15.2 km. de extensión y 16 de sus 19 estaciones en servicio.

28 meses después del acuerdo y 26 desde la iniciación de los trabajos.

El 19 de Agosto de 1970; 38 meses después del acuerdo y 37 desde el inicio de las obras, se hace la inauguración de la línea 2 (Tacuba-Taxquena), con 9.5 de sus 17.3 km. de extensión y 11 de sus 22 estaciones.

La Inauguración de la línea 3 (Tlatelolco-Hospital General), con 4.8 km. de extensión y 7 estaciones en servicio, todas ellas subterráneas, el 20 de noviembre de 1970, 42 meses contados desde el acuerdo y 40 desde la iniciación de las obras y la extensión de la línea 1 de Chapultepec a Tacubaya.

La decisión de construir un sistema de transporte rápido en nuestra ciudad, sistema que necesariamente habría de ser subterráneo en su mayor parte se ríó demorada durante muchos años por los problemas específicos que en el caso de nuestra ciudad venían a sumarse a los que son normales en obras de nuestra índole.

Los problemas principales eran las características de nuestro subsuelo y la incidencia de temblores sin restar importancia a las graves dificultades del financiamiento de las obras.

Esta decisión fue prudente lo prueban los años que ya lleva funcionando el sistema de transporte colectivo y la satisfacción que su uso supone para los millones de personas que en él ven la solución de sus problemas de transporte.

En el aspecto financiero se contó igualmente con la colaboración decidida del gobierno y la Banca Francesa, que sumaron sus esfuerzos al que realizaba por su parte el departamento del distrito federal, sobre el cual recaía por decisión presidencial, el costo de la obra civil, representada en lo fundamental por los túneles, vías y estaciones requeridas.

Las aportaciones del gobierno y la Banca Francesa se citaron en 856.5 millones de francos franceses la primera y de 142.5 millones de francos franceses la segunda, equivalentes a 2,312.5 millones de pesos y 384.8 millones de pesos respectivamente.

CAPITULO II

II). BENEFICIOS SOCIO ECONOMICOS Y SERVICIOS OTORGADOS AL D.F.

II.1 BENEFICIOS ADQUIRIDOS POR LOS USUARIOS

Hoy es posible desarrollar una parte, que es ya considerable de nuestra existencia sin que la lluvia y el sol ó los coches nos causen la menor molestia.

En algunas estaciones encuentra al peatón que ya puede serlo sin peligro, una librería bien provista de todos los temas y también de los más modernos posters; en otras, advierte la persona que quiera caminar sin limitaciones de ninguna orden una exposición permanente de litografías de maquetas y de fotos que le hablan en forma visual, objetiva de la historia de esta metropoli.

También se encuentran almacenes de ropa surtidos de todo lo que la moda ordena, esto lo ahorra al habitante de la ciudad, la odisea de buscar bajo la lluvia ó los rayos del sol lo que libre de toda molestia, puede encontrar en unas o en otras estaciones del metro, siempre con el mismo boleto.

Si no le basta con tomar un refresco o comer un emparedado al mostrador de uno de esos restaurantes de paso que hay en cada estación.

A cambio de la falta de sol, el habitante de la nueva ciudad disfruta; en el metro de la vida arrebatadora que el paisaje humano siempre renovado, pleno de incógnitas, cargado de misterios y abierto a las aventuras de la comunicación.

En el ambiente de cultura popular, en el cual tal vez muchas personas se inicien por vez primera, el metro ofrece año con año a los habitantes de la capital una feria del libro por la cual desfilan durante varias - semanas, verdaderas multitudes.

Visitada por 90 mil personas al día, la feria del libro que se efectúa en uno de los pasajes subterráneos del metro (el del Zócalo a Pino - Suárez) ofrece una muestra impresionante de nuestra gran industria li - brera.

En este mismo lugar se presentan exposiciones de pintura en las cua - les se exhiben obras de extraordinario valor estético y documental direc - tamente al público, esto es fuera del museo o de la galería de arte.

El pueblo sencillo que no frecuenta instituciones de arte puede ver - ahí, en su propio ámbito; las obras maestras de los grandes artistas me - xicanos.

Nuestro metro no se limita a la útil y necesaria labor de transportar gente. Antes de meter al hombre en los vagones que ha de llevarlo a su destino, el tren subterráneo atrae al futuro viajero en un ambiente de - belleza y arte que en si mismo es fascinante.

Algunas estaciones comienzan a ser bellas desde afuera por su forma - arquitectónica exterior ó por el ambiente que generan.

La estación de San Lázaro con sus "alas" encañiladas anuncia el paso de los aviones que por allí en la cercanía del puerto aéreo, suelen atra - versar las nubes, conjunto dinámico que en el centro evoca la pirámide - a costial de México, la estación generó a su alrededor un gran espacio -

que es a un tiempo jardín y plaza, lugar de esparcimiento y de comunicación humana.

También en Insurgentes dió el metro motivo a una plaza, en donde fue el antiguo cruce de avenidas, se convirtió en una plaza que garantiza la tranquilidad de los peatones sin excluir la cercanía del coche.

Las más modernas estaciones de la línea 2, sin imponerse como aquellas por sus valores arquitectónicos puros, forman ambientes estético-culturales dignos de ser tomados como modelos por cualquier país avanzado.

En la estación de Pino Suárez existe algo único en el mundo; una pirámide mexicana, (aunque restaurada, original y auténtica), "encuadrada" - en una réplica de los antiguos patios teotihuacanos, como el de Quetzalpapalotl de Teotihuacán, con su alto friso interior pintado de un rosa mexicano que evoca el rojo sanguíneo de Chalchihuatl, (el agua de esmeraldas del dinamismo humano).

La pirámide azteca de Pino Suárez (círculo celeste sobre el cuadro de los puntos cardinales inventados por el hombre, afirma junto al rascacielos vecino la permanencia de México en el pasado y en el futuro).

La estación del Zócalo, con su maqueta monumental, muestra la grandiosidad de la urbe que los aztecas construyeron prácticamente sobre el agua a partir de un pequeño lugar de tierra en junta, en este mismo sitio donde hoy se levanta el centro espiritual del país.

Bellas Artes, con sus estelas, dinteles, jarras y estatuas de varios siglos del México antiguo, es un verdadero museo.

Las estaciones de nuestro metro, con su acero cromado, aluminio, plástico, con sus variantes de asbesto extruido y policromo, con sus modernas armonías sitúan al hombre en su tiempo:

Poder llegar al centro y poder salir de él; esos han sido a lo largo de los años los problemas de los compradores y posibles clientes.

El público huye de la congestión y de incómodidad y para quien pretende tener acceso al centro guiando su coche particular la situación se complica con un tercer problema, el estacionamiento.

Si el centro ha perdido prestigio como zona urbana y si muchos comerciantes y compradores han preferido comprar y vender en la periferia, ha sido fundamentalmente por causa de estos problemas de acceso y circulación.

El metro empezó a cambiar la situación en forma revolucionaria, y ha iniciado por sí sólo una transformación de las viejas zonas urbanas al permitir un acceso rápido y seguro.

II.2. AREAS DE INFLUENCIA AL TRAFICO

Las grandes áreas de influencia al tráfico que abarca el sistema de transporte colectivo (metro) es un gran beneficio que repercute en la economía de los usuarios y en su modo de operación.

La transportación masiva en las zonas céntricas de nuestra ciudad es una solución a los grandes problemas de tráfico de automóviles, estacionamiento y contaminación ya que en las zonas del núcleo se encuentran edificios de gobierno, almacenes y gran cantidad de comercios de gran importancia para los capitalinos, los cuales hacen que dichas zonas sea

muy concurridas y gracias al metro uno puede llegar directamente a ellas sin ningun contratiempo, lo cual no sucede con el transporte particular.

Existen estaciones terminales que tiene bastante influencia al tráfico ya que a ellas llegan líneas alimentadoras de autobuses ó taxis de ruta como lo son Taxqueña, Zaragoza, Tacuba y otras importantes estaciones terminales.

Existen también estaciones de grandes áreas de influencia, como Aeropuerto, San Lázaro, Merced, Chapultepec y otras más y estaciones que desahogan gran cantidad de tráfico de vehículos en los principales núcleos viales, lo son todas las estaciones que se encuentran sobre el Viaducto Tlalpan e Insurgentes Norte, estas estaciones hacen que la transportación de los usuarios sea más fluida, así como la de los vehículos particulares. En sí todas las estaciones tienen grandes influencias al tráfico con que unas más que otras todas resuelven el problema de transportación de las áreas de su ubicación.

II.3.. CONDICIONES ECONOMICAS DE LOS TRANSPORTADOS

Generalmente quienes usan el sistema de transporte colectivo son personas con escasos recursos económicos, como son los obreros, artesanos y pequeños comerciantes.

Este tipo de usuarios son los que más afluencia dan a la línea Observatorio-Zaragoza ya que regularmente los usuarios de esta línea en su mayoría son gentes que viven en ciudad Nezahualcoyotl y muchos trabajan en Naucalpan y Lechería, Estado de México, está es la zona industrial que cuenta con mayores fuentes de trabajo.

También dicha línea tiene gran cantidad de afluencia de gente que va de compras a la Merced. Uno de los núcleos comerciales más grande de la capital.

Otro tipo de usuarios lo son los estudiantes, maestros y profesionistas que por comodidad de transportación y rapidez de desplazamiento tienen preferencia por el sistema de transporte colectivo, este además de resultar cómodo es además barato, lo que viene a contribuir en forma favorable en la economía de las personas de escasos recursos económicos.

Otra de las ventajas por lo que estos usuarios prefieren el transporte masivo (metro) es por su rapidez ya que esto les ahorra tiempo.

El sistema de transporte colectivo también es usado por clases sociales de mejores condiciones económicas, como burócratas, funcionarios, arquitectos, maestros, comerciantes y algunos profesionistas que teniendo medio de transporte particular, por comodidad y rapidez usan el transporte colectivo (metro) para desplazarse en las vías más congestionadas, como lo son; el primer cuadro de la ciudad donde el estacionamiento de vehículos presenta un gran problema. También es de gran ayuda el sistema suburbano para la gente que viene de la provincia a esta ciudad ya que la localización de sus estaciones y las indicaciones y señalamientos de las mismas les sirve de referencia y guía para poder conducirse dentro de nuestra gran urbe, y les es un medio de transporte más práctico y cómodo por sus señalamientos y sus anuncios dentro de las estaciones.

CAPITULO III

III. OPERACION Y MANTENIMIENTO ACTUAL

III.1 CONDICIONES DE OPERACION

La optimización del funcionamiento y operación de un metro hacen necesaria la centralización de toda clase de información relativa a la función del tráfico, lo cual comprende: control de posición de trenes y visualización de número (ocupación de los circuitos de vía). Controles de mando relativos a los itinerarios (posición de los aparatos de vía y estado de las señales de maniobra). Indicadores de salida bajo orden y servicio provisional, mando de la hora de salida y control de la hora de llegada de cada tren en terminal.

Por otra parte para una mayor eficiencia de los sistemas de operación, es útil tratar estas informaciones por un sistema de automatización.

El mando centralizado es un conjunto de medios que permiten al regulador dirigir la explotación de cada línea desde un puesto central. Este llamado P.C.C. (Puesto Central de Control), el cual reúne en una misma sala y para cada línea un control adecuado. El tablero óptico de control, sobre el cual está representada una línea del metro, con sus estaciones y sus elementos de control de la función de tráfico, mando y control de la función tracción, tablero de alarmas y control de neumáticos y escobillas negativas.

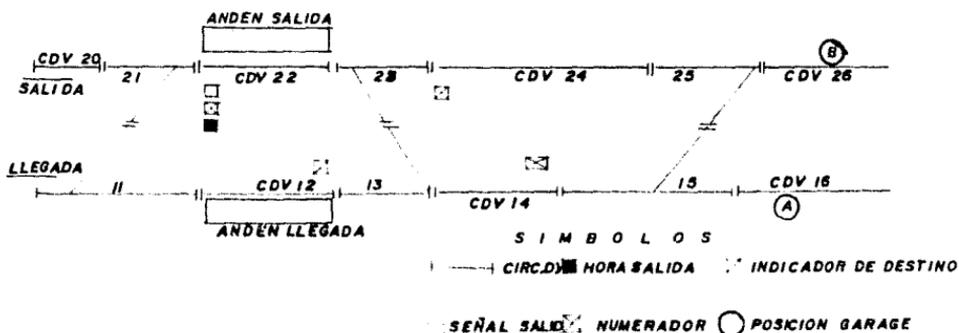
La consola del regulador con sus pupitres telefónicos de señales de maniobras y de trenes, así como los tableros de mando de los itinerarios,

salida bajo andén y corte de alimentación, tracción.

Además, el equipo periférico (tele impulsora) y la platina de diálogo del regulador con la computadora.

En otras salas se agrupan los equipos restantes del mando centralizado (computadoras entre ellas) y en las estaciones se tiene el equipo respectivo para la toma de información y ejecución de los mandos.

Circuitos de vía; para la señalización (seguridad en el tráfico por medio de semáforos dentro del túnel). La vía está dividida en secciones eléctricamente independientes entre ellas, llamadas circuitos de vía - CDV's.



CIRCUITO DE VIA

La posición de los trenes sobre los circuitos de vía, se visualizan en el tablero de control óptico.

ITINERARIO: es un conjunto de circuitos de vías para el tránsito de un tren, que va de un circuito de vía origen a un circuito de vía destino, através de uno o varios C.D.V. de tránsito, por ejemplo: el itinerario 22-20 comprende al C.D.V. 22 (origen)-21 (tránsito, agujas)-20 (destino).

Cuando se realiza el mando de un itinerario (por medio de un botón en la consola de la sala de explotación del P.C.C.) el puesto de relevadores del sistema de señalización asociado, automáticamente pone en la posición deseada todas las agujas correspondientes a este itinerario, verificando siempre que ningún otro itinerario trazado utilice estas mismas agujas.

Un itinerario está siempre protegido por una señal de maniobra, situada en la extremidad delantera de C.D.V. origen.

ITINERARIOS INCOMPATIBLES. Son los itinerarios que no se pueden establecer simultáneamente para poder utilizar el mismo aparato de vía.

El mando de un itinerario funciona con una memorización si el itinerario no se puede trazar debido a un incompatible, este es registrado mientras tanto y será establecido automáticamente después de la destrucción del incompatible.

Un itinerario se destruye al liberar la ocupación del C.D.V. de destino de un tren, cuando se está operando con destrucción automática. Si esto es necesario, se dice que el funcionamiento es en traza permanente,

en cuyo caso no es necesario mandar el itinerario para cada tren.

El sobrerregistro es una memorización que permite mandar al mismo tiempo tres itinerarios incompatibles.

El primero se establece, el segundo se registra y el tercero se sobre registra. El segundo y el tercero se establecerán automáticamente en el orden que han sido mandados después de la destrucción automática del presente.

El sobrerregistro es solamente posible para aquellos itinerarios que están provistos de traza permanente.

NUMERADORES: Sobre los circuitos de vía 14, 24 y 22 de terminal figura C.D.V. están colocados los numeradores que permiten registrar manualmente el número de trenes antes de partir; también se introduce una tarjeta que contiene el número de la motriz codificado, con el objeto de llevar la estadística en kilometraje del material rodante.

Si las condiciones son positivas, es decir, que el número de trenes previsto y que el código de transmisión es correcto, el numerador es bloqueado e impedirá toda acción ulterior sobre él ó los otros, hasta la liberación del C.D.V. por el tren.

FORTILLONES Y TIMBRES DE SALIDA: Un botón ó mando por el computador para la apertura y otro para el cierre, ubicados en la consola del regulador en el P.C.C. mandan el funcionamiento de los portillones del andén de salida de la terminal, para el funcionamiento del timbre, se envía un mando 20 segundos antes de la salida del tren.

La señal de salida se da cuando el tren está en el andén de salida y - el itinerario correspondiente está establecido, la señal de salida queda desbloqueada 5 segundos antes de la hora de salida.

La hora de salida es determinada en el P.C.C. y transmitida a un reloj digital que se encuentra en terminal. Fija el horario y la marcha tipo, el cual debe ser respetado por los conductores y está puede ser A (horas de mayor tráfico). B (horas de menor tráfico).

Las informaciones que se requieren para el funcionamiento del mando - centralizado, son transmitidas en dos direcciones de la línea al P.C.C.- (tratándose generalmente de controles) del P.C.C. a la línea (tratándose generalmente de mandos).

Estos cambios de información entre la línea y el P.C.C. se efectúan - por sistemas de transmisión electrónica para las informaciones de trá - fico.

Todas las informaciones en las estaciones y en las terminales son co- lectadas por el telecontrol (T.C.L.) y reagrupadas en la sala de explota- ción (tablero de control óptico y consola del regulador).

Las ordenes del regulador siguen el camino inverso por medio del tele- mando (T.C.G.) que reporta las ordenes en estaciones y terminales.

La red de teletransmisión se compone de estaciones principales y esta- ciones Satélite. Esto es, la información de las estaciones Satélites.

III.2 FUNCIONAMIENTO Y CONTROL DE LAS ESTACIONES

En general, se puede decir que las estaciones se dividen en tres zonas; andenes, accesos y zonas de servicios. Las dimensiones de los andenes - están dadas por la capacidad máxima de pasajeros que pueden alojar un - tren, considerando la combinación de movimientos decedentes o ascendentes a fin de que el movimiento de usuarios sea fluido, seguro y cómodo.

En el caso de nuestro metro la longitud de los andenes es de 150 m.

Las dimensiones de los accesos dependen de las condiciones del terreno y de la fluencia prevista para la estación en que se encuentran.

En general están constituidos por vestíbulos, escaleras mecánicas y de concreto, pasillos, taquillas, torniquetes y portillones.

Se considera zona de servicio a aquel lugar donde están instalados algunos equipos requeridos para la operación del metro, como subestaciones de fuerza y alumbrado, locales técnicos, locales de extracción de aire, - cuartos de máquinas, sanitarios para empleados, locales para personal de operación, cuartos de primeros auxilios, pequeños almacenes, etc.

Existen básicamente cinco tipos de estaciones de paso, de correspondencia ó trasbordo, de transferencia, mixta y terminal. Una estación es de paso cuando se encuentra en un punto intermedio de una línea; de correspondencia, cuando está en el cruce de dos líneas de transferencia, cuando establece continuidad con otro tipo de transporte; mixta cuando coincide una correspondencia con otra; de transferencia y terminal cuando está en los extremos de una línea.

Otro aspecto importante en la función de las estaciones es la ventilación para la respiración de las personas y para mantener la temperatura de un local dentro del rango considerado confortable. La temperatura, aunque constituye un parámetro esencial de la comodidad, no es el único, ya que igualmente interviene la velocidad de las corrientes de aire al nivel de las cabezas en particular.

