

44
2cl.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ACATLÁN**

'97 AGO 26 PM 1 07

**"PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE LA
LINEA 8 EN SU INTERSECCION CON LA LINEA 2
DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO"**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
QUE PRESENTA
RICARDO REBOLLO HERNANDEZ

ASESOR DE TESIS. ING. RAYMUNDO GUESTA LEDEZMA

MEXICO, D. F.

1997



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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.

A DIOS ,
A QUIEN DEBO TODO LO QUE SOY.

TESIS PROFESIONAL

**A MIS PADRES.
LOS CUALES SIEMPRE ME ALENTARON A CONTINUAR.**

TESIS PROFESIONAL

A MIS HERMANOS.
QUE SIEMPRE ME APOYARON.

A MI ESPOSA.
CON LA CUAL SIEMPRE HE CONTADO.

ESQUEMA

INTRODUCCION

I.- GENERALIDADES

I.1.- Datos del proyecto de la línea 8.

- a) Etapas de construcción
- b) Trazo
- c) Perfil

I.2.- Ubicación del cruce de la línea 8 bajo la línea 2.

II.- TRABAJOS PREVIOS AL CRUCE LINEA 8 BAJO LINEA 2.

II.1.- Construcción de cajón oriente y poniente de la calzada de Tlalpan primera parte.

- a) Construcción de los muros tablaestaca y tapchones
- b) Preparación para el abatimiento del N.A.F
- c) Excavación del lecho bajo de la losa de techo
- d) Construcción de la losa de techo

II.2.- Construcción del cajón oriente y poniente de la calzada de Tlalpan segunda parte.

- a) Bombeo hidráulico
- b) túnel falso

III.- CRUCE LINEA 8 EN SU INTERSECCION CON LA LINEA 2.

III.1.- Trabajos preliminares.

- a) Rigidización del sistema de vías en la línea 2

- b) Hincado de tubos de acero bajo línea 2
- c) Inyecciones de contacto en la zona del cruce

III.2.- Túneleo falso.

III.2.1.- Excavación del tercio superior.

- a) Excavación del primer túnel piloto izquierdo
- b) Excavación del segundo túnel piloto derecho
- c) Excavación del túnel central
- d) Colocación de estructuras de soporte

III.2.2.- Excavación del tercio medio

- a) Excavación del túnel piloto central
- b) Excavación de los túneles piloto izquierdo y derecho simultáneamente

III.2.3.- Excavación del tercio inferior.

- a) Plantilla Losa de fondo y muros estructurales
- b) Losa de techo
- c) Inyecciones de contacto

III.3.- Construcción de la sección cajón del metro, para la línea 8.

- a) Plantilla Losa de fondo y muros estructurales
- b) Losa de techo
- c) Inyecciones de contacto

CONCLUSIONES.

BIBLIOGRAFIA.

GLOSARIO

INTRODUCCION

El área metropolitana de la Ciudad de México, se conforma de 16 delegaciones políticas del Distrito Federal y los municipios conurbados del Estado de México. En conjunto ambas zonas (D.F. y municipios conurbados) tiene una población total de 15'047 685 de habitantes, de los cuales 8 235 744 de habitantes corresponden al D.F. y 6'811 941 habitantes a los municipios conurbados del Estado de México.

Comparando el índice anterior de la zona metropolitana de la Ciudad de México, con el que se obtuvo en el censo de 1980, el cual registro 13 005 631 habitantes, para la misma área. Se obtiene un incremento porcentual de la población de 15.16%.

Sumado a lo arriba indicado, el aumento constante del parque vehicular en el área, la cada vez menor suficiencia de las avenidas y vías rápidas, la pérdida de horas hombre y desperdicio de energéticos, como resultado de un tránsito lento, la falta de un transporte colectivo rápido, eficiente y que no contamine, en las zonas donde no existe o no tiene influencia las líneas existentes, así mismo para ayudar a las líneas que estén congestionadas de usuarios.

Por las razones arriba expuestas, es necesaria la ampliación de la red del Metropolitano de la Ciudad de México, que a la fecha cuenta con 158 kilómetros correspondientes a nueve líneas actuales del metro. En dichas líneas se realizan en promedio cuatro y medio millones de viajes al día, en días hábiles.

Como respuesta a la necesidad de ampliación de la red del metro, se construirá la línea 8 con una longitud total de 27 kilómetros. La cual tendrá para el año 2000 una

captación total de 850 000 pasajeros al día con lo cual se ayudará a alenuar en parte la demanda del transporte

La línea 8 también ayudará a descongestionar las líneas 2 y 3

La línea 8 partirá de la estación l Verdes, la cual estará ubicada a un lado de los talleres de Ticoman, continuará por la avenida cantera calz de Guadalupe, avenida Reforma Eje Central calle de J.A. Mateos calz de la Viga avenida F del Paso Av 5 calz E Itzabalapa hasta su entronque con el anillo periférico lugar donde estará la estación terminal Constitución de 1917

El presente trabajo tiene como finalidad analizar un procedimiento constructivo de la línea 8 en su intersección con la línea 2, el cual no interrumpa el funcionamiento normal de la línea 2 ni dañe su estructura en la zona del cruce. Para lo cual primero se ubicará la línea 8 describiendo brevemente las etapas de construcción de la L-8 su trazo y perfil

Una vez situada la línea se continuará describiendo el tramo Chapacano-Obrera al cual pertenece la zona de cruce. Concluido lo antes indicado, proseguiremos con la explicación de la zona del cruce en cuanto a trazo, galibo y perfil, para terminar exponiendo el procedimiento constructivo del cruce de la línea 8 bajo la línea 2

I-GENERALIDADES

I.1 - Datos del proyecto de la línea 8

a) Etapas de construcción

La línea 8 comenzará en la estación 1 Verdes, en la zona norte de la ciudad, a la altura de los talleres de revisión de la línea 3, de este punto partirá con dirección sur-ote hasta llegar a la zona de Itzapatapa, lugar donde estará la estación terminal Constitución de 1917.

La línea tendrá una longitud de 27 kilómetros, los cuales se ejecutaran en tres periodos (ver fig. 1) cada fase estará integrada de la siguiente forma:

Primera etapa

Tendrá una longitud de 20 Km. iniciará en la estación Garibaldi, la cual funcionara de manera temporal como estación terminal, para proseguir hasta arribar a la estación terminal Constitución de 1917. Durante el recorrido de esta fase se tendrán dos tramos subterráneos:

- I) De la estación Garibaldi incluyendo su cota a el cad. 11-840 000 punto localizado en el intertramo Sta. Anita-Coyuya.
- II) Del cad. 8+160 000 el cual pertenece al intertramo Aculco-Escuadron 201 a el cad. 2+100 punto que quedara incluido en el intertramo San Lorenzo-Constitucion de 1917.

Dos zonas de transición, las cuales estarán incluidas en los intertramos Sta. Anita-Coyuya, Aculco-Escuadron 201, respectivamente.

También se tendrán dos subetapas superficiales, la primera de las cuales tendrá su origen en el intertramo Sta. Anita-Coyuya y se localizara sobre la Av. Fco. del Paso, Av. cinco, hasta terminar en el intertramo San Lorenzo-Escuadron 201.