En lo que concierne a la temperatura propiamente dicha es necesario notar que el usuario del metro queda dentro del recinto sólo durante un tiempo relativamente corto entre 10 y 20 minutos en promedio.

Ligado directamente a la temperatura, el parámetro "Velocidad de las corrientes de aire".

Es un hecho comprobado que un usuario "medio" situado en un ambiente de 25° C. pero recibiendo a la altura de su cabeza, una corriente de aire, cuya velocidad media, sea de 2 m/3 tendrá la sensación de encontrarse en un ambiente de unos 20° C. más ó menos.

Por otra parte la generación de energía calorífica en el metro es muy alta, debido principalmente a que la totalidad de la energía eléctrica consumida se transforma en calor dentro de la línea, túnel y estaciones. Esta transformación es más ó menos directa llegando por "ondas" en el caso de elementos que presentan una inercia térmica importante. (túneles - reflectores por ejemplo) pero cualquiera que sea su modo de transmisión - estas ondas de calor emitidas por equipos instalados dentro de la línea, provocan una alta elevación de temperatura.

Para resolver estos problemas se tienen instalados tres ventiladores - paralelos a las resistencias, soplando longitudinalmente al tren y otros dos en la parte central más en la parte central de las resistencias, también soplando en la misma dirección de las anteriores; se tienen también colocados además reflectores de asbesto que impiden el paso del aire en dirección de las puertas.

Y los trenes tienen una placa de aislante de fibra de vidrio entre - las resistencias y el piso con el objeto de que este no se caliente.

Como sistema de protección en el andén, se tienen los denominados - ruptores de urgencia, los cuales están formados por una cadena de contactos en serie con la bobina de un relevador y con una alimentación de 120 V. C. Por medio de los contactos del relevador se tienen accionados - los sistemas de autorización y mando para el cierre de las subestaciones de rectificación y contactos de seccionamiento.

Al accionar una palanca de ruptor se interrumpe la continuidad en el - anillo, produciéndose la apertura de los rectificadores y contactores - de seccionamiento, de esta manera se tiene la desenergización de la zona.

Esta situación por un lado previene la posibilidad de un accidente - por electrocución y por otro impide el tránsito de los trenes, sin em - bargo interrupciones de este tipo parán la explotación por lo que deben de concederse de inmediato el lugar y motivo por el cual se accionó un - ruptor para poder continuar con el servicio.

Para la identificación del ruptor accionado, se cuenta con indicado - res luminosos uno por estación, colocados en los tableros de control ópti - cos, los cuales se encuentran en el I.C.C. Sin embargo cada uno de -

ellos representa los ruptores correspondientes a 2 estaciones o más y a los tramos de interestación vecinos a ellos es decir un mínimo de 20 ruptores distribuidos en aproximadamente 1.500 mts. para las interestaciones y 3 por andén.

El accionamiento de cualquiera de los ruptores ubicados en medio del andén de una estación, además de señalizarse en los tableros de control óptico como los demás, tienen una alarma asociada que se manifiesta sonora y visual en la taquilla principal y el trabajo de localización se reduce notablemente.

III.3 MANTENIMIENTO DE VIAS Y ESTRUCTURAS

Para poder suministrar el mantenimiento, se cuenta con un conjunto de talleres, algunos localizados entre avenida Mangares y calzada Zaragoza y otro en la esquina de avenida Taxqueña y calzada de Tlalpan.

El taller de mantenimiento de Zaragoza tiene 10 vías de 164 m. cada una, de las cuales nueve tienen fosas de trabajo y la restante está destinada al lavado de carros.

En taxqueña hay 7 vías: 6 con fosas y una para lavado.

Las funciones del mantenimiento que se llevan a cabo en este taller, son de dos tipos: mantenimiento sistemático y mantenimiento crítico, estas operaciones se realizan periódicamente cada vez que un tren entra a mantenimiento, de acuerdo con un programa previamente establecido. (aproximadamente dos o tres veces por semana). Y revisiones especiales que corresponden a determinados equipos de acuerdo con sus características de

funcionamiento, la limpieza exterior de los carros es parte de la función de este taller, para esto se cuenta con dos máquinas tipo auto baño (una en cada taller), para así ofrecer al usuario un servicio digno y mantener el equipo en las mejores condiciones.

Dentro del control de mantenimiento se cuenta con puestos de visita - localizados normalmente en los extremos de las líneas, opuestos al taller, tienen por objeto efectuar operaciones rápidas sobre las unidades que han sufrido pequeñas fallas y que son reportadas por el conductor; de este modo se mantiene la continuidad de servicio aprovechando el tiempo que tardaría el tren en acudir al taller para su reparación.

Todos los trenes al completar 300,000 km. en operación, son verificados cuidadosamente en un taller llamado de revisión general, en donde se dispone de equipo e instalaciones, tales como baterías, gatos, elevadores, puente transbordador, grúas, monorraíles, diferentes bancos de prueba, cámara de sopleado, mesa giratoria y en general todas las instalaciones modernas que debe tener un buen taller.

Una vez que se han efectuado las reparaciones necesarias a la unidad y antes de ponerlas en servicio es llevada a una vía especial llamada "vía de pruebas" donde se comprueba, en movimiento su buen estado antes de entrar en funcionamiento dentro del túnel.

Adjunto al taller de revisión general hay una serie de talleres con funciones específicas, que son: los de fabricación e impregnación de la madera, los de pintura de trenes, los de manufactura de herrajes, etc.

Para la revisión de los trenes existe una vía sobre fosa, la cual está constituida por los rieles y piezas de rodamiento que descansan directamente sobre los moretes de las fosas y se encuentran sujetos por medio de pernos y anclajes empotrados.

Existen también otros tipos de vías en las áreas de talleres, las cuales están constituidas por dos rieles de seguridad, pistas de concreto al exterior de estos y una sola barra guía al exterior de la pista, ya que en la zona de talleres la barra guía no tiene la función de guiar, sino solamente de alimentar con corriente de tracción al material rodante.

El balastro de estas vías está compuesto de cantos rodados de río de piedra machacada.

Tienen por objeto repartir sobre la solera del túnel los esfuerzos y las cargas transmitidas por el material rodante, así como el de oponerse al desplazamiento de la vía.

La altura promedio de los balastros es de 45 cm. bajo los durmientes.

Los durmientes son de azobe (madera africana) y soportan las pistas de rodamiento y los rieles de seguridad, soportan además los aisladores de la barra guía.

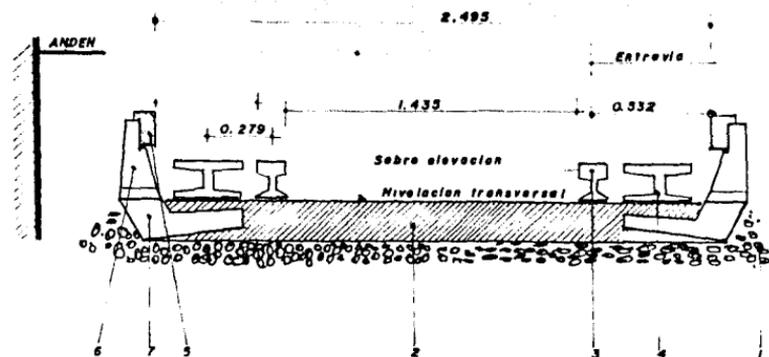
Se cuenta también con dos tipos de durmientes, durmientes ordinarios y de soporte, cuyas dimensiones son:

DURMIENTES ORDINARIOS

- a). Longitud: 360 cm.
- b). Anchura: 24 cm.
- c). Espesor: 14 cm.

DURMIENTES SÓFOTES

- a). Longitud: 270 cm.
- b). Anchura: 26 cm.
- c). Espesor: 15 cm.



- 1 BALASTO
- 2 DURMIENTE
- 3 RIEL DE SEGURIDAD
- 4 PIST DE RODAMIENTO
- 5 BARRA GUIA
- 6 AISLADOR DE POLYESTER
- 7 ZAPATA DE FIJACION

ESQUEMA DE VIA

Los durmientes se deben maquinar en la parte superior para recibir - los rieles y las pistas de rodamiento.

Los durmientes soporte de barra guía, presentan además unas ranuras-reservadas para recibir la parte convexa inferior de las zapatas de los aisladores.

El espaciamiento de los durmientes, en alineamiento derecho y en curva de radio superior de 360 mts., es de 75 cm. de eje a eje y en curva de radio inferior de 360 metros, su espaciamiento es de 60 cm. de eje a eje.

La entre vía es la distancia de eje a eje de dos vías paralelas en la vía.

III.4 RECTIFICACION ESPORADICA DE CAJONES Y NIVELES DE VIAS

1. Nivelación de secciones transversales: este trabajo se realiza una vez al mes. Tiene por objeto checar el hundimiento del cajón del metro, con respecto al hundimiento general del Valle de México.

2. Nivelación en bancos de niveles profundos: tienen por objeto checar los movimientos de estos bancos, con respecto a los bancos fijos - de la Secretaría de Recursos Hidráulicos localizados en el cerro del Peñón y en Chapultepec.

Se realiza una vez al año y comprende:

8 bancos en línea 1.

13 bancos en línea 2.

6 bancos en línea 3.

Las nivelaciones de puntos de control colocados en los pasos para peatones y vehículos en la calzada de Tlalpan, línea 2.

Tiene por objeto detectar los movimientos de estas estructuras, que puedan afectar el tramo superficial. Se realizan cada mes y constan de:

35 pasos inferiores de peatones.

19 pasos inferiores de vehículos.

10 pasos superiores de peatones.

IV. NECESIDADES PRIMORDIALES DE LAS AMPLIACIONES DEL METRO

IV.1 ESTUDIO DE ORIGEN Y DESTINO DE LA POBLACION TRANSPORTADA.

Podríamos citar a la línea 1 como la línea de mayor transportación masiva, ya que está transporta a toda la gente que vive en ciudad Neza - hualcoyotl y trabaja en Naucalpan y Tlalnepantla, zonas industriales de mayor influencia económica, destino de la clase transportada de las zonas altamente pobladas como Nezahualcoyotl.

Esta línea es la que hasta la fecha tiene mayor área de influencia y mayor número de transportados ya que atraviesa puntos de gran interés comercial y turístico industrial.

También existen otras zonas de gran importancia en donde es necesaria la ampliación o construcción de otras líneas.

Podríamos citar por ejemplo las zonas donde estan situadas las centrales camioneras o una zona de afluencia importante o concurrida o que

atravesen de lado a lado la ciudad por avenidas importantes.

Me refiero a la línea tres en esta posibilidad de que su ampliación - podría situarse de norte a sur, es decir de Indios Verdes a Ciudad Universitaria.

Otra solución importante para evitar la transportación superficial - por líneas urbanas en Zaragoza, sería la ampliación de la línea 1 hasta Santa Martha Acatitla para aliviar el tráfico superficial y dar mayor rapidez a la transportación.

Otra de las zonas importantes es la de Xochimilco, la cual se beneficiaría con la ampliación de la línea 2 que sería de Tacuba a Xochimilco, - otra zona de gran importancia habitacional que se beneficiaría con una línea para transportar hacia la zona industrial de Tlalnepantla, sería - Ixtapalapa y la Agrícola Oriental, estas son zonas de un gran índice de transportados que serían beneficiados con el metro.

Otra línea necesaria sería la comprendida entre Ciudad Satélite y San Juan de Aragón.

IV.2 NECESIDAD DE TRANSPORTACION POR EL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO EN LOS PRINCIPALES NUCLEOS VIALES.

La ciudad de México día a día se encuentra en constante expansión demográfica y automovilística, este constante crecimiento propicia problemas de tráfico y desplazamiento.

Para resolver estos problemas de tránsito superficial se han construido vías rápidas como son: el Viaducto, Periférico, Circuito Interior y

por último una gran red de ejes viales incluyendo las ampliaciones del metro.

Las cuales resuelven momentáneamente el problema de circulación, pero a medida que aumenta la población, aumenta el número de vehículos particulares y públicos, los cuales crean grandes problemas de congestión y circulación.

Estas vías con el tiempo resultan insuficientes para cumplir con la función para la cual fueron creadas; estas soluciones cuando llegan a su límite de servicio óptimo crean problemas con el tiempo.

Además de que las soluciones viales en el tráfico superficial crean problemas de tránsito, crean otros problemas como son: la contaminación, el ruido, el estacionamiento y la libertad de circulación de los peatones. Estos últimos son los más afectados al no poder desplazarse libremente por las grandes avenidas y poder atravesarlas con fluidez.

La solución óptima para resolver los problemas de transportación en una metrópoli como la nuestra es ampliando las redes del sistema de transporte colectivo (metro) ya que el metro es un sistema de transportación subterráneo de tipo masivo que es el más rápido que otros sistemas superficiales, es además cómodo y el más barato en el mundo en su tipo y por ser de impulso eléctrico no produce contaminación.

Aunado a esto es necesaria la creación de estacionamiento en las diferentes terminales para que el usuario pueda estacionar su vehículo y poder desplazarse más rápidamente en el metro capitalino.

IV.3 AREAS DE INFLUENCIA BENEFICIADAS

La ampliación de algunas líneas y la construcción de otras nuevas líneas del sistema de transporte colectivo (metro), es una necesidad imprescindible que día a día aumenta en nuestra metrópoli.

Para poder resolver esta necesidad la transportación masiva es la solución más adecuada, por lo tanto es necesario la ampliación de las líneas existentes y la creación de otras, las cuales beneficiarán áreas importantes en el aspecto socio-económico.

Por ejemplo la ampliación de la línea 3 en el lado norte, beneficiará a zonas de gran importancia, tanto cultural, administrativo y religioso, la estación Iotrero tendrá una gran área de influencia al Instituto Politécnico Nacional a la central camionera del norte y a una zona habitacional, como lo es la colonia Industrial y la Rivera.

La estación Basílica será de gran beneficio a los usuarios que desean ir a la Basílica de Guadalupe y a los vecinos de la colonia Lindavista.

La estación Zacatenco como consecuencia de su cercanía al I.F.N. será a la población estudiantil a la que más beneficios podría otorgar además de los usuarios que se transporten para ir al Seguro Social.

Por el lado sur la ampliación de la línea tres beneficia a una gran zona comercial, urbana y habitacional con la ampliación de sus líneas: Etiopía, Eugenia, División del Norte y E. Zapata.

La construcción de la línea 4 será una línea que vendrá a aliviar el problema de tráfico y tiempo de traslado con su ruta de norte a sur por -

el lado oriente de Gustavo A. Madero a Plutarco Elías Calles, está será la primera línea que tendrá una parte de metro elevado, el cual se conducirá sobre una pista tipo puente apoyado sobre columnas de concreto armado de gran magnitud.

La línea 5 será una gran ayuda para el usuario que viene del norte a la central camionera para hacer vuelos internacionales ya que esta línea conduce al Aeropuerto Internacional de la ciudad de México, esta línea empieza de norte a sureste en la estación I.M.P. y terminará en Churubusco.

La línea 6 podrá contribuir al transporte del usuario que se dirige a C. Satélite o a los fraccionamientos que se ubican sobre la carretera a Querétaro en donde vive gran cantidad de gente que a diario se desplaza al D.F. en donde se encuentran sus trabajos, la construcción de esta línea los podrá colocar más cerca aún de sus lugares de trabajo y sus habitaciones.

Esta línea ayudaría a aliviar el tráfico en el circuito interior, y podrá transportar una gran cantidad de usuarios del centro a la gran zona industrial de Vallejo.

IV.4 IMPORTANCIA DEL TRANSPORTE COLECTIVO

La transportación masiva es la forma más eficiente de aliviar los problemas de tráfico, contaminación, ruido, tráfico excesivo, congestiones, falta de estacionamiento, gastos excesivos de energéticos a nivel general.

Otra situación es el costo - beneficio en el sistema masivo, ya que - este es más barato que el transporte vial.

El sistema de transporte colectivo (metro) es cómodo, rápido, seguro, eficiente y económico, por lo tanto es de suma importancia para el usuario. Además es un sistema que no crea problemas de contaminación, ruido, estacionamiento y no deteriora la economía del usuario por ser económico.

El transporte superficial como son camiones, coches de sitio, tranvías, trolebuses. Son de importancia para alimentar el sistema de tren subterráneo metro, pero sin que estos sistemas superficiales de motores de combustión, sean excesivos por que aumentarían los problemas antes citados.

El sistema de transporte colectivo (metro) es el más económico de todo el mundo en nuestra ciudad de México y es un medio muy necesario para las grandes ciudades, como podría ser ya necesario para Guadalajara y Monterrey, ciudades con un gran número de ciudadanos que empiezan a tener problemas de transportación y contaminación, la importancia del transporte colectivo superficial, subterráneo o elevado de tipo motores de inducción eléctrica será la solución de las grandes urbes que sufren ya los problemas de tráfico y contaminación.

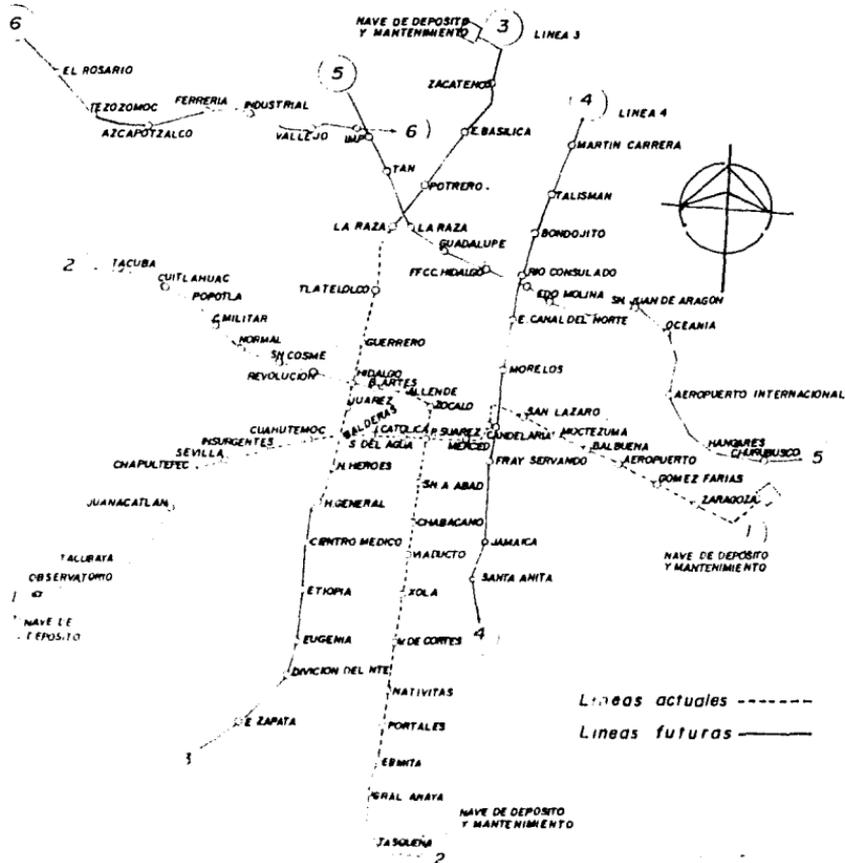
Su importancia es vital para poder transportar cantidades importantes de usuarios con el mínimo costo de uso.