En resumen en esta etapa se tendran 14 estaciones subterranas con sus respectivos intertramos y 5 estaciones superficiales incluyendo la terminal Constitucion de 1917

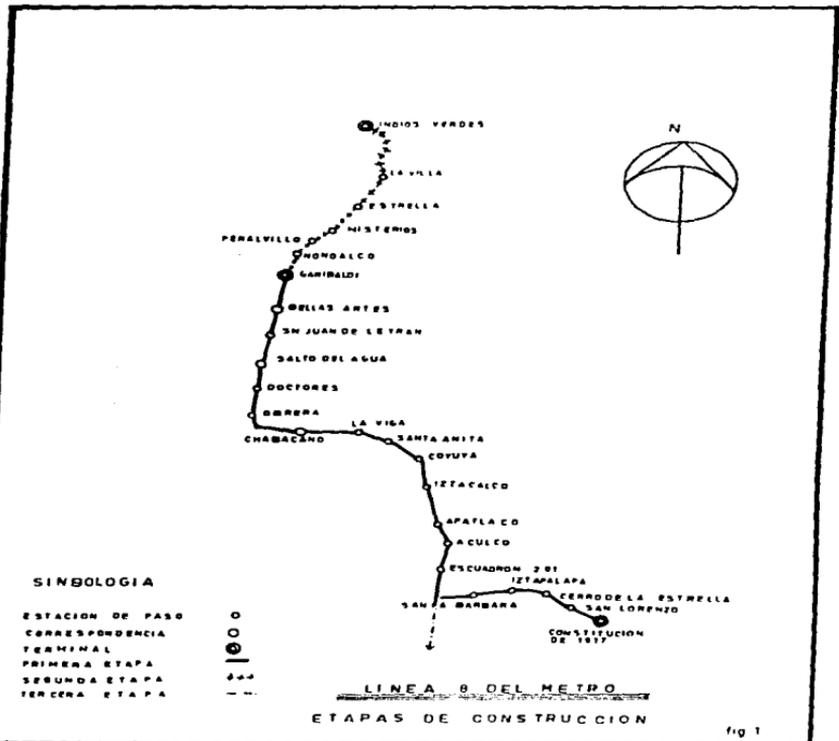
Segunda etapa

Poseera una longitud de 5.40 km e iniciara en la estacion Nonoalco, punto donde se prolongara hacia el norte por Paseo de la Reforma, Calz. de Guadalupe y Av. Ticoman hasta llegar a la estacion I. Verdes

Este tramo constara de 6 estaciones y 5 intertramos todos ellos seran con solucion subterranea

Tercera etapa

El tramo que sobre la calz. E. Iztapalapa pasara a formar parte de la linea 12 y la linea 8 prolongara su trazo hacia el sur para llegar a la estacion terminal Tomatitlan



UNAM

ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA 8 EN SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO

b) Trazo

La línea 8 iniciara en la estación I Verdes. Estara localizada bajo la Av. Ticoman, de este lugar proseguira por la Av. Cantera hasta el entronque con la Calz. de los Misterios, de aqui mudara su direccion hacia el sur, hasta el cruce con Paseo Sumarraga, donde continuara hacia el oriente hasta la altura de Calz. de Guadalupe. De alli proseguira con direccion sur, por la misma calzada hasta alcanzar la Av. Paseo de la Reforma. Durante este trayecto se localizaran las estaciones: La Zina, Estrella, Misterios y Peratavillo.

La línea cambiara de direccion hacia el sur-oriente internandose por Paseo de la Reforma, para seguir a partir de la glorieta Jose de San Martin, por el Eje Lazaro Cardenas. Durante este trayecto se localizaran las estaciones: Nonoalco, Garibaldi, B Artes, Saito del Agua, Doctores y Obrera.

Continuando por el eje central a la altura de la calle de J. A. Mateos, la línea tornara su direccion hacia el este, pasando ademas de la calle antes enunciada por la calle de J. T. Cuellar, Calz. de la Viga, Viaducto M. Aleman, Av. Coyuya, para llegar a la Av. F. del Paso y T. Durante este trayecto se localizaran las estaciones: Chabacano, La Viga, Sta. Anita.

El trazo proseguira por la Av. F. del Paso, hacia el sur-este, hasta entroncar con la Av. Cinco, por dicha avenida se internara la línea, hasta el cruce con la Av. Ermita, Iztapalapa, durante este trayecto se localizaran las estaciones: Coyuya, Iztacalco, Apatiaco, Aculco, Purisima, Escuadron 201.

Por la Calz. Iztapalapa pero en direccion oriente continuara la línea hasta su estacion terminal, Constitucion de 1917, localizandose ademas de la ultima estacion mencionada, las siguientes estaciones: Sta. Barbara, Iztapalapa, Cerro de la Estrella y San Lorenzo en ese orden (ver fig. 2 y fig. 3).

Cabe hacer mencion que durante el recorrido de esta línea se atravesaran corredores comerciales ya establecidos, vialidades importantes, asi como zonas de gran densidad ocupacional de bajos estratos.



SIMBOLOGIA:

ESTACION DE PASO *
 CORRESPONDENCIA ○
 TERMINAL ⊙

LINEA 8 DEL METRO

TRAZO

Fig 2

UNAM

ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL:

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA 8 EN SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO"

c) Perfil

El perfil estara determinado en gran parte a lo largo de toda la línea por los siguientes puntos

- 1) Cruces con las líneas del metro 3, 6, 5, 2, 1, 2, 9 en ese orden de norte a sur
- 2) Cruces con galerías o colectores: galería de A.P. de 48" Ø en la calle de cantera Colectores de 3.20m, 2.13m. de diámetro en las calles de Talisman, 5 de Febrero y Año de Juárez, respectivamente
- 3) Rios: Río de la Piedad en el Viaducto Miguel Alemán

Los factores anteriormente citados, sumados a los enunciados en la siguiente tabla influiran de forma determinante en el perfil de la línea 8, dicho perfil se muestra graficamente en forma esquemática en la fig. 3 y en la fig. 4 se muestra una sección transversal tipo de cajón del metro.

En la siguiente tabla se indican las profundidades de la subrasante de la losa de fondo en las estaciones con referencia al nivel de terreno natural del mismo modo se indica el tipo de estacion (de paso correspondencia terminal subterranea o superficial)

| ESTACION | PROFUNDIDAD METROS | TIPO | CORRESPONDENCIA CON | TIPO DE CAJON |
|-------------------|--------------------|------|---------------------|---------------|
| INDIOS VERDES | 10.35 | T | L-3 | S P |
| LA VILLA | 13.60 | P | L-0 | S P |
| ESTRELLA | 7.80 | P | | S S |
| MISTERIOS | 13.70 | C | L-1 | S P |
| PERALVILLO | 8.0 | P | | S S |
| NONUALCO | 8.30 | P | | S S |
| GARIBALDI | 7.20 | P | | S S |
| BELLAS ARTES | 15.0 | C | L-2 | S P |
| SAN JUAN | 7.50 | P | | S S |
| S DEL AGUA | 14.20 | C | L-1 | S P |
| DOCTORES | 7.20 | P | | S S P |
| OBREERA | 7.50 | P | | S S P |
| CHABACANO | 7.20 | C | L-1, L-2 | S S P |
| LA VIGA | 8.30 | P | | S S P |
| STA. ANITA | 7.0 | C | L-4 | S |
| COYUVA | 1.5 | P | | S |
| IZTACALCO | 1.5 | P | | S |
| APATLACO | 1.5 | P | | S |
| ACULCO | 1.5 | P | | S S P |
| ESCUADRON 301 | 7.3 | P | | S S P |
| STA. BARBARA | 7.40 | P | | S S P |
| IZTAPALAPA | 7.40 | P | | S S P |
| C. DE LA ESTRELLA | 7.3 | P | | S S P |
| SAN LORENZO | 7.3 | P | | S S P |
| CONSTITUCION | 1.5 | T | | S |

SIMBOLOGIA

T=TERMINAL

C=CORRESPONDENCIA

P=DE PASO

S P = SUBTERRANEO

PROFUNDO

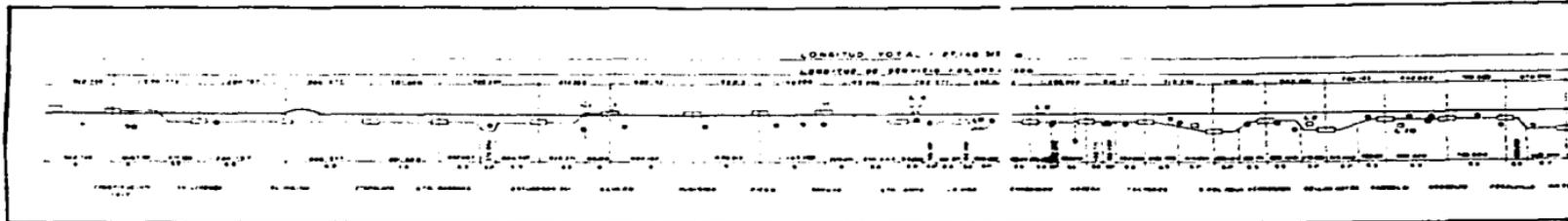
S S = SUBTERRANEO

SEMISUBTERRANEO

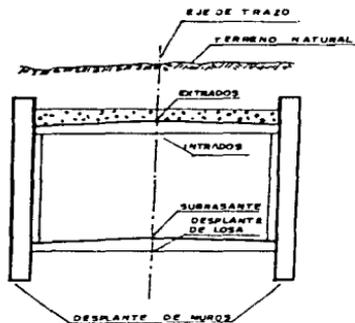
S S P = SUBTERRANEO

SUPERFICIAL

S = SUPERFICIAL



PERFIL DE LA LINEA DEL METRO DE LA CD. DE MEXICO



SECCION TRANSVERSAL TIPO DE CAJON DEL METRO

FIG 4

UNAM

ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL:

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA 8 EN SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO"

1.2.- Ubicación del cruce de la línea 8 bajo la línea 2

El cruce de L-8 con L-2 formara parte de tramo Obrera-Chabacano que a su vez formara parte de la 1ra etapa por atacar de la línea debido a las razones antes expuestas describiré en forma superficial el tramo Obrera-Chabacano en cuanto al trazo, galibo y perfil para pasar posteriormente a la descripción a detalle de la zona del cruce

Trazo.- El tramo Obrera-Chabacano partira del cad. 15+707 151 localizado aun lado de la cabecera sur de la estación Obrera, sobre la Av. L. Cardenas punto en el cual el trazo de la línea cambiara de direccion hacia el Ote. cruzando las calles de Barcena y Olangubel para proseguir por J.A. Mateos hasta llegar al cad. 14+576 323 poco antes de la cabecera poniente de la estación Chabacano. Durante este recorrido atravesara las calles de Bolívar, la Católica, 5 de Febrero, Calz. de Tlalpan Ote. y Pte. así como cruzara por debajo de la línea 2 (ver fig. 5)

Galibo.- El tramo comenzara en el cad. 15+707 151 con un galibo de 7.7 m. el cual conservara hasta el cad. 15+417 780 que se encontrará sobre la calle de J.A. Mateos, en este punto el galibo se reducira a 7.20m. de este sitio proseguira hasta el cad. 14+755 854 durante este recorrido se debera de ensanchar los galibos en las zonas de rejillas trapeciales Bolívar del cad. 15+321 033 al 15+301 033 y la Católica 15+084 20 al 15+072 20, 5 de Febrero 14+851 al 14+841. En dichas zonas el galibo sera de 18.20 m. a partir del cad. 14+755 854 comenzara un abocinamiento con un galibo en este punto de 8.0 que terminara en el cad. 14+690 243 con un galibo de 11.25 m. aprox. centímetros despues el galibo cambiara a 9.57 m. iniciando otro abocine el cual terminara en el cad. 14+633 320 con un galibo de 11.079 centímetros mas adelante el galibo se

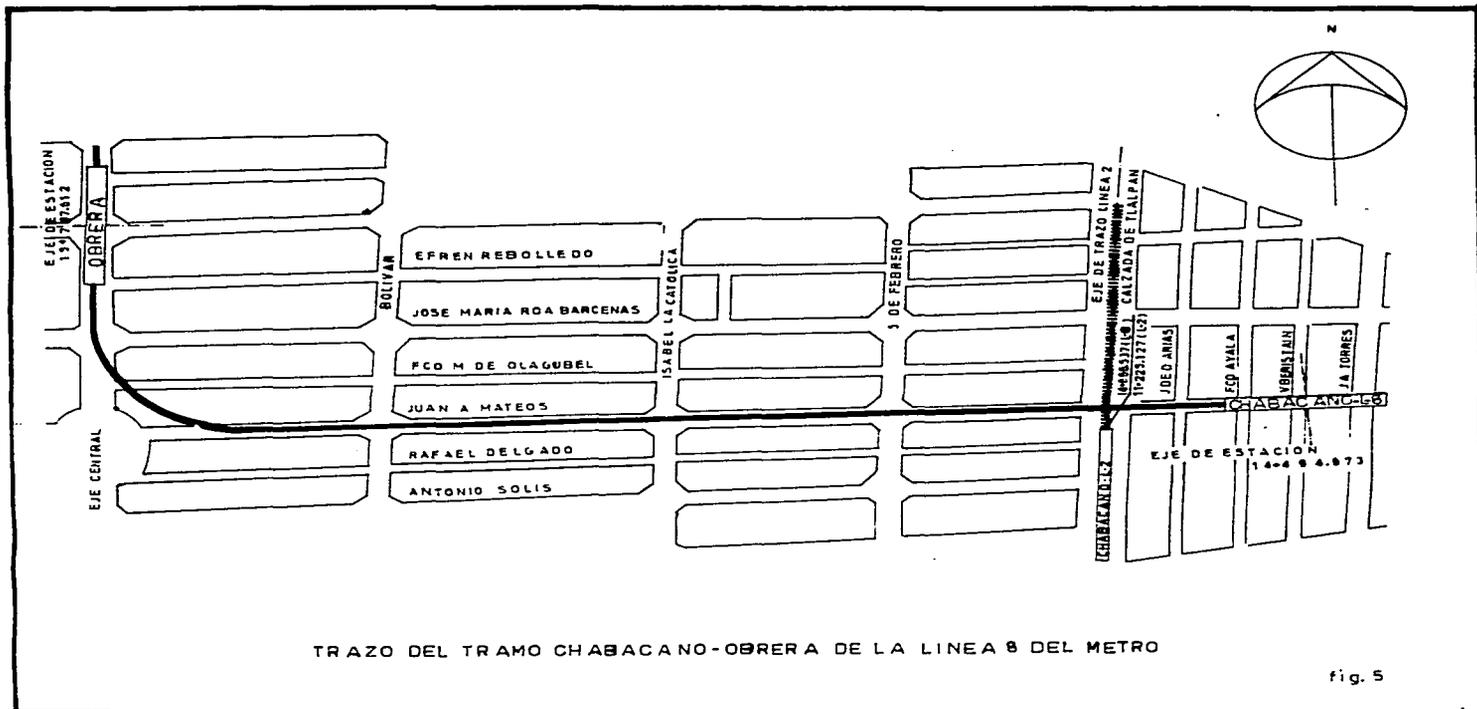


fig. 5

UNAM

E N E P A C A T L A N

TESIS PROFESIONAL

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LINEA 8 EN SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO."