Además de ser barato y no contaminante el sistema (metro) nos puede conducir a lugares o zonas donde el problema estacionamiento está muy -

grabado como es en el centro de la ciudad y algunas zonas comerciales -
más.

En el mapa que a continuación se presenta se muestran las futuras -
ampliaciones de la línea del metro.

RED DEL METRO PARA 1980



V. ESTUDIO DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE LAS NUEVAS AMPLIACIONES

V.1 EXCAVACION DE TUNELES

El procedimiento constructivo para excavación de tuneles, como para otras etapas de construcción en el metro subterráneo no ha cambiado, son los mismos que se usaron en la construcción de las 3 primeras líneas.

Aunque se han mejorado algunos sistemas, existen dos procedimientos para excavación en la construcción de tuneles, el tipo de excavación lo determinan las características del subsuelo.

Estos dos tipos o sistemas de excavación son: excavación a cielo abierto; este sistema se usa en el subsuelo contenido por el nivel freático.

Excavación subterránea, con escudo; este sistema se utiliza en subsuelo de mayor resistencia y menor contenido de agua y a profundidades mayores que el primero.

La excavación a cielo abierto se hace entre una estructura de contención integrada por muros de concreto colados en sitio para la construcción de estos muros de concreto se utiliza lodo bentónico, el cual debe cumplir con las especificaciones y propiedades que a continuación se indicarán.

ESPECIFICACIONES DE LOSOS PARA LA ESTABILIZACION DE LAS PAREDES DE LAS PANJAS DE LOS MURCS COLADOS EN SITIO DEL METRO SUBTERRANEO.

Las paredes de los tableros que se excavan para construir dentro de ellas los muros de concreto reforzados, colados en el lugar no son esta-

bles por sí solas, aún cuando se conserve un tirante de agua equivalente al nivel freático o mayor para evitar que estas paredes se derrumben, se deberán estabilizar con lodo tixotrópico.

PROPIEDADES Y CARACTERISTICAS QUE DEBE CUMPLIR EL LODO ESTABILIZADOR

El lodo estabilizador debe ser una suspensión de bentónita sódica en agua. Se dice que es tixotrópico porque presenta una cierta resistencia al corte en reposo, que es cuando actúa como un gel, mientras que en movimiento, cuando se agita o bombea que es cuando actúa como un sol no presenta resistencia al corte. El paso de sol a gel es reversible.

El lodo estabilizador deberá tener una densidad mayor que la del agua con el objeto de que el empuje hidrostático que ejerza sobre las paredes sea mayor que el de ésta. El lodo se deberá vaciar en el interior de los tableros excavados hasta alcanzar un nivel superior al nivel freático con objeto de generar un gradiente de presiones sobre las paredes de la excavación que ayude a detenerlas o a mantenerlas estables.

El gradiente además producirá infiltraciones del lodo hacia el interior de las paredes; por lo que deberá controlarse la proporción agua - sólidos, con objeto de que dicha infiltración sea mínima. Al producirse la infiltración, se va formando en la frontera lodo-suelo una película de pequeño espesor de moléculas de lodo que constituye una verdadera membrana impermeable y resistente, conocida en la terminología inglesa como "cake", la tixotropía del lodo al pasar de sol a gel y las fuerzas electroquímicas y de tensión capilar que se generan entre lodo y suelo en la frontera de los dos materiales durante el filtrado, contribuyen a

la formación de esta película y a la adquisición de su resistencia.

Esta resistencia se suma a la presión hidrostática del lodo, para estabilizar las paredes de los tableros excavados.

Para que el lodo estabilizador cumpla adecuadamente su función se requiere que:

a). Forme una película impermeable en la frontera con el suelo, sino se forma o si se forma gruesa y poco resistente, el lodo penetrará por los poros del suelo y no se logrará la estabilización para garantizar la formación de la película, el lodo deberá contener una cantidad importante de bentónita sódica. Las características de la película cambian notablemente por pequeñas variaciones en el proporcionamiento agua bentónita o por la contaminación del lodo con arena u otras partículas sódicas no coloidales.

La cantidad de bentónita sódica que deberá contener el lodo será tal que el lodo producido cumpla con las características que se mencionan más adelante; una proporción inicial, agua bentónita que se recomienda tomar como base para la dosificación del lodo varía entre 12:1 y 15:1 en peso, sin embargo la dosificación definitiva será aquella que de un lodo cuyas propiedades queden comprendidas dentro de los límites que a continuación se mencionan. No deberá usarse en la elaboración del lodo, bentónita cálcica ya que está reacciona con el concreto, lo cual no es deseable para los fines que se persiguen con el empleo del lodo.

b). que la suspensión de bentónita sódica en agua sea estable. Es decir, no deberá haber sedimentación o floculación de las partículas de

bentónita. El lodo deberá ser capaz de aceptar que se le añada un material inerte de más peso sin sedimentarse, como puede ser la barita, material que permite lograr un lodo de mayor densidad, útil en la estabilización de tableros próximos a construcciones o sobrecargas que imponen a las paredes de la excavación esfuerzos de compresión y de corte, mayores que los de su peso propio.

En los casos donde se requiera añadir barita al lodo estabilizador para lograr una mayor densidad, se indica en las especificaciones correspondientes al procedimiento constructivo.

Con todo lo anterior los límites dentro de los cuales deberán mantenerse las propiedades de los lodos son los siguientes:

| | |
|--------------------------------|--------------------------------------|
| 1. Viscosidad plástica | Entre 10 y 15 centipoises |
| 2. Límites de fluencia | Entre 5 y 25 lb/100 ft ² |
| 3. Viscosidad Marsh | Entre 35 y 50 seg. |
| 4. Contenido de Arena | Máximo 3 % |
| 5. Volumen de agua filtrada | Máximo 20 cm ³ |
| 6. Densidad | Entre 1.03 y 1.06 gr/cm ³ |
| 7. Espesor de la costra (cake) | Entre 1.0 y 1.5 milímetros |
| 8. I. H. | Entre 7 y 10 |

Todas las propiedades deben controlarse en laboratorio para establecer la relación agua-arcilla recomendable y verificarse periódicamente en las muestras obtenidas de los lodos que se estén manejando en el campo.

El lodo se preparará con un mezclador de chiflón y se borboreará a los recipientes de alacena (esto que tendrán amplia capacidad para las necesida

des diarias de la obra. De los recipientes se trasladará el lodo a las zanjas con una bomba centrífuga para lodos.

El número de usos que se de al lodo estará limitado al cumplimiento - de las propiedades ya mencionadas, por lo que cuando el lodo haya pérdi- do dichas propiedades, deberá desecharse y utilizarse un lodo nuevo.

En todos los casos el nivel del lodo en la zanja o tablero estabiliza- do deberá quedar 0.80 m. abajo del borde superior del brocal. En ningún caso deberá aumentarse esta distancia.

Después de haber colocado el lodo bentónico se procede a construir el muro milán. El procedimiento se describe a continuación

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA MUROS DE CONCRETO COLADOS EN ZANJAS - BAJO LODO BENTONITICO.

La excavación de los muros deberá hacerse con equipo ó maquinaria cu- ya herramienta de corte sea guiada, con objeto de ofrecer una amplia ga- rantía en la verticalidad, alineamiento o integridad de las paredes de - la zanja y que permita alcanzar sin problemas la profundidad media del - muro. Por ningún motivo se permitirá la excavación que utilice cucharón de almeja libre ó cualquier otra herramienta no guiada, ya que con este equipo la verticalidad de los muros no se garantiza y se provocan derrum- bes durante la excavación.

Debe tenerse presente que la herramienta de excavación debe deslizar- se con suavidad, sin chicoteos ni golpes, hincarla sin dejarla que cho - que o que caiga libremente contra el lodo o contra las paredes de la zan- ja para evitar desprendimientos o caídas, meterla y sacarla sin brusque-

dad para evitar efectos de émbolo en el lodo, cortar firmemente la arcilla hincando la herramienta a presión sin sacudir ni arrancar de súbito. Una excavación hecha con destreza y siguiendo las precauciones antes indicadas, conducirá a mejores acabados de los muros, a un colado limpio y aborrrará problemas posteriores de rellenos, rectificaciones o afinaciones de los muros para cumplir con su verticalidad y alineamiento.

El cumplimiento de estas indicaciones evitará caídas y deslaves que azolve la zanja y que provoquen socavaciones de las paredes y evitará movimientos de las propias paredes y del fondo que se pueden difundir hacia el exterior causando desplazamientos de las zonas vecinas.

Las excavaciones de las zanjas se harán en forma alternada, es decir no deberán excavarse tableros contiguos en forma simultánea. Asimismo no se excavará ningún tablero hasta que el concreto del contiguo haya alcanzado su fraguado inicial.

La longitud de las zanjas excavadas que alojarán los muros del cajón en ningún caso excederá de 6.00 m. Todo lodo de primer uso que se utilice en las zanjas de excavación, deberá tener un período de reposo mínimo de 2 horas.

En caso de que el lodo se suministre por medio de pipas, el lodo contaminado deberá sustituirse por lodo nuevo, conservando siempre el nivel del lodo dentro de la zanja a 80 cm. abajo del borde superior de los brocales.

Cuando se perciba cualquier fuga de lodo durante las operaciones de excavación deberán anotarse todas sus características y señalarse de in -

mediato en la bitácora de la obra. Por ningún motivo se admitirá colar en un tramo donde se hayan percibido fugas y no se hayan tratado adecuadamente hasta asegurarse de que hayan desaparecido.

No puede dejarse una zanja totalmente excavada y ademada con lodo por mucho tiempo, por lo que no deberán pasar más de veinticuatro horas entre el inicio de la excavación de un tablero y su colado. Así mismo, no deben transcurrir más de seis horas entre el momento que se alcance la máxima profundidad de excavación y el inicio del colado.

Terminada la excavación deberá procederse a la limpieza del azolve del fondo, utilizando un tubo eyector que se pasará por todo el piso de la zanja. Otra alternativa consiste en la recolección del azolve con la almeja.

Cuando se haya concluido la excavación y se haya verificado la profundidad de la zanja y las propiedades del lodo se procederá a introducir las juntas metálicas y la parrilla de refuerzo.

Las juntas son tubos metálicos huecos de forma semicircular o rectangular que en una de sus caras tienen la forma de macho o hembra y que contiene la banda de E. V. C. integrada. Una parte de esta banda queda ahogada en el momento del colado y la otra parte queda libre en el interior del tubo para ahogarse durante el colado del muro contiguo.

A la cara de la junta que quedará en contacto con el concreto debe aplicársele una película de grasa o de un desencofrante constituido por una resina epóxica o políester de 1 milímetro de espesor para facilitar su extracción posterior.

En el interior del tubo-junta no deberá introducirse el concreto, por lo que deberá tener sus extremos cerrados y en su parte inferior tendrá una caja metálica que se hincará y asentará firmemente en el fondo de la zanja para evitar que se mueva o deforme durante el colado. Dicha junta deberá lastrarse para evitar su flotación.

Una vez instaladas las juntas se procederá de inmediato a introducir la parrilla de armado dentro de la zanja ademada con lodo. Las parrillas irán contraventeadas con rigidizadores como se indique y se harán descender por su propio peso por medio de una grúa, tomando las debidas precauciones con respecto a la verticalidad, el alineamiento y la profundidad.

Para evitar la tendencia a la flotación de la parrilla de armado y garantizar que permanezca en su lugar, se empujará durante su descenso y una vez colocada en su lugar se instalarán dos gatos en la superficie apoyados contra el brocal que impida que la parrilla se mueva durante el colado. Estos gatos se retirarán hasta que se haya terminado el colado. Es muy importante verificar cuidadosamente que la parrilla a pesar de la tendencia de flotación ha quedado en su lugar y por ningún motivo se permitirá el colado del muro con la parrilla flotando o fuera de su lugar.

El tiempo máximo que transcurra entre el momento de introducción de la parrilla en la zanja y el colado de la misma será de 4 horas, pero los mayores favorecen a la formación del cake y reducen la adherencia concreto-acero, por esta razón el colado del muro deberá iniciarse inmediatamente después de introducida la parrilla de armado, ya que es conve

niente sacar y meter nuevamente la parrilla de la zanja pues en cada operación se pueden producir caído indeseables que afectan la estabilidad de la zanja.

Con objeto de garantizar el recubrimiento de los muros, las parrillas de armado deberán habilitarse con roles de concreto de 5" de diámetro - que irán fijados al acero principal de la parrilla por medio de varillas de 3/4" localizadas en ambas caras de la parrilla y tres niveles equidistantes en el sentido vertical. Cada una de las varillas llevará cuatro roles ubicados también equidistantes en el sentido horizontal.

Asimismo, será necesario dejar dentro de la parrilla espacios libres de 60 x 60 cm. con varillas verticales de guía para el paso de las trompas de colado. Para impedir el paso del concreto en la zona de unión posterior con la losa de piso, se hará una caja de 1.25 m. de altura y - 15 cm. de espesor, a lo largo de la parrilla con espuma de plástico amarrada con tela de gallinero. Debe cuidarse en el descenso y colocación de la parrilla que la caja no se deforme para no perder la posición y el anclaje provisto.

Después de colada, centrada y nivelada la parrilla se introducirán - las trompas de colado por tramos.

Los coples de unión de cada tramo de las trompas deben ser perfectamente herméticos para impedir que la succión de la columna de concreto, al bajar chupe aire ó lodo del exterior, cada tramo será de no más de 2 m. - de largo y tendrá un diámetro no menor de 30 cm. Al tramo que sobresale en la superficie se le conecta un embudo ó tolva.

La boca de esta tolva debe quedar a una altura conveniente para que se pueda descargar directamente el concreto desde las ollas revolvedoras. Todo el conjunto se subirá o bajará durante el colado por lo tanto debe contarse con el tiempo necesario para efectuar estos movimientos.

Los tramos de los tubos deberán ser lo suficientemente fuertes y pesados para soportar el manejo.

El extremo interior de la trompa ó boca de descarga, debe quedar apoyado en el fondo de la zanja antes de iniciar el colado. Una vez introducidas las trompas de colado se colocará entre la tolva y el tubo un tapón constituido por un balón de latex, el cual descenderá obligado por el peso del concreto vaciado evitando en esta forma la segregación y contaminación del concreto. En esta forma se evita la descarga de concreto con mucha energía, que pueda dar lugar a la mezcla del concreto con el lodo. Para iniciar el flujo de concreto la trompa deberá levantarse una distancia de 30 cm. del fondo de la zanja.

El concreto debe ser suficientemente fluido para que sin necesidad de vibrarlo penetre y se distribuya uniformemente por todo el tablero.

El concreto no deberá ser vaciado de golpe dentro de la tolva para lograr un flujo suave y continuo, por lo que no deberán tenerse descansos o suspensiones mayores de 15 minutos.

El concreto de los muros debe llegar a un nivel 30 cm. arriba del nivel superior indicado en el proyecto. Estos 30 cm. en exceso se deben retirar con cintas y que no contribuyen al trabajo estructural del edificio.

Se recomienda agregar al concreto un aditivo retardante.

Debido a que la excavación entre muros se lleva a cabo aprovechando la rigidez de los muros y su capacidad de trabajo como tabla estacas - en el sentido vertical, y como losas en el sentido longitudinal, dicha excavación no podrá iniciarse hasta que hayan transcurrido por lo menos 14 días de colados los muros (para concreto tipo III) ó 28 días - (para concreto tipo I).

Transcurrido el tiempo requerido se empieza la excavación previo abatimiento del nivel freático. Avanzando en corte con taludes 1:1 - y en tramos no mayores de 7 m. en sentido longitudinal, lo cual se mencionará en construcción de cajones.

EXCAVACION SUBTERRANEA CON ESCUDO

Este sistema de excavación se utiliza para zonas donde el subsuelo es más consistente que el contenido por el nivel freático y que además se encuentra por razones de proyecto a mayores profundidades.

Este sistema se utilizó también para obras del drenaje profundo y - para túneles del retro en observatorio.

Este sistema es ahora utilizado en las obras del metro en la zona norte donde se encuentra la zona de transición. El procedimiento de excavación se describe a continuación.

En virtud de la profundidad y de los materiales por atravesar en - algunos túneles de la zona norte en las líneas por construir ó en pro-

ceso la excavación se hace con "escudo" de frente abierto. Este escudo tiene la función de contener las paredes de perforación entre la sección de ataque y la sección ademada, por lo cual deben observarse las características que a continuación se indican.

CARACTERISTICAS GENERALES DEL ESCUDO

El escudo es de sección circular de diámetro según variable, según el proyecto y 4 m. de longitud, tiene frente abierto y consta de una plataforma de trabajo, cuchillas de corte, gatos frontales, gatos de empuje, anillo de distribución, centro y faldon como se indica en la figura 5.1 elementos que en la mayoría de los casos están formados por placas de acero A-36 cuando así lo requiera el material por atravesar, se le podrá acondicionar un tupido de madera para trabajar con frente cerrado. Desde su interior y en la parte posterior, se colocaran a medida que avanza anillos constituidos por trece dovelas (charolas) metálicas que conforman el revestimiento primario del túnel.

ARRANQUE INICIAL DEL ESCUDO.

Para iniciar la perforación del túnel el escudo se apoya en siete anillos de dovelas especiales, las cuales a su vez se apoyan sobre vigas empotradas en el muro posterior a la lumbrera. Este conjunto constituye la estructura de atraque que transmitirá el empuje de los gatos al muro opuesto al frente de ataque del escudo.

Una vez que el frente del escudo esté en contacto con el muro, se procederá a demoler éste y al mismo tiempo se comenzará a poner el primer anillo, se resagará la demolición del muro, se ademara el frente

con madera y se procederá a avanzar el escudo por tramos de 0.75 m. de longitud. Se coloca el segundo anillo dentro de la camisa del escudo, se rezaga el material, producto de la excavación se adema el frente.