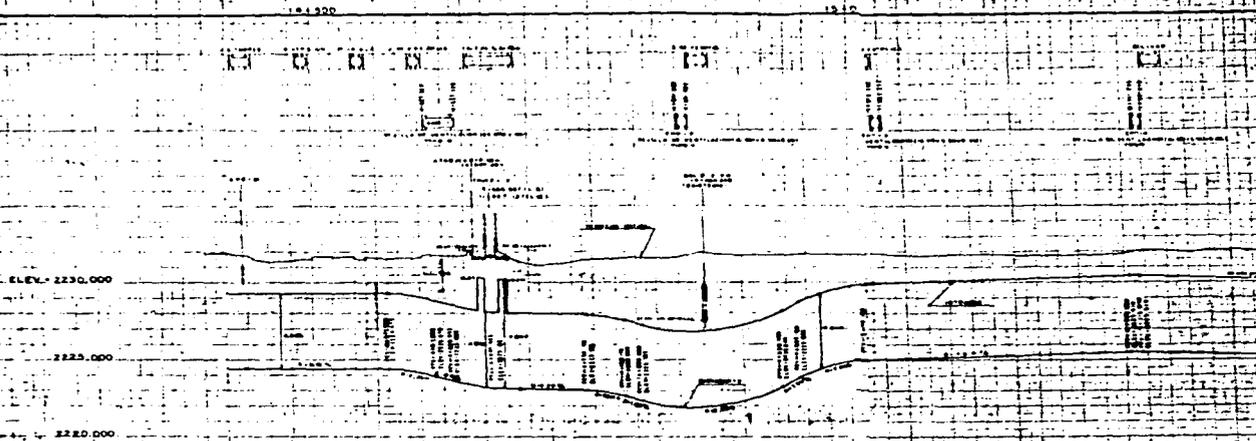


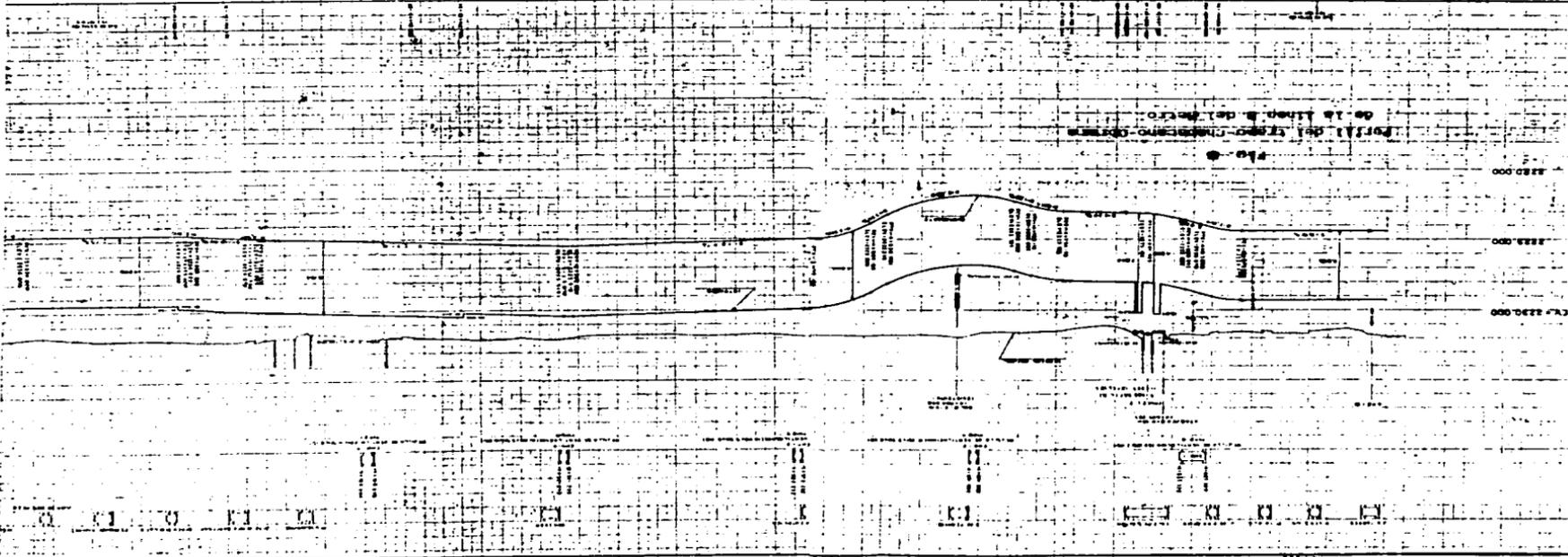
Fig. 6
 Perfil del Tramo Chabacano-Gobernador
 de la línea del Metro

| LOCALIZACIÓN DE TRAMO Y UBICACIÓN DE ESTACIONES | | EST. CHABACANO | | EST. GOBERNADOR | | EST. METRO | |
|---|-----------------|----------------|-------|-----------------|-------|------------|-------|
| ELEVACIONES | TERRENO NATURAL | 11.50 | 11.50 | 11.50 | 11.50 | 11.50 | 11.50 |
| | INTRADOS | 11.50 | 11.50 | 11.50 | 11.50 | 11.50 | 11.50 |
| | SUBRASANTE | 11.50 | 11.50 | 11.50 | 11.50 | 11.50 | 11.50 |

141500

151500

| ESTADO DE CUENTAS | | ESTADO DE CUENTAS | |
|-------------------|--------|-------------------|--------|
| FECHA | DEBITO | FECHA | DEBITO |
| 1910 | ... | 1910 | ... |
| 1911 | ... | 1911 | ... |
| 1912 | ... | 1912 | ... |
| 1913 | ... | 1913 | ... |
| 1914 | ... | 1914 | ... |
| 1915 | ... | 1915 | ... |
| 1916 | ... | 1916 | ... |
| 1917 | ... | 1917 | ... |
| 1918 | ... | 1918 | ... |
| 1919 | ... | 1919 | ... |
| 1920 | ... | 1920 | ... |
| 1921 | ... | 1921 | ... |
| 1922 | ... | 1922 | ... |
| 1923 | ... | 1923 | ... |
| 1924 | ... | 1924 | ... |
| 1925 | ... | 1925 | ... |
| 1926 | ... | 1926 | ... |
| 1927 | ... | 1927 | ... |
| 1928 | ... | 1928 | ... |
| 1929 | ... | 1929 | ... |
| 1930 | ... | 1930 | ... |



| ESTADO DE CUENTAS | | ESTADO DE CUENTAS | |
|-------------------|--------|-------------------|--------|
| FECHA | DEBITO | FECHA | DEBITO |
| 1910 | ... | 1910 | ... |
| 1911 | ... | 1911 | ... |
| 1912 | ... | 1912 | ... |
| 1913 | ... | 1913 | ... |
| 1914 | ... | 1914 | ... |
| 1915 | ... | 1915 | ... |
| 1916 | ... | 1916 | ... |
| 1917 | ... | 1917 | ... |
| 1918 | ... | 1918 | ... |
| 1919 | ... | 1919 | ... |
| 1920 | ... | 1920 | ... |
| 1921 | ... | 1921 | ... |
| 1922 | ... | 1922 | ... |
| 1923 | ... | 1923 | ... |
| 1924 | ... | 1924 | ... |
| 1925 | ... | 1925 | ... |
| 1926 | ... | 1926 | ... |
| 1927 | ... | 1927 | ... |
| 1928 | ... | 1928 | ... |
| 1929 | ... | 1929 | ... |
| 1930 | ... | 1930 | ... |

abrirá mas a 13 876 m hasta el Km 14+605 320 Centímetros adelante el galibo se cerrara a 13 090 m el cual perdurara hasta el cad 14+595 000 de aqui volvera a expandirse el galibo hasta una longitud de 15 55 m Dicho galibo se conservara 11 0 m hasta arribar al cad 14+584 zona donde se comprimira de nuevo el galibo para tener 13 70 m de abertura conservándose hasta el cad 14+575 323

Perfil.- Partiendo del cad 15+707 151 hasta el cad 15+015 194 el perfil tendra una inclinacion no mayor a - 0 4% con una profundidad promedio de 6 40 m

Continuara el perfil con un cambio de pendiente de +3 3% hasta el cad 14+850 en este punto se tendra una profundidad de 10 0 m para inmediatamente proseguir con una inclinacion de 1 9% hasta el cad 14+754 178 de este sitio subira el terreno con una ascension de 0 2% para arribar al cad 14667 553 de este lugar ascendera el perfil con una inclinacion de 2 1% en el cad 14+571 50 partira con una pendiente de 0 0% hasta llegar al cad 14+576 323 (ver fig 6)

Descripción del cruce L-8 bajo L-2

El cruce estará comprendido entre los cad. 14+633.32 al 14+690.243 abarcando además de la zona de intersección, la Calz. de Tlalpan Ote. y Pte.

Trazo.- Este tramo se encontrará exactamente en la zona donde cortará la línea 8 sobre la calle de J. A. Mateos la calz. de Tlalpan Ote. y Pte. (ver fig. 5)

Galibo.- La descripción del galibo se hará de Ote. a Pte.

En el cad. 14+633.320 se tendrá un galibo de 11.076 m. en el cual se iniciará un abocine que terminará en el cad. 14+653.234 con un galibo de 10.55 m. a partir de este punto se construirá un sobre galibo de 0.85 m. ambos lados, obligando por el procedimiento constructivo para cruzar L-8 bajo la estructura existente L-2 el cual se tratará a detalle en otro capítulo, dicho galibo tendrá una longitud de 12.25 m. al inicio y 11.28 m. al final.

Partiendo del cad. 14+660.134 hacia el poniente va bajo la línea 2 se tendrá una abertura entre muros tablaestacas de 10.18 m. para terminar con un galibo que será de 9.48 m. aprox. en el cad. 14+673.163 desde este sitio se tendrá nuevamente un sobregalibo horizontal de 0.85 m. a ambos lados el cual nos dará una distancia entre muros tablaestaca de 11.18 m. que deberá tener al principio y 10.82 al final en el cad. 14+680.063 proseguirá el galibo con una longitud de 9.12 m. y en su terminación tendrá 8.573 m. en el km. 14+690.243.

Cabe hacer notar que esta zona cae completamente en un abocine irregular debido a los sobregalibos a ambos lados de la línea 2 (ver fig. 7)

Perfil del cruce.

Partiendo nuevamente de poniente a oriente



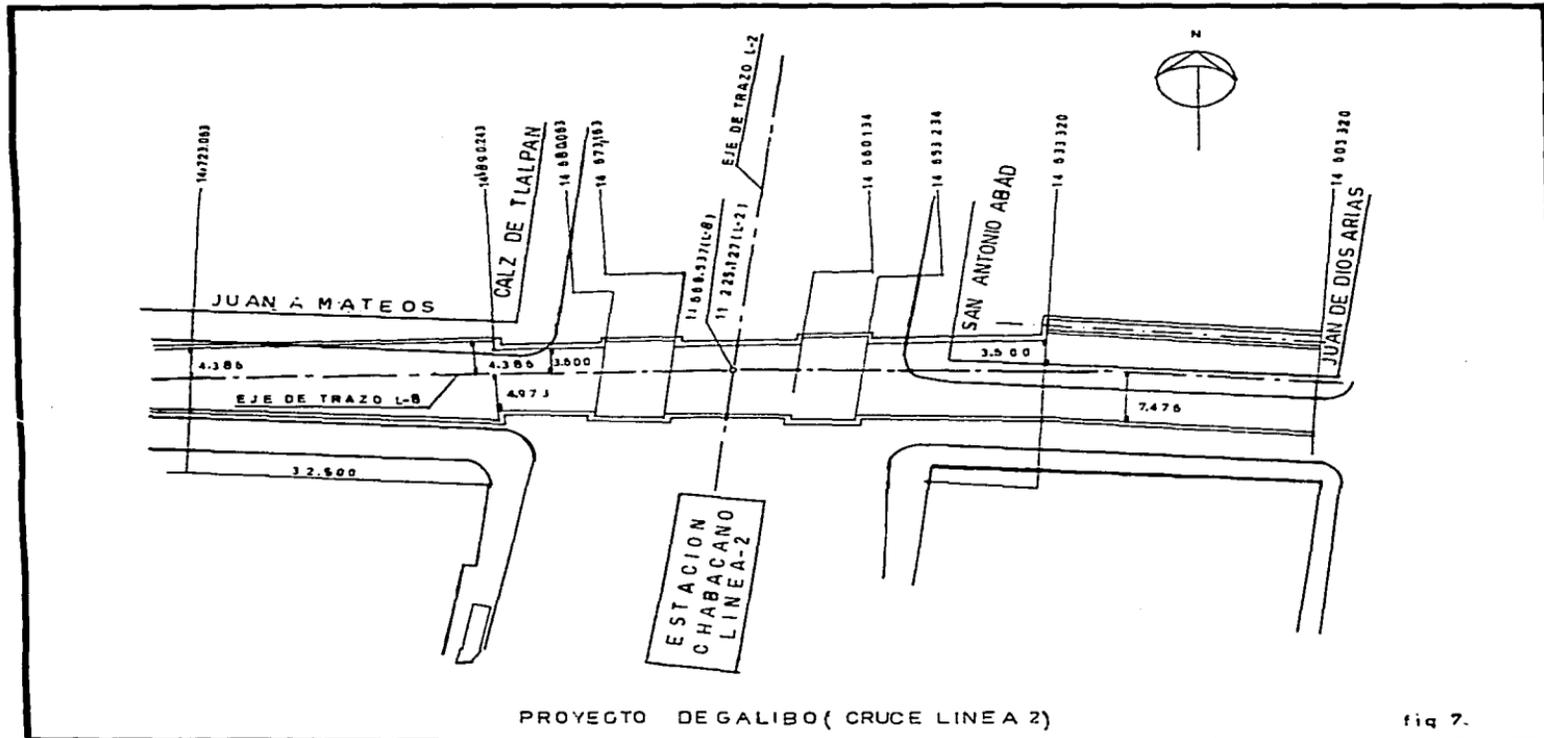
Iniciando la descripción en el cad. 14+643 234 el perfil bajará con una inclinación de 2.10% que es con la que llegará al cad. 14+690 243. El galibo vertical será de 4.90 m. del cad. 14+643 234 al cad. 14+653 234. Saliedo de este punto por cuestiones de procedimiento constructivo aumentará el galibo vertical 2.15 m. hasta el cad. 14+660 134. Se proseguirá bajo L-2 con un galibo de 4.90 m. hasta llegar al cad. 14+673 163, sitio donde la sección tendrá un galibo vertical de 7.050 m. hasta el cad. 14+660 063, lugar donde mudará de nuevo el galibo a 4.90 m. hasta llegar al cad. 14+690 243 (ver fig. 5).