Se avanza el escudo y se procede a colocar el tercer anillo de dove las. Este procedimiento se repetirá las veces necesarias hasta haber colocado los primeros 7 anillos. En estas condiciones, toda la camisa del escudo estará en contacto con el terreno natural.

AVANCE DEL ESCUDO.

Se programará la excavación de tal forma que exista un túpido de - madera sostenido por los gatos frontales del escudo, cerrando el frente para evitar la posibilidad de alguna falla. El frente se ataca dividiendo la excavación en cuatro zonas como se ilustra en la figura - 5.2.

Dicha excavación se iniciará en el instante que se haya terminado - el empuje del escudo mientras se colocan los segmentos que formarán el último anillo. Una vez terminada la colocación del anillo y habiendo desalojado del frente la rezaga. Se procederá a ejecutar un nuevo avance del escudo. Para empujar el escudo se utilizarán los gatos de - la parte trasera, los que se apoyarán por medio de sus zapatas en el - anillo de distribución debiéndose controlar en cada empuje la carrera de cada uno de los gatos para garantizar la correcta dirección del escudo y la transmisión uniforme de las fuerzas a los segmentos netáli - cos del anillo.

El avance mínimo para colocación de cada anillo, será de 41 cm. los cuales deberán medirse en la carrera de los vástagos de los gatos.

En caso de que el escudo presente tendencia a girar ó a desplazarse lateralmente, se procederá a usar aletas o puntales para corregir estas desviaciones.

Durante el avance del escudo deberá mantenerse adomado el frente mediante el túpido de madera, apoyado por los gatos frontales.

Una vez terminado el avance del escudo podrá continuarse con la excavación de las dovelas tal como ya se indicó anteriormente.

La rezaga producto de la excavación del frente se desalojará por medio de un sistema de bandas transportadoras las que, cuando la longitud del túnel lo requiera descargarán a botes montados sobre vagonetas dichos botes serán jalados hasta una lumbrera para ser izados y descargar directamente la rezaga a los camiones.

Dentro de los primeros 20.0 m. de túnel la rezaga del frente se hará manualmente debido al reducido espacio reducido espacio que existe por las estructuras de ataque.

COLOCACION DEL REVESTIMIENTO PRIMARIO

Terminado el empuje del escudo, se retraerán totalmente los gatos y se procederá a la colocación del anillo de charolas metálicas, las cuales serán suministradas desde la lumbrera y transportadas hasta la parte posterior del escudo, empezando por colocar las charolas de la

cubeta hasta llegar a la clave, donde se colocará una charola de cierre que acuña el anillo, todas las charolas se colocan manualmente.

Durante la colocación de los anillos deben considerarse los tramos en curva y en pendiente, con objeto de cumplir con el trazo y perfil del proyecto, para lo cual se utilizarán láminas metálicas entre la unión de las charolas.

La posición de la dovela de cierre deberá alterarse del centro hacia la derecha y hacia la izquierda, con el objeto de no propiciar una zona débil.

INYECCION.

Con el objeto de reducir los asentamientos superficiales que se puedan presentar, durante la excavación del túnel y reducir las filtraciones hacia el túnel provenientes del terreno se efectuará una inyección de contacto a base de lechada de cemento en proporción variable de 2:1 a 3:1 en el espacio que quede entre la periferia de los anillos y el suelo.

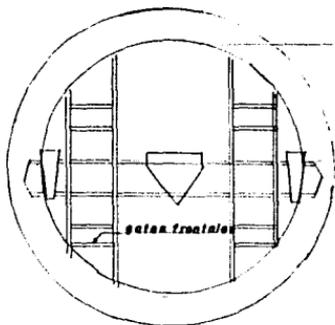
El proceso de inyección deberá ejecutarse inmediatamente después de que el anillo haya salido del faldón. La presión de inyección no será mayor de 0.5 kg./cm.^2 será necesario limitar la cantidad de mezcla inyectada por anillo a un volumen que como máximo pudiera ser equivalente a el espacio dejado entre los anillos y el suelo.

REVESTIMIENTO DEFINITIVO

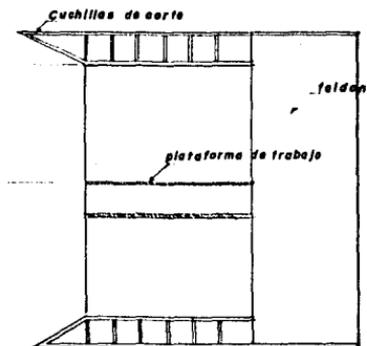
Terminando todo el tramo del túnel se colará un revestimiento definitivo de concreto reforzado de 25 cm. de espesor.

El revestimiento se colocará en la siguiente forma.

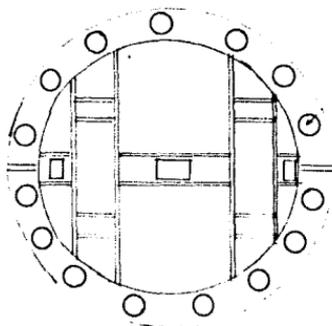
Se procederá inicialmente al colado de la cubeta del túnel utilizando una bomba de concreto, colocada la cubeta se procede al colado de las pa redes y la clave del túnel mediante concreto lanzado a este concreto se le da un acabado similar al concreto colado con bomba.



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



VISTA TRASERA

gatos de empuje

figura 5.1

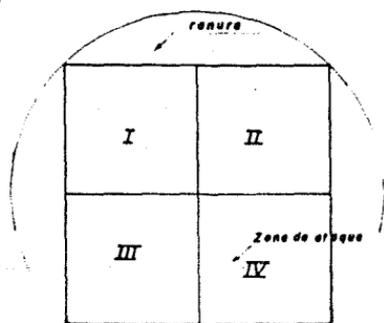


figura 5.2

V.2 ESTUDIO DE LA MECANICA DE SUELOS

El suelo de la ciudad de México está compuesto en su parte superficial por limos y arenas mal graduadas con residuos orgánicos en aproximadamente 1.00 m. a 1.50 de profundidad, estos materiales tienen un contenido de agua pequeño en comparación a los suelos que se encuentran a mayor profundidad.

En las zonas comprendidas dentro del centro de la ciudad y C. Netzahualcoyotl, el subsuelo se compone de una arcilla característica del Valle con un contenido de agua de más del 80 % por lo cual se le denomina nivel freático y este llega a tener profundidades hasta de 32.00 m. a partir de la superficie.

En las zonas comunmente llamadas de transición donde se declina la pendiente del nivel freático a escasos cuatro o cinco metros se encuentran materiales más resistentes como limos con lentes de arena y conglomerados como bolos y cantos rodados, en algunas partes del norte a esta profundidad podemos encontrar tepetate y en el sur material rocoso como piedra brasa.

La resistencia del terreno varia conforme la zona y el tipo de material, por ejemplo, en el centro de la ciudad y en todas las zonas donde existan niveles freáticos, profundos la capacidad de carga fluctúa entre 3 ton./m² y 5 ton./m² respectivamente de esfuerzo al cortante. Según el tipo de cimentación que se use.

En las zonas de transición la capacidad de carga fluctúa entre las 8 ton./m² y 25 ton./m² según las características del terreno.

Por la situación de que la capacidad de carga del suelo de la ciudad sea tan bajo, se usa el sistema de cajón de flotación el cual muchas veces se compensa con el cual muchas veces se compensa con lastre para balancear el equilibrio de cargas y presiones, ya que la misma cantidad de subsuelo empezó que se desaloje, se le tendrá que proporcionar a la estructura.

En la misma medida el volumen desalojado tendrá que colocarse para equilibrar presiones.

En ciertos casos en que se haya sacado mayor peso o volumen que el requerido en la estructura, este se tiene que compensar lastrando, es decir proporcionando el mismo paso volumétrico que el suelo tenía, este es el caso de la estación Pino Suárez, en la cual se tuvo que construir un conjunto habitacional para lastrar los cajones de flotación, los cuales encierran al metro con sus arcos de acceso y andenes enmarcados en tres niveles.

En la situación de suelos duros en zonas de transición como Tlalpan, Insurgentes Norte, el sistema de vías superficiales es el más económico y más rápido de construir, gracias a la capacidad del suelo y a las grandes avenidas.

El suelo del valle de México en la zona centro es muy inestable por las condiciones del contenido de agua y esto hace que cause problema para su excavación, por lo cual antes de llevar a cabo una excavación es indispensable quitarle una gran cantidad de agua para hacerlo maleable, para esto se usan sistemas de bombeo por métodos como son bombeo hidráulico por electrolisis ó congelación del suelo, el primero es el

más usado por nuestros técnicos.

En el caso del metro elevado en las zonas blandas donde el suelo es altamente comprensible y está comprendido dentro de niveles freáticos, la cimentación para las columnas que sostendrán la estructura de metro, será a base de pilotes de fricción sobre los cuales se sentará una zapata de cimentación en la cual se estabiliza la columna.

En el sistema de rieles superficiales será suficiente con una losa de cimentación sobre suelos de alta compresibilidad y en suelos duros podrá ser suficiente un colchón de grava sobre una plantilla.

V.3 RETENCION DE TALUDES

Para controlar la estabilidad del suelo y poder llevar a cabo la excavación en donde posteriormente se alojará el cajón del metro subterráneo.

Se procede a la excavación de una zanja de 1.00 m. o de 0.80 m. según las condiciones por 1.50 m. de profundidad, recubiertas de concreto armado, para poder colocar verticalmente la armadura compuesta por una doble parrilla, la cual servirá para armar el muro milán, el cual será el muro de contención que servirá para retener el suelo en el proceso de excavación.

Este muro se construye de la siguiente manera; después de colocar la armadura en la zanja guía se extrae la arcilla y se le inyecta lodo bentónico, el cual es desplazado por el concreto en el momento de que este se cuela así quedando formado el muro milán.

El concreto con que se cuela este muro contiene elementos químicos - como acelerantes puzolánicos para que no acepte más agua que la que se le desifica.

Después de haber colado este muro se procede a apuntalar sus paredes laterales con troqueles que se colocan cada 3.00 m. en dirección vertical y cada 5.00 en dirección horizontal.

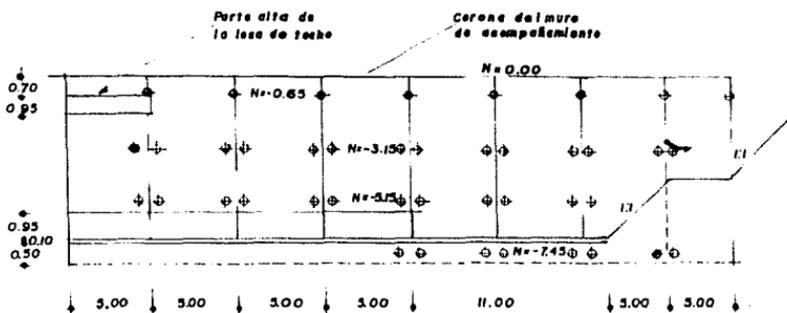
De esta manera podemos ya empezar con la excavación en taludes 1:1 - para evitar el deslizamiento del material.

Posterior a esto se instala un sistema de bombeo para poder efectuar la excavación tanto de la zanja como el eje del cajón central ó zona de andenes.

Al ir excavando se colocan los troqueles a los niveles que les corresponden para que el muro millán pueda quedar apuntalado y de esta manera asegure su estabilidad, estos puntales se colocan en los niveles -0.65 m. el primero, el segundo nivel de puntales a la elevación -3.15 m. y - el tercero en la elevación -5.15, el cuarto nivel en la elevación -7.45 m. como lo indica la figura 5.3

Estos puntales se podrán retirar 72 horas después de colada la losa de tapa. Al llegar el nivel requerido se puede proceder a colar la losa de piso colocando antes una plantilla de concreto pobre de 10 cm. de espesor, después de colada la losa de piso 72 horas aproximadamente pueden quitarse el último nivel de puntales.

Los niveles a los que se tienen que colocar los puntales varían de acuerdo a la profundidad de la excavación y a la amplitud de ésta.



PROSEDIMIENTO DE EXCAVACION Y
APUNTALAMIENTO

figura 5.3

PROTECCION DE TALUDES CABECEROS

Cuando sea necesario suspender la construcción de cualquier tramo de la obra, se dejarán taludes cabeceras que deberán protegerse como se indica a continuación con objeto de garantizar su estabilidad.

Para mantener la estabilidad y evitar filtraciones hacia el cajón ya construido se deberá mantener dos pozos de bombeo localizados como se indica en la figura 5.4, estos pozos se mantienen en operación hasta que se reanude la excavación y construcción del tramo. En caso de que la suspensión en la construcción del tramo se prolongue por tiempo indefinido y no exista muro tapón, el período máximo de bombeo no debe exceder de 45 días.

Con el objeto de evitar la erosión de los taludes cabeceros, es necesario protegerlos con una capa de mortero y tela de gallinero sobre su superficie, tal como se muestra en la figura 5.5

Es necesario mantener el apuntalamiento en la junta de construcción de los muros de concreto que queden descubiertas tal como se indica en la figura.

El apuntalamiento se podrá colocar en pares de puntales ó un sólo puntal sobre la junta en cada nivel de puntales.

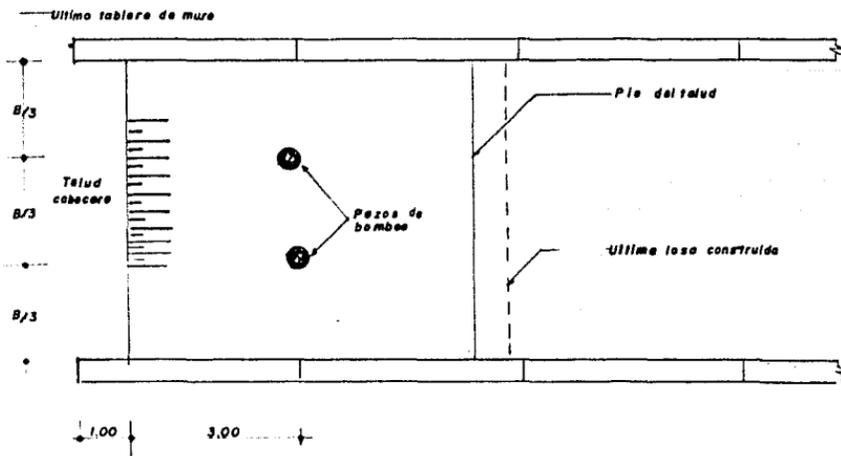
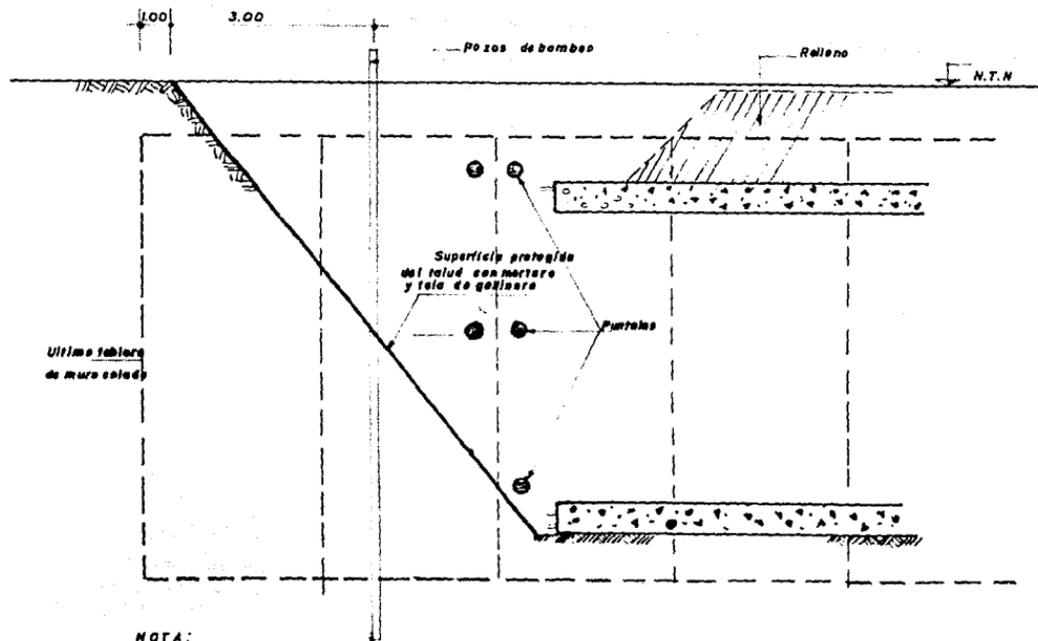


figura 5.4



El talud cabecera será el indicado en la especificación del tramo correspondiente

figura 5.5

V.4 CONSTRUCCION DE CAJONES, ANDENES Y AREAS DE ACCESO

Con el objeto de observar los movimientos ocasionados por las pérdidas de presiones hidrostáticas en el subsuelo deben instalarse los instrumentos de medición que se describen y cuya localización se muestra - en la figura.

PIEZOMETROS NEUMATICOS

Se instalan tres piezómetros neumáticos alojados en material arcilloso a las profundidades de 11.0 m., 25.5 m. y 33.0 m. respectivamente. Estos piezómetros están alojados dentro de una perforación de 6" de diámetro y embebidos en un filtro de arena bien graduada, en la forma como se muestra en la figura No. 5.6

Arriba del filtro se coloca un sello de 0.50 m. de espesor constituido por "bolas" de "bentónita"; sobre este sello se colocará nuevamente material de relleno.

Los piezómetros se alojan dentro de un ademe de P.V.C. ó tubo metálico de 2" de diámetro.

PIEZOMETROS ABIERTOS

Se instalarán tres piezómetros abiertos a las profundidades de 18.0 m., 23.5 m. y 40.0 m.

PIESOMETROS NEUMATICOS

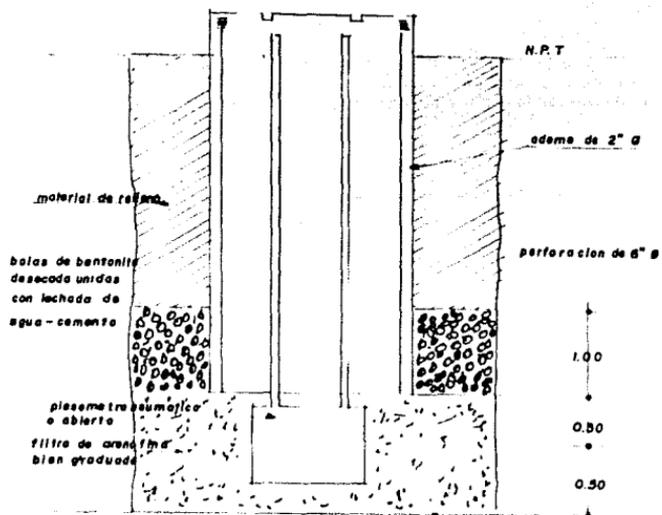


figura 5.6

BANCO DE NIVEL

El banco de nivel se localizará a la profundidad de 50.0 m.