En resumen: Debido al procedimiento constructivo que se describirá en el capítulo III, el cual requerirá de cierto espacio vertical y horizontal para su ejecución, razón por la cual se deberá construir dos tramos de cajón uno a cada lado del cruce.

Cada parte del cajón tendrá una zona modificada con sobregalibos de 0.85 m. y 2.5 m. horizontal y vertical respectivamente.

El cajón de lado este estará comprendido entre los cad. 14+643 320 al 14+660 134 con una longitud de 16.814 m. dentro de esta fracción comprendida una zona de sobregalibo de 9.0 m. de longitud medidos a partir del paramento ote de la estructura de L-2 (ver fig. 7).

La zona poniente estará comprendida entre los cadenamientos 14+690 243 a 14+673 163 con una distancia de 17.08 m. al igual que el lado oriente, este tramo tendrá una faja con sobregalibos medidos a partir del paramento poniente de la L-2 (ver fig. 7).



UNAM

E N E P A C A T L A N

TESIS PROFESIONAL

“PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA 8 EN SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO”

II.- TRABAJO PREVIOS AL CRUCE LINEA 8 BAJO LINEA 2

II.1.- Construcción del cajón oriente y poniente de la Calz. de Tlalpan primera parte.

a) Construcción de muros tablaestaca y taponos.

En razón a que por esta calzada y en ambos sentidos circula de día y parte de la noche un intenso tráfico de vehículos de todo tipo solo se trabajara en turnos nocturnos, que iniciaran a las 23 hrs. y terminaran a mas tardar a las 5 a.m. del siguiente día

Para evitar el cierre total en ambas avenidas y con ello "estrangular" el tráfico nocturno, la construcción de todos los elementos que componen este capítulo se hará en forma de "BANDEOS" es decir si dividiéramos la avenida en dos partes iguales en el sentido transversal solo se trabajara en una permitiendo el paso en la otra. Este sistema se llevara a cabo en ambos sentidos (ver fig 3)

Para la ejecución de los muros tablaestaca y tapon se realizara primero la construcción de los brocales elementos que servirán

- a) De protección para los bordes de las cepas durante la excavación para el muro milan y muro tapon
- b) Para conducir el equipo guiado durante la excavación de la cepa para el muro colado en sitio
- c) Servirá como base de rodamiento para el equipo guiado durante la excavación de la zanja para la tablaestaca y muro tapon
- d) Contener el material de relleno que se encuentra en la superficie

Una vez localizado y trazado longitudinalmente las cepas que alojaran los brocales de acuerdo con el proyecto de galibo y trazo, en ambos lado de la Calz. de Tlalpan. Se demolerá con un ancho igual a 0.85 m. la carpeta de la Calz. de

Tlalpan, pero solo en una de las bandas en que estarán divididas los dos sentidos de la Calz

Se procederá a demoler en la vialidad ote de ote a pte y en el sentido pte de pte a ote

Teniendo concluida la demolición de banquetta o carpeta en franja se procederá a excavar la zanja para alojar los brocales de concreto armador ver fig. 91. La zanja tendrá una sección transversal de 0.86 m de ancho por 2.0 m de profundidad en la zona sin sobregalbos y 0.85 m por 1.5 m para la zona de sobregalbos vertical

Como medidas de protección de los brocales durante la excavación con el equipo guiado el ancho de la excavación tendrá una holgura de 5 cm. Así como también con esta tolerancia se garantizará que al excavar libremente sin rozar los faldones de concreto de los brocales.

Tomando en cuenta que la mayoría de las obras inducidas (ductos de Tel-Mex alta tensión, A.P., atarjeas colectoras o cualquier otra instalación subterránea) se encuentran a una profundidad no mayor de 1.5 m. La excavación de estas etapas deberá hacerse con extremo cuidado para no dañar ninguna instalación de las antes indicadas en planos municipales o no detectadas en los mismos.

Aunque sería recomendable que este tipo de excavación se realizara manualmente, esta deberá realizarse con una retroexcavadora debido a la sig. limitantes:

- Se trabajara en turno nocturno con 6 hrs. efectivas de trabajo
- El rendimiento de un trabajador en turno nocturno baja sensiblemente
- Se deberá de restituir la vialidad antes de que termine el turno

La excavación para la colocación de brocales comenzara teniendo una franja completa ya demolida en cualquiera de las dos partes de la Calz de Tlalpan y

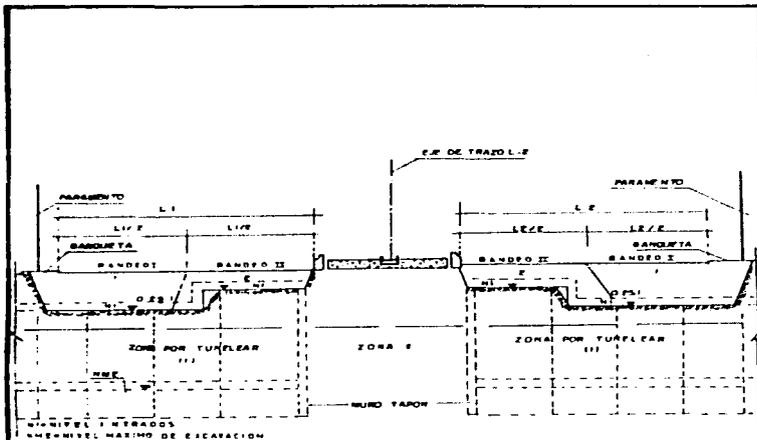
continuará hasta terminar el bandeado que se este ejecutando. El material producto de la excavación se acarreará hasta el tiro localizado a 19 Km del lugar.

Terminada la excavación y en razón de que el tiempo disponible por jornada es corto se colocaran brocales de concreto armado precolados (ver fig. 9) los cuales deberán de tener una resistencia a los 28 días de $f'c = 150 \text{ Kg/cm}^2$. Las longitudes de cada faldón serán de 2.50 m. Los ajustes faltantes para cubrir totalmente el borde de una zanja se armaran, cimbraran y colaran con concreto $f'c = 150 \text{ Kg/cm}^2$.

Los precolados se deberán de alinear y nivelar de acuerdo al proyecto de trazo y galibo.

Antes de terminar el turno cada día se deberán de colocar placas de acero de 3/4" con dimensiones de 1.70 x 0.50 m para restituir el camino en las cepas abiertas con o sin brocal colado.

Concluida la colocación de los brocales y teniendo libre de cualquier material extraño el fondo de la excavación se colocaran unas compuertas o cimbra de madera para contener el fluido estabilizador durante la excavación para el muro colado en sitio. La distancia entre compuertas sera de 7.20 m.



COPTE ESQUEMATICO LONGITUDINAL EN LA ZONA DEL CRUCE L-B CON L-2
 DONDE SE OBSERVA LA EXCAVACION PARA LA CONSTRUCCION DE LA LOSA
 DE TECHO A NIVEL INTRADOS ASI COMO LOS "BANDEOS" EN QUE SE EJECU-
 TARA LA MISMA

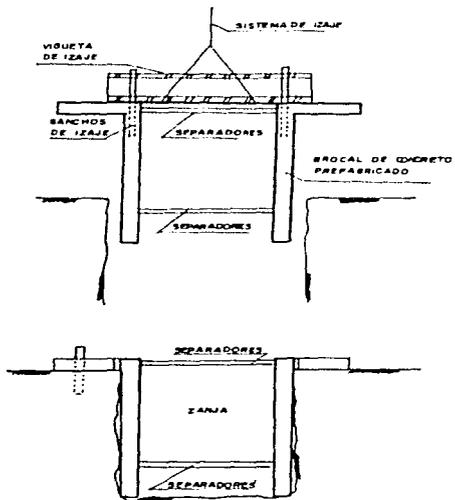
Fig. 8

UNAM

ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA B EN
 SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE
 LA CIUDAD DE MEXICO."



COLOCACION DE LOS BROCALES DE CONCRETO PRECALADO

Fig 9

UNAM

ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA 8 EN SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO"

Muro Milan o Tablaestaca

Una vez construidos los brocales y colocadas las compuertas para la excavación del primer muro milan. Se procederá a colocar el fluido estabilizador el cual tendrá como función detener las paredes de la zanja debido a que estas no se detiene por si solas (ver fig. 10)

Características del fluido estabilizador

- 1 - Ser capaz de estabilizar las paredes de la zanja, es decir evitar derrumbes
- 2 - Facilitar el colado del muro milan con limpieza e integridad

La excavación para los muros tablaestaca y tapón, se hará con equipo guiado del tipo "casagrande" montado sobre una draga hidráulica con la finalidad de garantizar el alineamiento, verticalidad e integridad de las paredes de la excavación (ver fig. 11 y 12)

El equipo excavará hasta una profundidad máxima en la zona de sobregalibos de 12.10 m

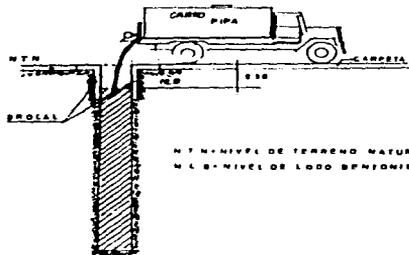
Características del equipo de excavación

- 1 - Deslizarse con suavidad sin chicoteos
- 2 - No descender nunca en caída libre sobre el fodo o fluido estabilizador o sobre la excavación para evitar caídas o desprendimientos
- 3 - Debera de cortar el material por medio de presión hidráulica o neumática sin golpeteos o movimientos bruscos
- 4 - Se debera de meter y sacar sin brusquedad para evitar el efecto del embolo

Por ningún concepto se ejecutará el proceso de excavación con almeja con caída libre porque además de no cumplir con las características antes indicadas podría provocar derrumbes durante la excavación que pudieran afectar zonas vecinas

Durante la excavación el nivel del fluido estabilizador deberá permanecer a la altura del nivel de aguas freáticas (N A F) pero para fines prácticos el nivel se ubicará 0.50 m. abajo del nivel de terreno natural (N T N), para mantener dicho nivel se adicionará fluido estabilizador en forma directa (ver fig. 10)

El procedimiento se repetirá por cada muro tablaestaca



N.T.N. = NIVEL DE TERRENO NATURAL
 N.L.B. = NIVEL DE LODO BENIGNITICO

DURANTE EL PROCESO DE EXCAVACION
 DEBERA CONSERVARSE EL NIVEL DEL
 LODO POR DEBAJO DEL NIVEL DE BROCAL

VACIADO DE LODO PARA PROCEDER A ETAPA DE
 EXCAVACION

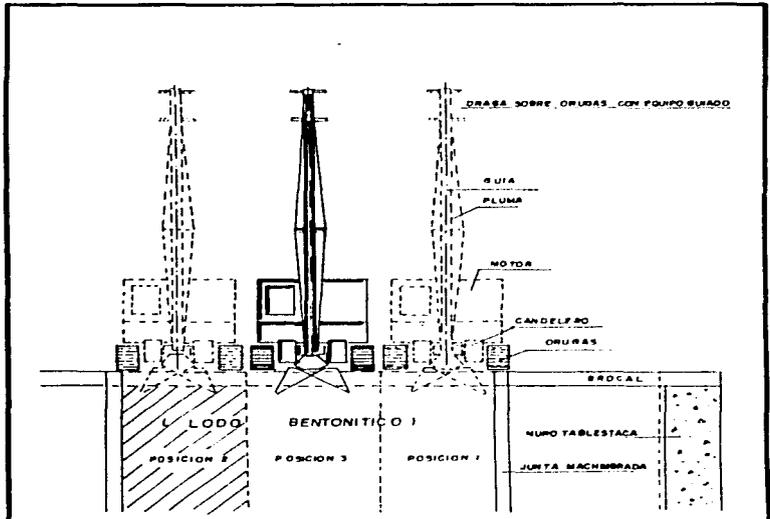
Fig 10

UNAM

ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA 8 EN
 SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE
 LA CIUDAD DE MEXICO"

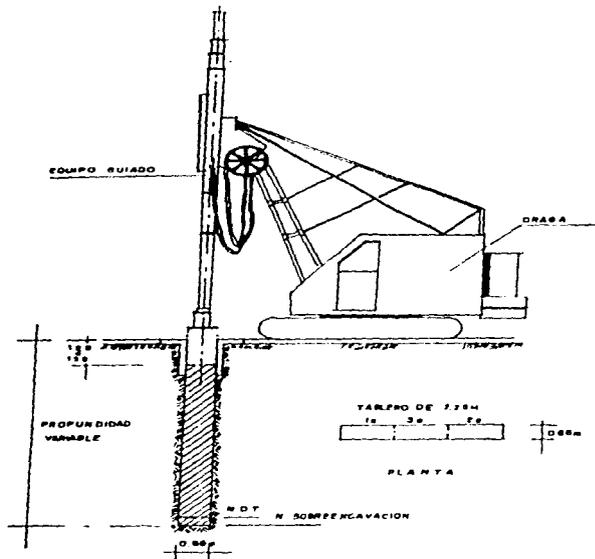


POSICIONES DEL EQUIPO DURANTE EL PROCESO DE EXCAVACION DE UN TABLERO DE 7.20 M
REALIZADO EN 3 POSICIONES

PROCESO DE EXCAVACION MUROS MILAN

fig 11

| | |
|-------------------|---|
| UNAM | ENEP ACATLAN |
| TESIS PROFESIONAL | "PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA B EN SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO" |



EXCAVACION PARA MURO COLADO EN SITIO

Fig 12

UNAM

ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA 8 EN
 SJ INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE
 LA CIUDAD DE MEXICO"

Terminada la excavación y alcanzada la profundidad efectiva de 11.90 m en el primer bandeado (ver fig. 8) se colocaran las juntas metálicas. Las juntas metálicas son tubos en forma rectangular, los cuales en una de sus caras tendran la forma de macho-hembra y contendran la banda integrada, una parte de esta banda quedara ahogada en el concreto, quedando la parte restante para el colado del muro contiguo (ver fig. 13 y 14 y 15).

Paralelo a la excavación se armara la parrilla del muro tapon o tablaestaca siguiendo las indicaciones marcadas en los proyectos estructurales.