La perforación para la instalación del Banco debe ser de 15 cm. (6")
en la figura 5.7 se muestra un esquema de este banco.

Los piezómetros y bancos deben leerse por lo menos una vez cada 15 -
días durante el tiempo que dure la construcción posteriormente estos se
entregarán al S.T.C. para que tomen lecturas una vez cada tres meses.

Simultáneamente a las tomas de lecturas deben construirse gráficas -
de tiempo contra presión, piezométricas y tiempo contra movimiento, las
lecturas para los piezómetros deben efectuarse con un manómetro calibra
do tipo Bon bon o de tiempo.

BANCO DE NIVEL

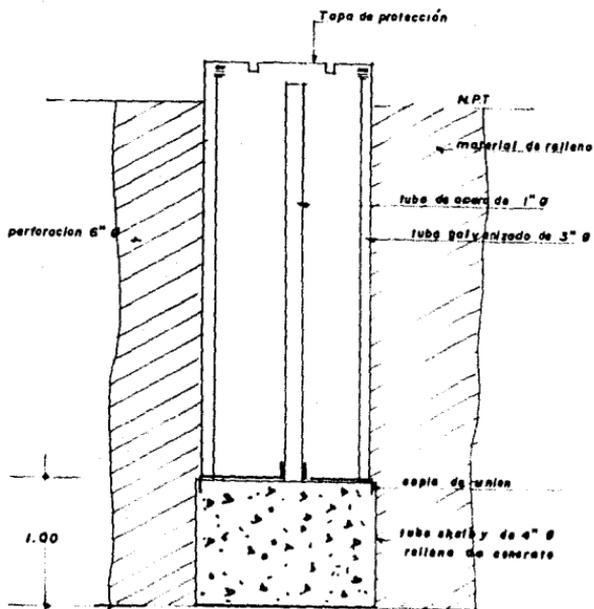


figura 5.7

La excavación para la construcción de los túneles se hará en un cielo abierto entre una estructura de contención formada por muros de concreto colados en sitio.

Durante la construcción de los muros de concreto se utilizará lodo bentonítico, el cual debe cumplir con las propiedades requeridas.

Frecuente a la excavación del túnel será necesario abatir el nivel freático, con objeto de mantener estable la excavación y controlar las fuerzas de filtración y reducir las expansiones en el fondo de la misma. Para este abatimiento es necesario proceder a instalar pozos de bombeo de acuerdo a las especificaciones que a continuación se indican.

Ademe de los pozos de bombeo.

Los ademes de los pozos son tubos de fierro de 4" de diámetro exterior ranurados en toda su longitud excepto en 2.0 m. en la parte superior y 1.50 m. en la parte inferior. Estos ademes estarán provistos de tres aletas formados por varillas de 3/4" y cuyo diámetro circunscrito debe ajustarse a las paredes de la perforación. Estas aletas, son de 1.00 m. de longitud y se localizan en tres puntos equidistantes a lo largo del ademe, la construcción de los pozos se hace por etapas para no interferir con la viabilidad.

BOMBAS DE EXTRACCION DE AGUA

Para la extracción del agua del interior de los pozos se utilizarán bombas de pozo profundo del tipo eyector de 1" x 1 1/4" operadas a una presión de 1 kg./cm². Los pozos se perforan a 10.50 m. de profundidad.

medidos con respecto al nivel de plaza exterior. El nivel de succión - de las bombas se localizará a 2.0 m. arriba de la profundidad máxima de perforación.

El bombeo se iniciará 24 horas antes de empezar la excavación y se - suspenderá cuando se haya colado la losa de piso.

EXCAVACION A PUNTALAMIENTO Y CONSTRUCCION

Se excavará desde el nivel del terreno natural hasta la elevación - que se indique en el proyecto del tramo, según sea el caso y se procede a colocar el primer nivel de puntales en este nivel se colocará un puntal al centro de la junta de construcción, el cual debe quedar apoyado en concreto sano.

Continuando con la excavación hasta alcanzar la elevación donde se - ha de colocar el segundo nivel de puntales al igual que en el nivel anterior se colocará un puntal en el centro de la junta de construcción - de los muros.

Las juntas de construcción tienen la finalidad de absorber las deformaciones que pudiera tener el cajón por efectos de expansión y contracción por sismo, por deformación o asentamiento del suelo. Estas juntas deben cumplir con las siguientes características y requisitos de elaboración.

E L A B O R A C I O N

Las juntas de expansión serán de tiras preformadas, consistirán de - hule neopreno compuesto, elástico y durable, como base y no deberán conu

tener hule regenerado total o parcialmente.

Las dimensiones de las tiras preformadas de neopreno deben apegarse a las especificaciones de los planos constructivos.

Las tiras de juntas selladas que no estén apegadas a las especificaciones dentro de las variaciones permisibles de: 1.6 mm. en el espesor 3.2 mm. en el ancho, 6.4 mm. en el largo, deben ser rechazadas.

RESISTENCIA AL MANEJO

Las tiras preformadas de juntas de expansión selladas, serán de tal calidad que no se deformarán o quebrarán con el manejo ordinario, cuando se expongan a las condiciones normales de trabajo. Las piezas de las juntas selladas que esten dañadas, deben ser rechazadas.

PRUEBA DE INTEMPERISMO

La prueba de intemperismo debe realizarse de acuerdo con los procedimientos especificados en los métodos A.S.T.M. ensayos a juntas de expansión preformadas, selladas para concreto. Los especímenes ensayados no mostrarán evidencias de desintegración cuando esten sujetos a la prueba de interperismo.

Siguiendo con el proceso constructivo del cajón, se avanzará hasta la máxima profundidad de excavación e inmediatamente se colocará una plantilla, que podrá ser de concreto pobre ó grava de 10 cm. de espesor, compactada con pizón de mano. En caso de que haya exceso de agua en el fondo de la excavación, ya sea por filtraciones ó cualquier otra

causa será necesario proteger a la plantilla de grava, colocándole un mortero en los 3 cm. superiores.

Se procederá a continuación al armado y colado de la losa inferior - seis horas después de colada la plantilla en el caso de usar concreto - pobre o inmediatamente en el caso de usar grava.

Una vez colada la losa inferior deben transcurrir 24 horas para poder retirar el segundo nivel de puntales.

El concreto usado en la construcción del cajón debe cumplir con ciertas especificaciones que a continuación se indican.

A G R E G A D O S

Los agregados, fino y grueso que se usen en la elaboración del concreto, deben cumplir todos los requisitos indicados en las especificaciones generales de S.O.P.

Los concretos a emplear serán de las siguientes características:

| Resistencia | Edad | Revestimiento | Empleo |
|-----------------------|--------|---------------|----------------------|
| (kg/cm ²) | (días) | (cm.) | |
| 150 N. | 28 | 16-18 | Tablaestaca concreto |
| 150 R.R. | 14 | 16-18 | " " |
| 200 N. | 28 | 16-18 | " " |
| 200 R.R. | 14 | 16-18 | " " |
| 150 N. | 28 | 8-10 | Losas de cajón |
| 150 R.R. | 14 | 8-10 | " " " |

| | | | |
|----------|----|------|-------------------------------|
| 200 N. | 28 | 8-10 | Trabes losas y - columnas. |
| 200 R.R. | 14 | 8-10 | " " " |
| 250 N. | 28 | 8-10 | " " " |
| 250 R.R. | 14 | 8-10 | " " " |

Los revenimientos señalados podrán variarse de acuerdo con la dirección de la obra, para concretos colados con bomba ó para condiciones especiales.

Puede utilizarse concreto transportado en camión revolador, siempre y cuando el producto al llegar a su destino reúna las características fijadas en el proyecto, observándose además las disposiciones que se indiquen.

En ninguno de los casos se usará revoltura que llegue a su destino después de los 60 minutos siguientes a la iniciación de su mezclado. Tampoco se permitirá que sufran alteraciones las propiedades de la mezcla por falta de limpieza y por condiciones inadecuadas de los medios de transporte. Si la Dirección lo autoriza, se podrá usar un retardante de fraguado.

Dentro de los 60 minutos posteriores a la iniciación del mezclado, la compactación y acómado de la revoltura, se hará de manera que llene totalmente los moldes, sin dejar huecos dentro de su masa. Esto se obtendrá con alguno de los procedimientos siguientes:

a). Mediante el uso de vibradores de inmersión según los elementos estructurales, por colar. Debe emplearse un número suficiente para asegurar un correcto acómado de la revoltura de acuerdo con el volumen -

correspondiente a la etapa que debe colarse.

b). Cuando se trate de elementos precolados debe usarse además, vibradores de molde.

Terminada de colar la losa de piso y quitado el segundo nivel de puntales se procede a colocar y colar la losa de techo, cuyo procedimiento se describe como sigue.

ESPECIFICACIONES PARA EL PERIODO EN QUE DEBE COLOCARSE LA LOSA DE TECHO Y EL RELLENO EN LOS TRAMOS SUBTERRANEOS.

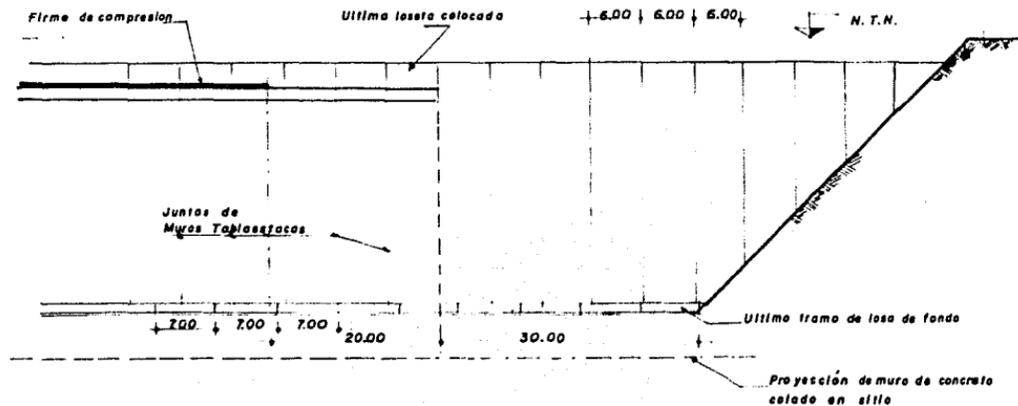
Debido a que un período prolongado sin colocar la losa de techo del cajón en los tramos subterráneos produce expansiones excesivas que influyen en el futuro comportamiento del mismo, debe limitarse el tiempo que transcurra entre el momento de haber alcanzado la máxima profundidad de excavación y el colado de la losa de techo en la siguiente forma.

a). CAJONES CON MURO ESTRUCTURAL.

La distancia existente entre el último tramo colado de la losa de fondo y la colocación de las losetas preesforzadas que conforman la losa de techo no deberá exceder de 30.0 m. tal como se muestra en la figura. El colado del firme de compresión debe irse realizando como máximo 20.00 m. atrás de la última loseta colocada tal como se indica en la misma figura.

La colocación del relleno se hará cuando el concreto de la losa de techo alcance su resistencia de proyecto, lo cual ocurre aproximadamente 14 días después de colada para cemento tipo III y 28 días para cemento tipo I.

El período máximo permisible sin que se coloque el relleno sobre la losa de techo, será de 30 días contados a partir del colado del firme- de compresión.



NOTAS:

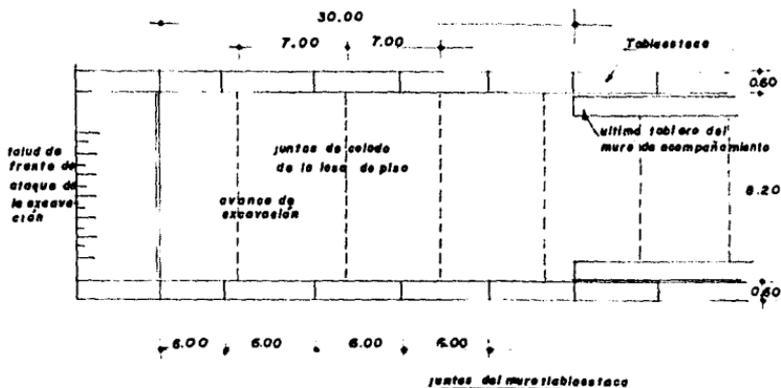
Puntales

El talud de corte en el frente de ataque de la excavación y el apuntalamiento serán las indicadas en la especificación del tramo correspondiente.

figura 5.8

b). CAJONES CON MURO DE ACERAMIENTO.

Una vez colado el último tramo de losa de fondo, no debe existir una longitud mayor de 30.00 m. entre el paño de la losa y el último tablero de los muros interiores, tal como se muestra en la figura 5.9



PLANTA

CAJONES CON MURO DE ACOMPAÑAMIENTO

figura 5.9

Una vez colados los muros interiores la distancia entre el último tablero de muros interiores y el frente de ataque para la colocación de las losetas preesforzadas que constituyen la losa de techo, no debe exceder de 30.00 m. como se indica en la figura.

Las longitudes máximas permisibles para el colado del firme de compresión y colocación del relleno son las mismas que las mencionadas anteriormente.

Ya colada la losa superior se procede a impermeabilizarla antes de colocar el relleno.

IMPERMEABILIZACION DE LA LOSA SUPERIOR

I. PREPARACION DE LA LOSA.

Se barre la superficie de la losa superior hasta dejarla libre de polvo o cualquier otra materia extraña a la impermeabilización y no debe existir humedad en ella.

II. IMPRIMACION

Se aplica sobre la superficie de la losa una emulsión asfáltica. (primer) diluida en agua en proporción 1:1 y cuya aplicación podrá ser con brocha, cepillo ó equipo mecánico; el rendimiento será de 400 m.² por litro.

Es necesario dejar secar completamente el material de imprimación antes de continuar con la impermeabilización. El tiempo de secado oscila entre 6 y 24 horas dependiendo del producto a utilizar.

III. IMPERMEABILIZACION

La impermeabilización podrá ser en caliente ó en frío según lo que se expone a continuación.

a) Aplicación en caliente.

Se aplicará un riego de asfalto óxidado de alta penetración que reúna las características siguientes.

| | Min. | Máx. |
|--|------------------|------------------|
| Punto de ablandamiento A y B ASTM-36 en ° C.- temperatura de aplicación. | 85 195°C. | 95 215°C. |

Esta aplicación será en caliente y con un rendimiento de 1.5 kg/m².

El asfalto a utilizar no se sobrecalentará a las temperaturas de aplicación

b) Aplicación en frío.

Se aplicará una emulsión asfáltica coloidal, con rellenos minerales y fibras clasificadas de asbesto, que deberá tener las siguientes propiedades.

| | Min. | Máx. |
|---|-------------|-------------|
| Penetración con cono - ASTM D -217 -52-T - - 50 gr. 5 cg. 25°C. | 310 | 230 |
| Sólidos % en peso | 45 | 55 |

Su aplicación será, directamente del envase extendiéndolo con un cepillo de raíz, con un rendimiento de 2 a 2.5 lts. por m².

Ya teniendo colocado el impermeabilizante se procede a colocar los rellenos sobre el cajón. El relleno sobre el cajón subterráneo del sistema de transporte colectivo "METRO", debe efectuarse después de que el

concreto empleado en la losa de techo, haya alcanzado su resistencia proyectada, a los 14 ó 28 días, dependiendo del tipo de cemento.

Los materiales que se empleen para formar los rellenos sobre las trabes precoladas del cajón subterráneo del METRO, deberán ser aprobados por la Dirección de la Obra y cumplir con los siguientes requisitos de calidad.

A. El material utilizado para la formación de los rellenos no debe tener troncos, ramas, raíces, etc., y en general estará libre de toda materia orgánica en partes ó cantidades visibles; no contendrá cascajo, fragmentos de materiales extraños, ni piedras mayores de 7 cm. de tamaño medio.

B. Será un material predominantemente areno-limoso.

C. Se deberá compactar como mínimo al 90 % de su peso volumétrico seco máximo (D.C.F.) correspondiente al material empleado. El peso volumétrico húmedo de estos rellenos, una vez compactados, deberá variar entre 1.6 y 1.8 t/m³, de acuerdo con las necesidades de lastre que se requieran en cada tramo y que se establecen en los planos constructivos.

D. La contracción lineal máxima admisible será de 3.0 % y un límite líquido máximo del material equivalente a 50 %.

E. El valor relativo de soporte debe ser como mínimo de 10.0 %.

F. El porcentaje máximo de partículas que poseen la maya No. 200, no debe ser mayor del 50%. El equipo que se emple para la formación y compactación de las capas de relleno sobre las trabes precoladas del cajón subterráneo, debe cumplir con los siguientes requisitos.

1. Se podrá emplear cualquier equipo manual para la compactación, - pero debe lograrse el peso volumétrico seco máximo especificado.

2. El equipo autopropulsado que se emplee para el acómado y compactación del material, podrá ser de rueda neumática ó metálica, ó a base de orugas, pero en ningún caso deberá arrojar sobre la losa de techo, - una presión mayor de 3.0 ton/m^2 , tomando en consideración el peso del - equipo y el peso del material de la primera capa, cuyo espesor compacto no debe ser menor a 30 cm.

3. Se debe contar con el equipo suficiente, para compactar las zonas (por ejemplo las orillas), donde no pueda pasar el equipo voluminoso empleado para la compactación general.

4. En ningún caso se podrá emplear equipo autopropulsado vibratorio.

TENDIDO DEL MATERIAL

El tendido del material se realizará con el equipo necesario para garantizar una buena incorporación al material térreo, del agua requerida para alcanzar la humedad óptima, correspondiente al material empleado.

El peso del equipo no será mayor al especificado en el inciso 2.

COMPACTACION DEL MATERIAL

Primera capa.- La capa que se forme directamente sobre las trabes que techarán el cajón subterráneo. Tendrá un espesor compactado no menor - de 30 cm.

La compactación de la primera capa deberá alcanzar un 90 % de su peso volumétrico seco máximo S.O.F. correspondiente al material empleado

y además el peso volumétrico húmedo, compactado al 90 %, deberá variar entre 1.6 y 1.8 t/m² de acuerdo con lo especificado para cada tramo en los planos constructivos.

Después de la primera capa.- Los rellenos deberán hacerse por capas con espesor compacto, no mayor de 30 cm., en cada capa deberá alcanzarse por lo menos el 90 % del peso volumétrico seco máximo S.O.P. del material y un peso volumétrico "insitu" no menor al que se especifica en los planos correspondientes para cada tramo.

CALIDAD DE LOS MATERIALES

Se deberá llevar un control de la calidad de los materiales a utilizar en los rellenos, mismos que deben satisfacer los requisitos especificados en el inciso I, lo cual será verificado periódicamente por la supervisión y para ello será necesario que el contratista encargado de los trabajos de relleno, informe oportunamente por escrito al personal del laboratorio de su intención de ejecutar rellenos; además el contratista debe proporcionar las facilidades necesarias para obtener muestras representativas del material de relleno, antes de su empleo.

V.5. CONSTRUCCIONES SUPERFICIALES Y ELEVADAS

Las construcciones superficiales de las líneas del metro son las más baratas de los tres sistemas de tipos de construcciones que se usan en el sistema de transporte colectivo "Metro".

Estos tres sistemas como se acentó en el capítulo I. Son los siguientes, SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO, SUBTERRANEO, S.T.C. SUPERFI

CIAL, S.T.C. ELEVADO.

El más barato en construcción es el tipo superficial, el cual se usa en la línea tres norte. El que le sigue en costo es el tipo elevado -- más caro que el superficial pero más barato que el subterráneo.

El sistema de transporte colectivo superficial es el más sencillo en su construcción, como se describe a continuación.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA TERRACERIAS EN EL TIPO SUPERFICIAL

La excavación y construcción del sistema de piso se hace a cielo -- abierto y esta limitada por taludes en los sentidos longitudinal y transversal. La excavación se hace desde el nivel del terreno hasta alcanzar el nivel deseado, en el caso línea 3 norte con taludes 0.50:1 en ambos sentidos.

Una vez alcanzado dicho nivel debe escarificarse y compactarse el -- fondo de la excavación, en un espesor de 20 cm. hasta alcanzar un grado mínimo de compactación del 90 % con respecto a la norma proctor standard

Escarificado y compactado el fondo de la excavación deberá de iniciar se de inmediato la colocación del material de la terracería, cuyas características se definen más adelante, en capas de 30 cm. de espesor máximo, compactándolas hasta alcanzar un grado de compactación del 95 % -- con respecto a la norma ANSHTO. Esta terracería tendrá 0.85 m. de espesor máximo en la zona del parteaguas y variará dependiendo de la profundidad que tenga el nivel de rrastré en cada sección considerada para -- efectos de drenaje, según se muestra en la figura No. 5.10

El material que se utilizará para conformar el cuerpo de la terracería, será una arena limosa tipo tepetate, que deberá cumplir con los siguientes requisitos:

| | |
|-----------------------|-------------|
| Límite líquido | Menor 50 % |
| Expansión | 5 % mínimo |
| VRS standard saturado | 20 % mínimo |

El VRS standard saturado debe medirse sobre especímenes compactados dinámicamente al 95 % del peso volumétrico seco máximo.

Sobre el material de terracería se colocará un material de base cuyo espesor será de 30 cm., este material se coloca en una sola capa.

El material se tenderá y compactará hasta alcanzar un grado de compactación del 100 %, \pm 2 % con respecto a la prueba proctor AASHTO.

La tolerancia en niveles para la base y la terracería será de \pm 2.0 cm. Una vez que el relleno haya alcanzado el nivel de subrasante del proyecto, debe colocarse sobre la superficie terminada un riego de impregnación con asfalto del tipo FM-1 a razón de 1.5 a 2.0 litros/m².

Aplicado el riego de impregnación podrá iniciarse la colocación de una capa de balasto de 15 cm. de espesor en el nivel del parteaguas. El material del balasto y su compactación deben cumplir con las especificaciones que para ello se indiquen.

Sobre esta capa de balasto se puede colocar los durmientes, los cuales alojarán los rieles en los que se guiarán los convoys.

En algunos casos según el tipo de suelo los sistemas de piso varían, por ejemplo en zonas de alta compresibilidad en las estaciones los sistemas de piso son sentados sobre losas de cimentación a base de concreto armado.

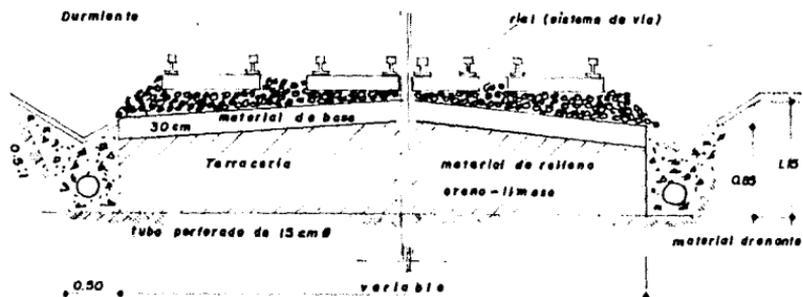


figura 5.10

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LINEAS ELEVADAS

Las líneas elevadas en las ampliaciones del metro, traen consigo la majestuosidad y la técnica de la ingeniería civil.

La línea 4 del sistema de transporte colectivo, en su totalidad es elevada y también lo es un puente en la ampliación a la línea tres, el cual está comprendido en la altura, Indios Verdes y atraviesa Acueducto de Guadalupe.

El procedimiento constructivo lo ilustramos a continuación.

HINCADO DE PILOTES DE LA CIMENTACION DE LA ESTRUCTURA DEL METRO ELEVADO.

Para cimentar las estructuras que constituyen el metro elevado, se utilizan pilotes de concreto armado de sección cuadrada de 50 x 50 cm, hincados a golpes en el terreno, cuya profundidad de desplante se indica en las especificaciones correspondientes.

El proceso de hincado de los pilotes debe realizarse de acuerdo con lo que a continuación se indica.

El hincado de los pilotes de apoyo se hace previamente a la excavación de la zapata y desde la superficie del terreno natural.

Los pilotes a utilizar estarán constituidos por 2 tramos: un tramo inferior cuya longitud será constante y otro superior que será de longitud variable, según se indica para cada zapata. La unión de las dos secciones del pilote se hará mediante 2 placas de acero soldadas, cuyos detalles se exhiben en los planos estructurales. Para poder efectuar -

En esta unión es necesario que la sección inferior del pilote este hincada - cuando menos en una longitud de 12.0 m. ó 16.50 m. según sea la sección constante a hincar.

Antes de proceder a hincar cada pilote será necesario ejecutar una perforación de 18" de diámetro con una tolerancia de 1/2 pulgada; extrayendo el material de la perforación, hasta una profundidad que para cada columna será igual a 2/3 de la longitud que para cada columna será igual a 2/3 de la longitud del pilote más la profundidad de desplante de la zapata (2.20 aproximadamente).

Para mantener la estabilidad de las paredes de la perforación es suficiente con mantener una recirculación de agua dentro de la misma.

Para garantizar la verticalidad del hincado de los pilotes debe contarse con una estructura de guía que no cuelgue de la pluma de la grúa - de tal manera que pueda arrastrarse y fijarse firmemente al terreno.

Durante el hincado dicha estructura-guía estará fija en la superficie del terreno para evitar desplazamientos laterales y mediante abrazaderas debe sujetar el cuerpo del pilote.

La estructura de guía debe mantenerse nivelada antes y durante el hincado mediante el empleo de un nivel de mano adosado a dicha estructura, el cual debe observarse constantemente en el proceso de hincado.

No se permitirá el inicio del hincado de los pilotes hasta que la estructura guía se encuentre perfectamente nivelada.

En caso de que no se cuente con la estructura guía, será necesario - garantizar la verticalidad del hincado de los pilotes cumpliendo con las

indicaciones siguientes.

El desplome máximo permisible del eje longitudinal de los pilotes será igual al 1 % de su longitud total.

Antes de iniciarse el hincado, se deberá proteger el cabezal del pilote con un colchón compuesto por 3 capas de madera de 5 cm. de espesor, - unidas cada una de ellas firmemente; sobre las cuales se colocará un capuchón metálico. En caso de que el colchón se dañe, debe reponerse inmediatamente para evitar daños estructurales en la cabeza del pilote.

El hincado de los pilotes debe hacerse mediante un martillo "DEL ING-D-22" ó equivalente, la altura de caída del martillo no debe exceder de 1.00 m. Debe contarse con un equipo auxiliar de mordazas para sujetar el pilote en caso de que este se hunda por su propio peso.

Iniciado el proceso de hincado del pilote, no deberán existir periodos de receso mayores de 90 minutos para evitar que el pilote se "pegue" por efecto de la tixotropía de la arcilla, pues en este caso se requerirá una mayor energía para la continuación del hincado, lo cual puede originar daños estructurales de consideración al pilote.

Durante el hincado se llevará un registro del número de golpes por cada metro que penetre el pilote y se anotará la hora en que se empiece y termine el hincado, así como el tiempo empleado en el soldado de los dos tramos.

Para los últimos 2 metros de hincado se llevará el registro del número de golpes por cada 20 cm., que penetre.

PRUEBAS DE CARGA EN PILOTES DE LA CIMENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA ELEVADA DEL METRO.

Con objeto de confirmar la capacidad de carga de los pilotes de la cimentación del metro elevado, así como el de observar su comportamiento ante la solicitación de las cargas de diseño, es necesario efectuar pruebas de carga en pilotes individuales ubicados en los sitios que se indican en las especificaciones correspondientes.

Las pruebas de carga se hacen sobre pilotes individuales cuyo tipo y elevación de desplante se indican en las especificaciones correspondientes a cada tramo, localizados en la parte intermedia de dos apoyos contiguos y sobre el eje del metro o bien estas pruebas podrán realizarse sobre los pilotes de las zapatas más próximas al cadenamiento - indicado.

Al inicio de la prueba, los pilotes deberán tener como mínimo 15 días de hincados. La carga aproximada de prueba que se le aplicará a cada pilote será de 140 toneladas, sin embargo será necesario aplicar la carga de falla, considerada esta como aquella que produzca una deformación del pilote de cuantomenos 2,0 cm.

Las pruebas de carga podrá realizarse de acuerdo a los dos sistemas siguientes:

PRIMER SISTEMA: ARCLAJE CON PILOTES ELECTROMETÁLICOS

Este sistema de carga a utilizar estará constituido por una placa - forma de carga lastrada, en combinación con una viga maestra para reacción, apoyada en sus extremos por 6 pilotes electrometálicos tal como

se presenta en la figura 5.16. La carga máxima a emplear proveniente de la viga de reacción será del 50 % del valor de la carga proximal de prueba.

Los pilotes electrometálicos serán de tubo de acero de 22.5 m. de longitud efectiva y $2 \frac{1}{2}$ " de diámetro exterior. El tiempo de tratamiento eléctrico será de 4 horas y el gradiente de potencial podrá variar de 0.2 a 0.3 volts/cm.

La prueba de carga se efectuará en una excavación de 2.20 m. de profundidad, debiéndose colocar en el fondo una plantilla de concreto pobre de 7 cm. de espesor, tal como se muestra en la figura 5.11, en los lados longitudinales de la excavación, se deberá construir un brocal de mampostería, según se muestra en la figura 5.12

Una vez demolido el cabezal del pilote y libre de partículas sueltas, se colocará un zuncho perimetral de acero que servirá como cimbra confinante a la capa de azufre que se empleará para enrasar la cabeza del pilote y de esta forma tener una superficie uniforme de soporte, sobre la cual se colocará una placa de acero de 1" de espesor y de 50 x 50 cm de lado.

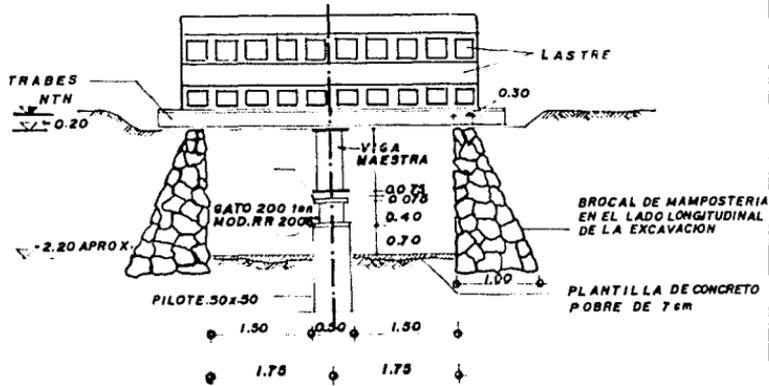
El gato se colocará centrado y directamente sobre la placa. La altura de la demolición del pilote será de 30 cm.

La carga se aplicará en cuatro incrementos iniciales de 1/10 de la carga aproximada de prueba a intervalos de 24 horas y seis incrementos de 1/10 de dicha carga con una duración tal que las deformaciones registradas sean menores de 1 mil. en 20 minutos, pero sin exceder de un pe -

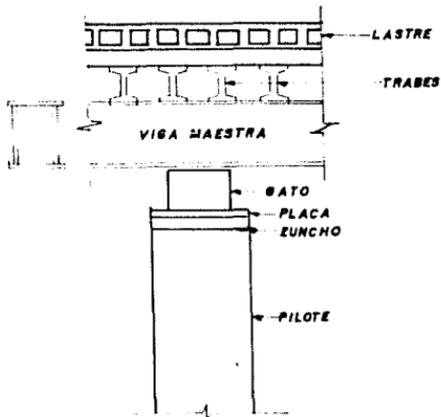
ríodo de 72 horas, lo que ocurra primero. En ningún caso la duración de estos incrementos será menor de 12 horas.

Deben instalarse cuatro micrómetros con presión de 0.1 mm. para llevar el control de las deformaciones referidas a puntos fijos, colocados en estructuras independientes al sistema de carga. La zona de micrómetros debe protegerse con tela de fibra de vidrio y papel aluminio para aislarse de cambios de temperatura, sin embargo se recomienda instalar un termómetro cercano al cabezal del pilote y registrar la temperatura cada vez que se efectúen las lecturas de los micrómetros. La aproximación del termómetro será de 1°C .

Con los datos recabados se construirán gráficas deformación-tiempo, una para cada micrómetro, en escala similogítmica, un juego de estas gráficas se dibujarán para cada incremento de carga y simultáneamente a la ejecución de la prueba. Con la deformación máxima registrada para cada incremento de carga, se construirá una gráfica carga-deformación para cada micrómetro.



ELEVACION



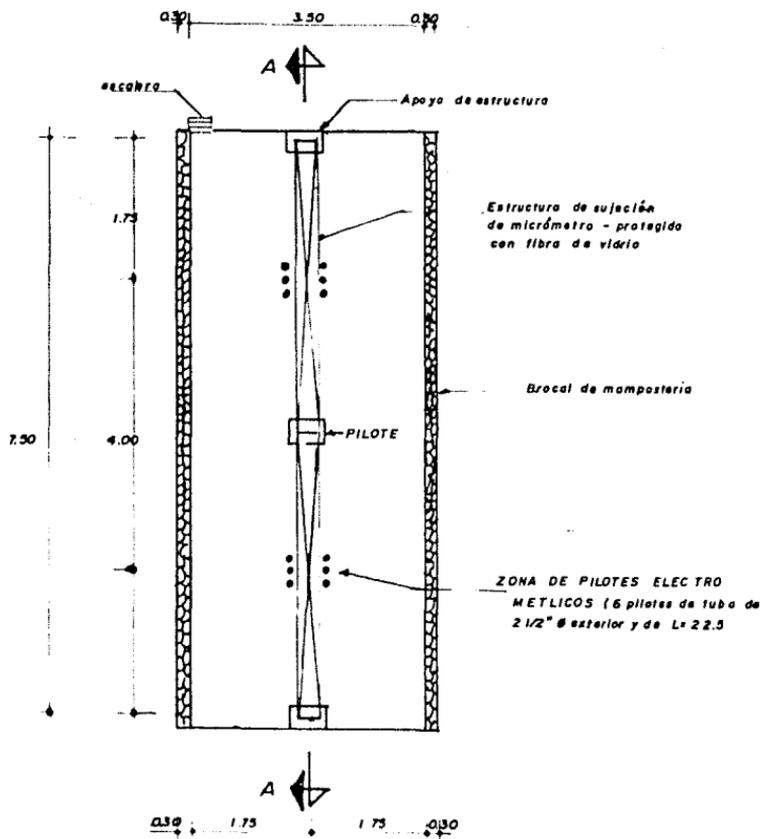
POSICION DEL GATO

CORTE A-A



POSICION DE MICROMETROS

figura 5 II



PLANTA

figura 5.12

CONSTRUCCIÓN DE LA ALIJA CON PILOTOS DE CONCRETO

Este otro sistema consiste en utilizar una armadura como estructura para transmitir a los pilotes de apoyo, la reacción que genere la carga que será aplicada en el pilote de prueba. Los pilotes tanto de apoyo como de prueba, se descubrirán con excavaciones locales; la ubicación de estos pilotes, así como las excavaciones se indican en la figura 5.13

Los pilotes que servirán de apoyo a la estructura de reacción serán de concreto de 20.0 m. de longitud y de 50 x 50 cm., dejando el nivel de la cabeza de los pilotes a 1.0 m. de profundidad a partir de la superficie del terreno.

Los pilotes de apoyo se demolerán en su parte superior hasta descubrir por lo menos 20 cm. de longitud de las varillas de refuerzo; los estribos que se descubran serán retirados, la sección del pilote a la elevación de corte será enrasada para tener una superficie uniforme.

La estructura de reacción también podrá apoyarse en sus extremos en 8 pilotes electrometálicos de tubo de 22.50 m. de longitud y de 2 1/2" Ø exterior, dejando el nivel de la cabeza de los pilotes a 1.50 m. de profundidad a partir del terreno natural. La distribución de los pilotes electromecánicos se indica en la figura 5.14

La armadura se colocará sobre el terreno natural, centrada en el pilote de prueba y se deberá fijar a los pilotes de reacción, soldando a las varillas descubiertas de los pilotes de concreto o los pilotes electrometálicos a los dispositivos de unión provistos de la armadura.

La carga en el pilote central será transmitida en incrementos de 20 toneladas. En cada incremento se realizarán las observaciones que a continuación se indicarán.

Después de alcanzar la capacidad última del pilote de prueba, la carga residual será disminuida hasta cero en decrementos no mayores de 30 toneladas. En cada decremento se realizarán las observaciones siguientes.

Observaciones de comportamiento.- Al variar la carga en el pilote de prueba se registrarán las deformaciones sufridas en el pilote central y en los de reacción, tomando lecturas en los micrómetros a los siguientes tiempos después de variar la carga: 1, 2, 4, 8, 15, 30 minutos y a cada hora posteriormente. Podrá realizarse un nuevo incremento de carga en un tiempo mínimo de 6 horas, sin embargo no se aplicará otro incremento si antes no se ha verificado que las deformaciones registradas en este lapso de tiempo sean menores de 1. mm. en 20 minutos.

Observaciones en la carga última.- Al alcanzar la capacidad última del pilote de prueba, se presentará una penetración súbita del pilote, la cual deberá ser registrada mediante los micrómetros y así también, debe definirse la carga remanente sobre el pilote. Inmediatamente después del registro citado se procederá a incrementar la carga, registrando las deformaciones inmediatas provocadas por cada 5 toneladas de incremento de carga, hasta que se presente una nueva penetración súbita del pilote.

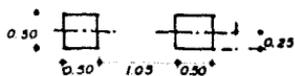
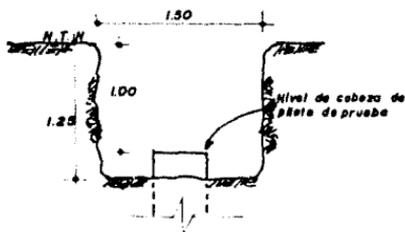
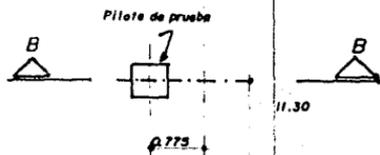
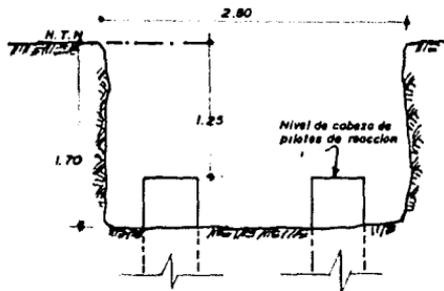
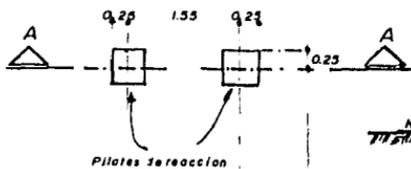
Esta secuencia se repetirá tres veces después de ocurrida la primera penetración bajo la carga última. Durante la realización de la prueba

La de carga deberán medirse las deformaciones que sufra el pilote central de prueba y los pilotes extremos de reacción.

A los lados del pilote central y de cada par de pilotes de reacción, a 5 cm. de separación se colocarán 2 perfiles metálicos de 3 cm. de largo en sentido perpendicular a la armadura de carga; estos perfiles serán canales o vigetas I de peralte no menor de 8" y deben recubrirse con tela de fibra de vidrio y papel aluminio para protegerlas de los cambios de temperatura. Estos perfiles se apoyarán en cada extremo sobre un tramo de vigetas I de peralte de 6" hincadas en el terreno a 1.50 m. de profundidad; no deben quedar en contacto con el terreno ni con elemento alguno.

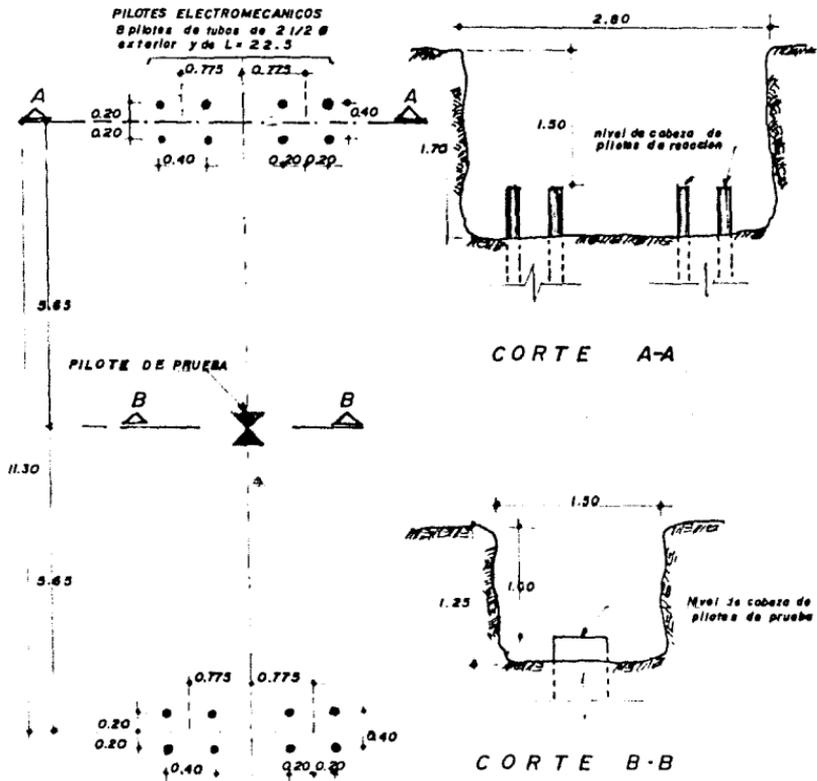
En el pilote central y en cada pilote de reacción se colocarán 3 micrómetros con precisión no menor de 0.001" o 0.02 mm. los micrómetros se sujetarán a los perfiles metálicos de referencia y se colocarán sobre elementos pulidos situados en las cabezas de los pilotes, con una distribución tal que el centro geométrico de los tres micrómetros coincida aproximadamente con el centro del pilote en que se colocan.

El gato se colocará centrado sobre el pilote de prueba y sobre el vástago se colocará una rótula esférica; este conjunto deberá estar contrado con el apoyo transmisor de carga de la armadura. La capacidad del gato no deberá ser menor de 200 toneladas.



P L A N T A

figura 5.13



PLANTA

figura 5.14

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LAS ZAPATAS DE CIMENTACION DE LAS COLUMNAS DE LA ESTRUCTURA ELEVADA DEL METRO.

La excavación para la construcción de estas zapatas se realizará a cielo abierto y estará limitada por taludes perimetrales que tendrán una inclinación 0,5:1 horizontal a vertical. El ancho máximo del fondo de la excavación será igual al ancho de proyecto de cada zapata más 1.50 m. La excavación no podrá iniciarse si antes no se tienen hincados todos los pilotes a la profundidad de proyecto de cada zapata.

Después de hincados los pilotes a la profundidad especificada, se iniciará la excavación en dos etapas, tal como se expone a continuación en la figura 5.15

1a. Etapa, se excavará una mitad del ancho total y hasta la profundidad de desplante de cada zapata e inmediatamente después se procederá a colar una plantilla de 10 cm. de espesor, de concreto pobre con acelerante de fraguado. Dos horas después de colada la plantilla se iniciará la demolición de la parte superior de los pilotes de acuerdo a lo expuesto en los planos estructurales para proceder a colocar el armado de la zapata y ligarlo con el acero de refuerzo de los pilotes.

2a. Etapa, simultáneamente a la demolición de los pilotes, se podrá continuar con la mitad restante de la excavación hasta la profundidad de desplante y repetir el proceso mencionado en la etapa anterior.

Esta excavación también podrá llevarse a cabo en una sola etapa en toda toda el área de la zapata, iniciando la demolición de los pilotes conforme se vayan descubriendo, siendo necesario dejar una longitud de

pilotes mínima de 30 cm. antes de llegar a la máxima profundidad de desplante. Dos horas después de colada la plantilla, se continuará con la demolición de pilotes hasta el nivel especificado.

Lograda la continuidad del armado de los pilotes con el de la zapata deberá efectuarse el cimbrado y colado de la misma; dejando las preparaciones necesarias para ligar el armado de la zapata con el armado del dado, por ningún motivo deberá iniciarse la excavación de la cimentación sin tener habilitado el acero de refuerzo de la zapata. No deberán transcurrir más de doce horas entre el momento en que se alcance la máxima profundidad de excavación y que se cuele la plantilla.

Asimismo el período comprendido entre el colado de la plantilla y el colado de la zapata de cimentación no deberá exceder de 72 horas.

Inmediatamente después de colada la zapata se continuará con el armado, cimbrado y colado del dado, dejando nuevamente preparaciones para ligar el armado de la columna con el dado.

Una vez colado el dado, se procederá de inmediato al armado y colado de la columna. No deberá efectuarse el colado de la trabe superior hasta que el concreto de la columna haya alcanzado su resistencia de proyecto.

CONTROL DE FILTRACIONES

En caso de que se presenten filtraciones hacia la excavación, se deben controlar mediante la construcción de 2 carcamos de bombeo de 0.30 m. de profundidad, conectados por medio de una zanja rellena de grava limpia, localizados como se indica en la figura 5.16, desde los

cuales se extrae el agua, producto de las filtraciones, mediante bombas autocebantes de 2" de diámetro. Deberán preverse el número de bombas y el personal necesario con objeto de que durante la época de lluvias tanto en los períodos normales de trabajo, como en fines de semanas y días de festejos no se inunde la excavación.

El control de las filtraciones debe iniciarse desde el momento en que se alcanza la máxima profundidad de excavación en cada zapata y debe suspenderse cuando se proceda a la colocación del relleno de las mismas.

RELLENOS

Terminada la construcción de la zapata, el dado y la columna, se procederá a rellenar el espacio libre con un material de tipo areno-limoso (tepetate) cuyo contenido de partículas pasan la malla No. 200 no exceda de 25%.

El tendido se hará en capas de espesor compacto máximo de 30 cm. y se compactará al 90% de su peso volumétrico seco máximo con respecto a la norma proctor standard.

El relleno que se efectuará entre el paño de la zapata y el talud hasta el nivel superior de la misma, podrá llevarse a cabo tanto con el material areno-limoso (tepetate) que se indica anteriormente, como mediante el uso de grava bien graduada. La colocación de la grava se hará en capas de espesor compacto máximo de 30 cm. y se compactará hasta alcanzar un grado de compactación del 100 % con relación al peso volumétrico seco máximo de la prueba porter. El equipo que se emplea-

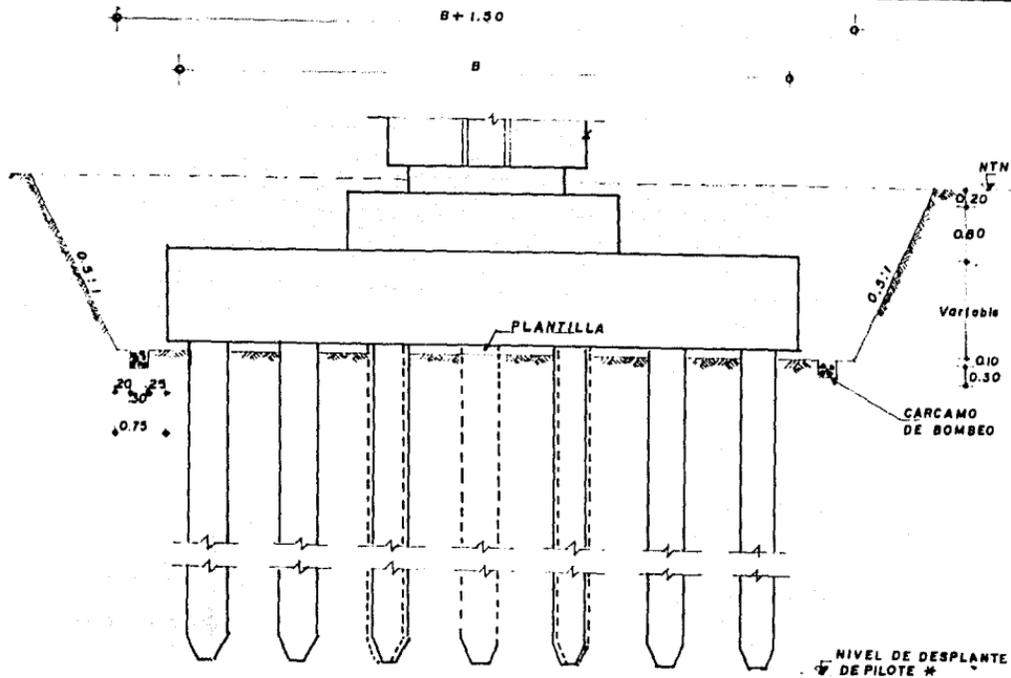
rá para la compactación de la grava deberá ser tipo vibratorio con un peso aproximado de 0.5 toneladas. Lograda la compactación requerida en esta zona y alcanzado el nivel superior de la zapata. El resto del relleno deberá efectuarse de acuerdo a lo especificado al inicio de este inciso.

No deberá colocarse la cimbra tubular para el colado de la trabe si antes no se efectúa la colocación del relleno de la zapata.

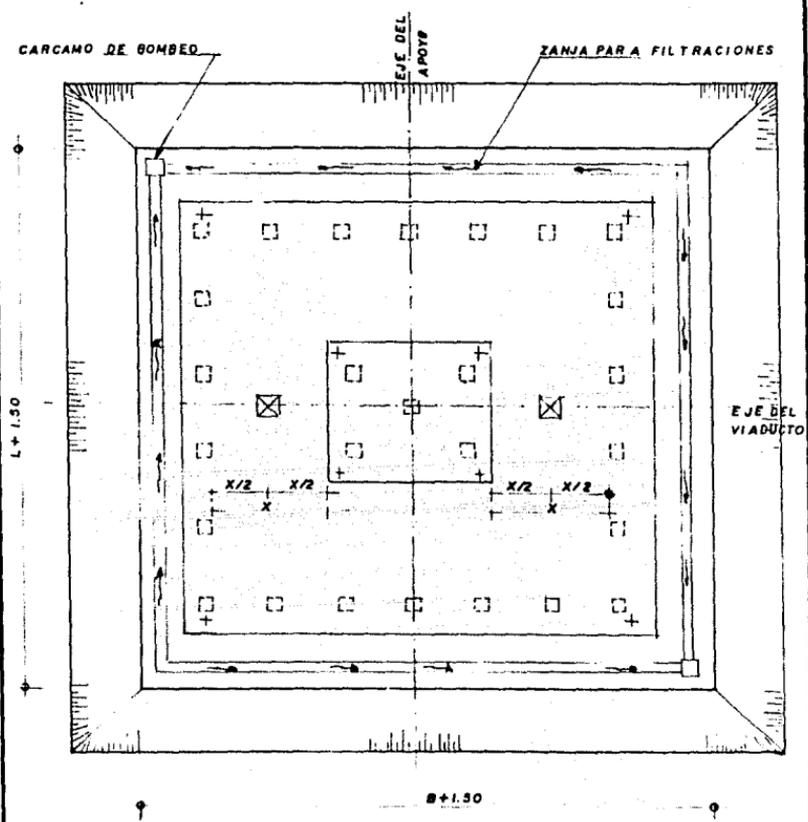
CONTROL DE MOVIMIENTOS

Con objeto de observar la magnitud de los movimientos que se presenten posteriormente a la construcción de la zapata de cimentación, deberán instalarse 4 bancos de nivel superficiales, localizados uno cada esquina de la zapata, según se indica en la figura 5.16

Las lecturas de estos bancos se iniciarán inmediatamente después de colada la zapata y se continuarán durante la construcción de la superestructura. Terminada la construcción, se continuará sistemáticamente con las nivelaciones de cada columna con objeto de observar su comportamiento a largo plazo. Las lecturas a largo plazo serán efectuadas por S.T.C.



CORTE LONGITUDINAL
figura 5.15



PLANTA DE ZAPATA

- B ANCHO DE PROYECTO
- + BANCO DE NIVEL SUPERFICIAL
- X GATOS PLANOS

figura 5 16

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA CIMENTACION DE LA CIMBRA "JUNCO"
QUE SE UTILIZARA EN EL OCLADO DE LAS TRABES DEL LETRO ELEVADO

Con el objeto de proporcionar una superficie uniforme de rodadura para hacer más expeditas y seguras las maniobras de cambio de cimbra, será necesario remover el material que conforma al camellón y realizar una excavación de 10 cm. de profundidad, contada a partir del nivel rasante de pavimento; este mejoramiento no se efectuará en el área donde se apoyan los basamentos intermedios de la cimbra y comprenderá exclusivamente el ancho del camellón.

Una vez realizada la excavación, se procederá a efectuar la colocación de la capa de mejoramiento, cuyo espesor será de 10 cm. y estará constituido por material areno-limoso (tepetate) cuyo contenido de partículas que pasan la malla No. 200 no exceda de 25 %. El tendido se hará en una sola capa de 10 cm. y se compactará hasta alcanzar cuando menos un grado de compactación del 90 % con tolerancia de $\pm 2\%$ con relación a su peso volumétrico seco máximo de la norma proctor standard.

El equipo que se emple para la formación y compactación de la capa de mejoramiento deberá ser un rodillo liso vibratorio.

Para la colocación de los basamentos que constituyen los apoyos intermedios de la cimbra, será necesario remover los materiales de relleno que se encuentren en la parte superficial y que son susceptibles de sufrir grandes deformaciones, por lo que debe realizarse una excavación de 1.20 m. de profundidad contada a partir del nivel rasante del pavimento. Esta excavación tendrá una área de 6.75 por 6.70 m.

Para los casos donde exista pavimento, la cimentación para el apoyo de las columnas de la cimbra, se alojará también en una excavación realizada en la forma anteriormente indicada.

Una vez lograda la máxima profundidad de excavación se procederá a colocar una plantilla de concreto pobre de 10 cm. de espesor e inmediatamente después se depositará el basamento de apoyo de la cimbra sobre el concreto vaciado, cuando aún se encuentre fresco, con el fin de garantizar el acómmodo correcto y poderlo nivelar.

La excavación no deberá quedar abierta por más de 24 horas en época de estiaje. Por ningún motivo se deberá dejar que en la excavación se forme un tirante de agua, por lo que se procederá de inmediato a extraer el agua, mediante bombas autocebantes de 2" de diámetro.

No deberá efectuarse la excavación sino se tiene previamente disponible en el sitio de la obra, el basamento metálico que constituye el apoyo de la cimbra.

Los apoyos de la cimbra extremos descansarán sobre la superficie de la zapata, tal como se muestra en la figura 5.17

Debido a las deformaciones que puede sufrir el material de apoyo - por el peso propio de la cimbra, será necesario que antes de iniciar el colado de las traveses se revisen los niveles de la parte superior de la cimbra y se proceda en el caso necesario a restituir los niveles de proyecto.

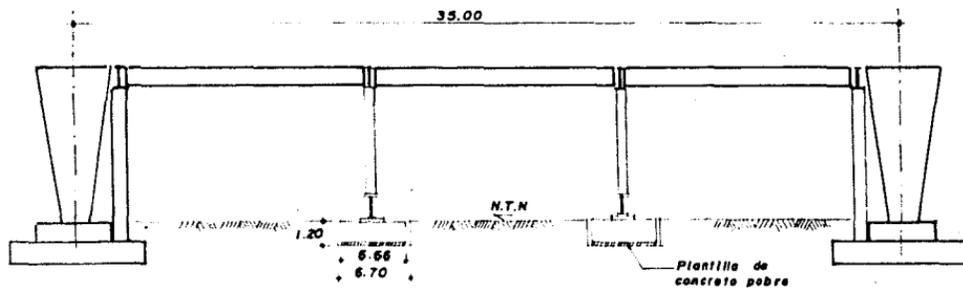
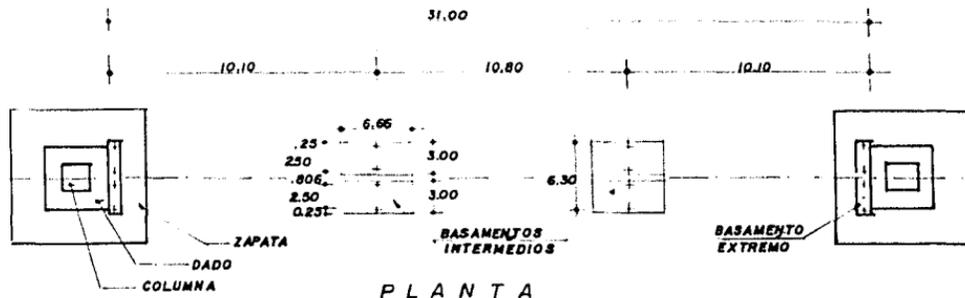
Con el fin de conocer los movimientos que se presentarán antes de instalar la cimbra y después de coladas las traveses será necesario sig

por bancos de nivel superficial.

La frecuencia de las lecturas de estos bancos superficiales deberán efectuarse en la forma que a continuación se indica:

- 1.- Se tomará una lectura antes de proceder a instalar la cimbra y otra después de instalada.
- 2.- Antes de iniciar el colado de la trabe se deberá tomar otra lectura y a partir de está será necesario tomar lecturas diarias durante 5 días.
- 3.- Después de haber tomado la quinta y última lectura diaria, se adquirirá efectuando lecturas una vez por semana hasta disminuir.

Después de que se efectue el retiro total de la cimbra, se procederá a rellenar la excavación donde fueron colocados los basamentos intermedios con un material de tipo areno-limoso (tepetate) cuyo contenido de partículas que pasan la malla No. 200 no exceda de 25 %, el contenido se hará en capas de espesor compacto máximo de 30 cm. y se compactará - al 90 % de su peso volumétrico seco máximo, con respecto a la norma procedimental.



ACOT : mts

figura 5.17

5.VI.- OPERACION DE LAS AMPLIACIONES

Con la finalidad de optimizar el control y funcionamiento de las ampliaciones, se ha tratado de centralizar la información relativa al tráfico y control de trenes y visualización en el control de las pantallas que se localizan en el P.C.C. para que de esta manera se puedan evitar accidentes y se le de más protección y seguridad a los usuarios del metro.

Para esto cada estación terminal podrá contar con pantallas visuales en las cuales puedan tener control de los aparatos de vía y estado de las señales de maniobra, indicadores de salida bajo orden y servicio provisional, mando de la hora de salida y control de la hora de llegada de cada tren en la terminal.

Por otra parte se ha mejorado el control automático ó hilo piloto para poder sistematizar el mando centralizado y controlar a los convoy directamente y poder dirigir la explotación de cada línea desde un puesto central de control, el cual debe tener para cada línea el control adecuado y contará con sus tableros ópticos de control sobre el cual estará representada una línea del metro, con sus estaciones y sus elementos de control de las funciones de tráfico y control de las funciones de fracción, tablero de alarmas y control de escobillas negativas.

En el P.C.C. se tendrá la información necesaria de horas de salida y llegada, tiempos de recorridos itinerarios, cortes de alimentación por exceso ó poca velocidad dentro del túnel, fracción para que todos estos datos los pueda manejar la computadora y pueda entablar relación con la platina del regulador.

En las estaciones elevadas también se contará con señalización por medio de neómórfos, interruptores de circuitos de vía, control del hilo piloto y control del P.C.C., el cual tiene intercomunicación con los convoy y telemando de los circuitos de vía, los cuales se pueden controlar desde el P.C.C. ó también pueden ser contratados por el sistema automático depara ó hilo piloto.

En este inciso nos inclinaremos por hablar más del sistema automático depara ya que las formas de operación son prácticamente las mismas que las del inicio del Metro.

FORMAS DE CONTROL DE LOS CONVOYS

Los carros sobre neumáticos se emplearon por primera vez en los ferrocarriles franceses, pero una serie de inconvenientes les hicieron abandonar su uso.

Posteriormente el metro de París, adoptó la idea, la desarrolló y obtuvo resultados satisfactorios. Después fue la ciudad de Montreal quien utilizó este sistema patentado y conocido por las iniciales V.N.P. (Vehículos guiados sobre neumáticos).

Posteriormente y aprovechando la experiencia de las dos ciudades citadas anteriormente, fue la ciudad de México quien empleó el sistema de llantas que pocos metropolitanos tienen en el mundo.

Los coches tienen una carrocería y dos LOGNIS ó TRUCKS, existiendo dos tipos diferentes de carrocerías: la abierta ó sin cabina; la del tipo, que es semejante a la de una motrición sin cabina.

La motriz con cabina tiene la particularidad de contar con dispositivos de mando, además de los elementos necesarios para su tracción; la motriz sin cabina cuenta solamente con su equipo de tracción, el remolque, y el remolque que carece de compartimientos de conducción y no tiene dispositivos de mando ni equipo de tracción, pero en cambio aloja las baterías, el compresor y el grupo alternador.

Con referencia a los boguis, estos son clasificados en dos tipos diferentes: los boguis motores y los boguis portadores.

Los boguis motores constan de un bastidor metálico en forma de "H" que soporta tanto las ruedas portadoras como las de seguridad y las de guiado; soporta también dos reductores diferenciales acoplados a motores de C.D. de 150 C.V., la suspensión primaria y secundaria, el sistema de frenos y escobillas.

Los boguis portadores son de forma idéntica a los anteriores, variando solamente en los ejes, pues no tienen ni diferenciales, ni motores de tracción, ni escobillas positivas toma corriente.

En los dos tipos de boguis, las ruedas portadoras y de seguridad son paralelas y verticales mientras las de guiado permanecen siempre horizontales. Además imprime la bitácora durante la jornada y lleva la estadística en kilometraje del material rodante (está última en tiempo diferido).

En caso de un incidente, el regulador puede introducir modificaciones estableciendo un diálogo con la computadora por medio de un teleimpresor. En la figura 5.18 se muestra la configuración para una línea cualquiera.

Hora de salida y marcha tipo

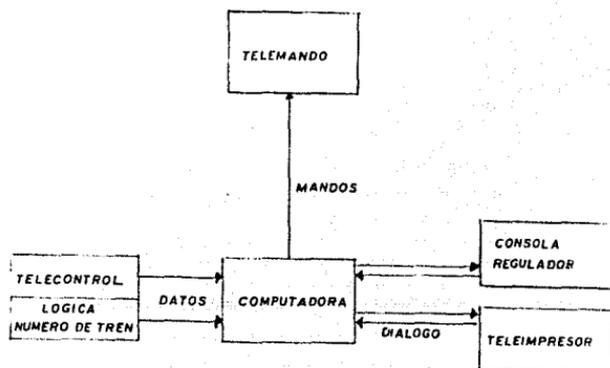


FIGURA 5.1B

CONFIGURACION PARA UNA LINEA

Se maneja a través del equipo de teletransmisión de las estaciones - principales.

La teletransmisión funciona de una manera cíclica (aproximadamente - con un período de un segundo). En principio una explotación sigue se - cuentemente un cierto número de contactos, cuyo estado es transmitido en serie hasta un receptor que registra a la misma velocidad los datos co - rrespondientes, ya sea para control (lámparas) o para mandos.

La función memoria permite a las lámparas permanecer encendidas (si el contacto correspondiente esta cerrado) entre dos explotaciones de - los contactos K.

Para la teletransmisión es necesario una sincronización, con el obje - to de distinguir el fin de un ciclo y el principio del siguiente. El - mensaje transmitido contiene tantas informaciones como contactos a ex plotar y es repetido en permanencia; de tal manera que las informaciones disponibles a la salida del receptor sean renovadas periódicamente a la cadencia del mensaje. El mensaje transmitido durante un ciclo está cons tituido según la figura 5.19

Portillones y timbres de salida

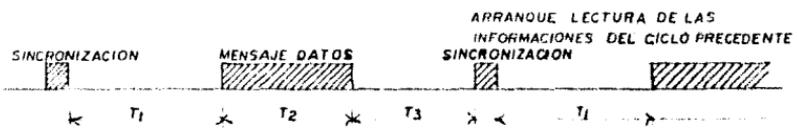


figura 5.19

La repartición de las informaciones que vienen de la teletransmisión de telecontrol (T.C.L.) tiene la configuración mostrada en la figura 3.

La computadora en su fase inicial de automatización, esta a cargo - del tratamiento de información en terminal unicamente. Con la introducción de los datos de una cinta horario antes de iniciar la explotación (lista de trenes), que saldrán del garage, hora de salida con el rango del tren correspondiente, lista de trenes que deberán guardarse con su posición de garage y el número de trayectos a hacer antes del garage, - etc. La computadora trata a los trenes en terminal dandóles su itinerario ó indicándoles su destino de garage, verifica que su número de - tren sea el correspondiente al de la cinta horario, manda los itinerarios previstos de la secuencia cronométrica de salida, (registro, hora, salida, marcha tipo, timbre de salida, portillones, señal salidas, etc).

Las llantas ruedan sobre una pista metálica y en caso de un reventón intervienen las ruedas de seguridad apoyándose sobre el riel, interviniendo también al pasar por un cambio de vía; las ruedas horizontales - se apoyan sobre una barra guía, obteniendo así la dirección del tren.

Los trenes estan contruidos por elementos de tres unidades: una motriz con cabina (M) un remolque (R) y una motriz sin cabina (N). Para un tren de seis carros, se acoplan dos elementos según M R N: para obtener la formación de nuevos carros, se acoplan 3 elementos, que son - M R N.

La longitud de los carros es de 16.20 m. para los remolques y motrices sin cabina y de 17.03 m. para las motrices sin cabina, el ancho es

de 2.50 m. y la altura sobre el riel de 3.60 m. cada carro cuenta con 4 puertas de cada lado de 1.87 m. por 1.30 m., convenientemente espaciadas según lo determinaron los estudios tendientes a obtener la mayor facilidad de acceso para un cupo de 170 pasajeros. La disposición de los 38 asientos es tal que permiten rápidez tanto en el ascenso como en el descenso del pasaje.

Para el confort de los pasajeros existe ventilación forzada, un excelente nivel de iluminación de 400 luces, proporcionando por 24 tubos fluorescentes, alimentados a 250 V., 250 Hz, asientos cómodos y en general las ventajas que ofrece este tipo de transporte al obtener un bajo nivel de ruido y de vibraciones a altas velocidades.

Para operar estos trenes es necesario una preparación preliminar; esta se lleva a cabo oprimiendo un botón que enciende todo el tren y dispone de los circuitos de control siempre y cuando se tenga una corriente de tracción de 750 Volts de corriente continua, la cual se toma de la barra guía por medio de las escobillas positivas, alimentando así a los diferentes circuitos; la corriente asegura su regreso a tierra por otras escobillas que frotan constantemente los rieles.

La conducción se reduce a la conexión de unos cuantos interruptores, a condición de que el material este preparado. La operación se efectúa por medio de un manipulador, siendo más sencilla que el manejo de un automóvil automático, ya que no se tiene el problema de la dirección.

El manipulador cuenta con cinco pasos de tracción, seis pasos de frenado y un paso de frenado de urgencia. Al mover el manipulador en cualquier dirección de tracción se pone en funcionamiento un combinador que

permite la formación de las distintas conexiones de los motores (se comienza en serie y se sigue en serie - paralelo), obteniéndose así la eficiencia testacada para una velocidad máxima de 80 km/hr.

El frenado neumático actúa presionando las ruedas metálicas de seguridad por medio de dos zapatas de madera en cada rueda impulsadas por pistones neumáticos. El frenado reostático utiliza los motores como generadores, mismos que disipan su energía en bancos de resistencias.

Estos dos tipos de frenado se emplean para detener los trenes, primero con el frenado reostático, después con una combinación de los dos y por último actúa solamente el frenado neumático que se lleva a cabo a velocidades menores de 12 km/hr.

Las puertas se abren automáticamente impulsadas por pistones neumáticos de doble efecto al registrarse una velocidad de 6 km/hr. Dentro de cada uno de los coches existen palancas especiales localizadas a un costado de las puertas mismas que permiten detener el tren en caso de una emergencia. Al accionar una de estas palancas, el tren se detiene, las puertas se liberan, suena interrumpidamente y se prende una señal exterior en el carro (luz verde) donde fue accionada la palanca, lo que permite al conductor acudir rápidamente el origen de la emergencia y restablecer la palanca a su posición original. Ciertos circuitos están protegidos por elementos térmicos que saltan al detectar una sobretensión; es posible para el conductor restablecer manualmente estos circuitos.

El funcionamiento de las protecciones y señales dependen de la operación de un gran número de relevadores instalados en todo el tren y la

labor de mantenerlos en buen estado es muy importante; para ello es necesario contar con las instalaciones adecuadas que permitan verificar el estado de los diferentes conjuntos que tienen los carros.

Por su naturaleza, el metro es un sistema de transporte en circuito cerrado donde los trenes van y vienen en su misma posición relativa, mientras están circulando; además al ir dentro del túnel los pasajeros quedan casi completamente aislados del exterior, lo cual hace difícil y tardada su evacuación en el caso de que un tren haya quedado averiado en el túnel entre dos estaciones. Estas razones han obligado a dotar al metro de dispositivos de seguridad que por regla general no se encuentran en otros medios de transporte y cuya meta principal es la de tener el máximo de seguridad para el público y el mínimo de entorpecimiento para la circulación de los trenes y con ello dar un servicio más eficiente.

Entre los dispositivos más importantes de seguridad y control de los convoys se encuentra el de paro automático (P.A.) con el que cuenta cada tren en el metro de México.

El paro automático tiene dos funciones muy importantes:

a) Paro por exceso de velocidad que detiene automáticamente el tren cuando este lleva por más de tres vueltas de rueda, una velocidad superior a la permitida que es de 80 km/hr.

b) Paro por paso de luz roja, que detiene el tren, automáticamente al pararse éste un semáforo que ordena alto.

Estas dos funciones se llevan a cabo automáticamente por el mismo equipo.

El principio utilizado en México es el llamado hilo piloto continuo que diferencia del sistema de baliza, utilizando en otros metros, efectúa el control en forma continua a lo largo de toda la vía y no solamente en los lugares donde está colocada una baliza o detector, como ocurre en otros sistemas.

Un generador de alta frecuencia alimenta con corriente alterna un hilo tendido a lo largo de la vía, entre los dos rieles, cargados al lado (viendo en el sentido del movimiento de los trenes). La frecuencia de alimentación varía y es proporcional a la velocidad máxima permitida en cada tramo, entre los límites de 4,000 Hz. (correspondiente a 15 km/h) y 24,000 Hz. (correspondiente a 80 km/h.)

Este hilo es el llamado hilo piloto y es el que envía la información al tren. Cada tren lleva en cada extremo un captador que recibe la señal, induciéndola por el hilo piloto; se conecta automáticamente el captador que queda adelante al seleccionar el sentido del movimiento del tren, de tal forma que el captador que está en operación, siempre queda adelante y exactamente encima del hilo piloto. Esta señal se pasa primero a un filtro pasa banda para eliminar todas las interferencias y después se divide en dos partes, una A, que va hacia la cadena digital, después de pasar por una serie de dispositivos, figura 5.20

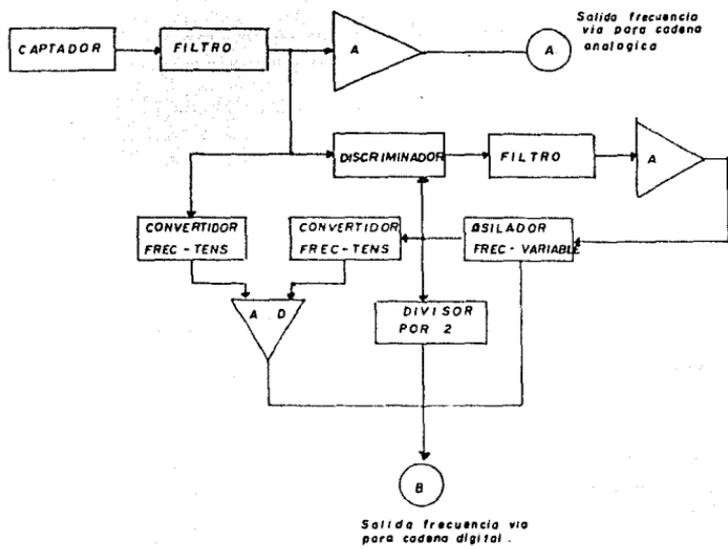


FIGURA 5.20

Podemos observar la forma de obtener los impulsos de espacio en la -
 figura 5.21

El motor de tracción está acoplado mecánicamente por medio de un reductor de velocidad a un transmisor de modo que una vuelta completa del transmisor corresponde a aproximadamente a una vuelta de rueda portadora. El transmisor no es más que un potenciómetro giratorio con tres salidas y alimentado con corriente directa, su salida es una corriente alterna trifásica, análoga a la que se obtendría con un generador de tipo "sel-sgn" (sincrogenerado), cuya frecuencia es directamente proporcional a la velocidad del tren y cuyo período corresponde aproximadamente a una vuelta completa de las ruedas del tren.

La corriente trifásica, así obtenida se envía al cronótacómetro del tren, montado en la cabina.

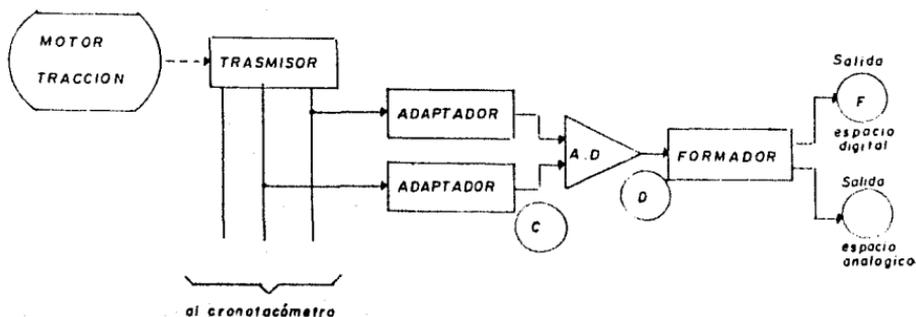


FIGURA 5 21