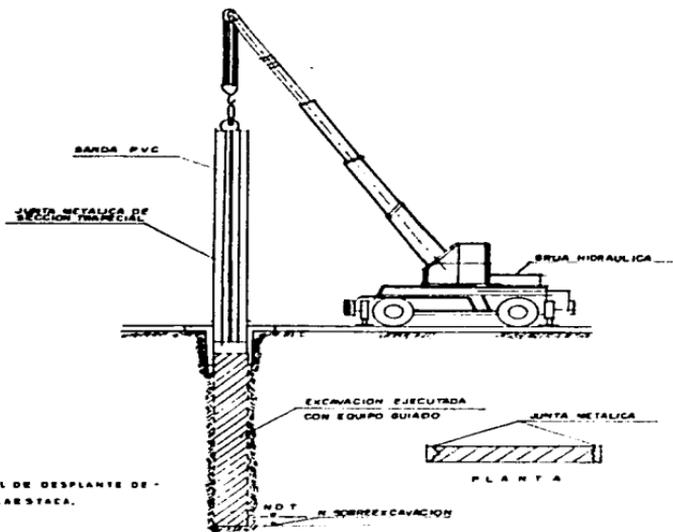
Teniendo en su posición y a una distancia de 7.20 m entre las caras expuestas de las juntas metálicas se procederá a verificar que todas las preparaciones (roles separadores horizontales y verticales, izadores, etc.) estén hechos de acuerdo a proyecto. En caso afirmativo se proseguirá con la siguiente actividad, la cual será colocar la parrilla en su posición dentro de la zanja auxiliándose para ello con una grúa hidráulica de 10 ton. de capacidad (ver fig. 16).

Colocada la parrilla dentro de la excavación esta se deberá de centrar, alinear y fijar en la parte superior para evitar que cualquier movimiento durante las maniobras del colado la mueva de su posición.

El tiempo máximo que deberá de permanecer el acero de refuerzo expuesto al fluido estabilizador será de 4.0 hrs., ya que de lo contrario se formara el "kake" o costra que afectaria notablemente la adherencia acero-concreto.

Será perjudicial para la zanja estar metiendo y sacando la parrilla ya que podría provocar caídos indeseables, así como la formación de costras en el acero de refuerzo con los cual se afectaria la adherencia acero-concreto.

Para garantizar el recubrimiento del acero de refuerzo se deberán de colocar en ambas caras roles de concreto de 5" fijados al acero principal por medio de varillas de 3/4" (ver fig. 17).



INTRODUCCION DE JUNTAS METALICAS

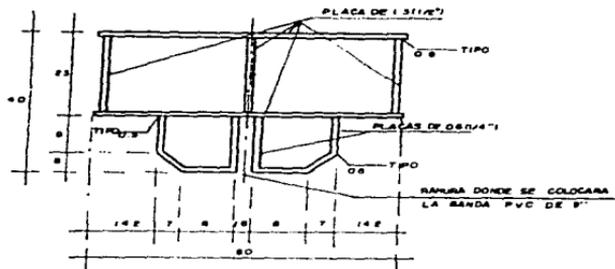
Fig 13

UNAM

ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA 8 EN SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO"



JUNTA METALICA

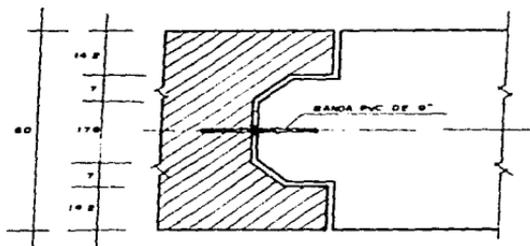
Fig 14

UNAM

ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL:

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA 8 EN SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO"



JUNTA DE CONSTRUCCION ENTRE TABLEROS

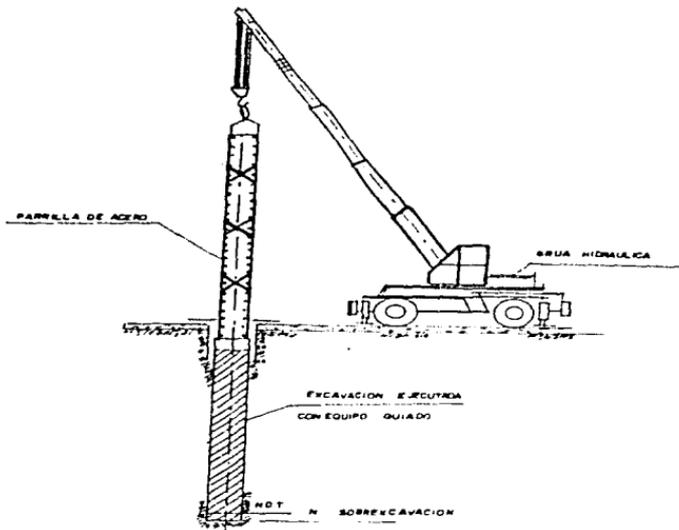
Fig 15

UNAM

ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL:

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA 8 EN SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO"



INTRODUCCION DE PARRILLA DE ACERO

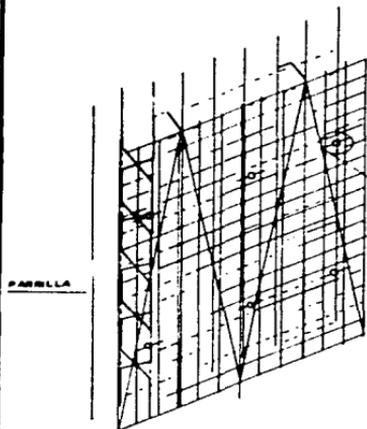
Fig 15

UNAM

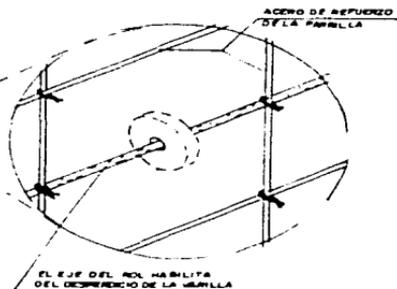
ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA 8 EN
SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE
LA CIUDAD DE MEXICO"



PARRILLA



ACERO DE REFUERZO
DE LA PARRILLA

EL EJE DEL ROD. HABILITA
DEL DESPLAZAMIENTO DE LA MALLA

SE COLOCARAN ROLIS EN LA PARRILLA DE ACERO DE
DE REFUERZO PARA FACILITAR LA INTRODUCCION Y
DESPLAZAMIENTO DE LA MISMA A LA EXCAVACION
PREVIAMENTE REALIZADA POR EL EQUIPO GUIADO

COLOCACION DE ROLIS

Fig 17

UNAM

ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA 8 EN
SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE
LA CIUDAD DE MEXICO"

El colado de los muros tabicados se realizara de la siguiente forma:

Se introducirán las "trompas" o tubos de acero a través del armado de la parrilla. Este dispositivo estará integrado por un conjunto de tubos de acero de 6" y longitud no mayor de 2.0 m unidos mediante coples metálicos los cuales deberán ser lo suficientemente resistentes y pesados para resistir su manejo.

Los coples de unión deberán de cerrarse herméticamente para no permitir que durante la descarga de concreto se absorba aire o fluido estabilizador que contamine el concreto (ver fig. 19).

Las "trompas" o "lingadas" se apoyarán en el fondo de la excavación en su parte inferior y saldrán a la superficie para conectarse a una tolva en la cual se descargará el concreto directamente de la olla que transporta el concreto premezclado.

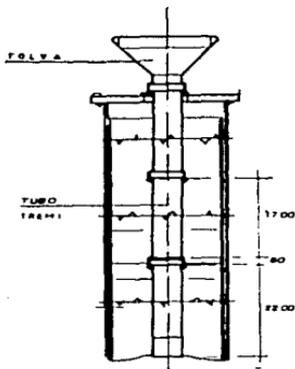
Antes de comenzar el colado se colocará en la boca de descarga de la tolva una pelota de hule latex, el cual tendrá como función que el material baje en forma homogénea y no se disgregue en el fondo.

El conjunto "trompas" y "tolva" se moverá cuantas veces sea necesario durante el colado, con ayuda de una grúa hidráulica o malacate. Una vez colocadas las trompas en su posición dentro de la parrilla (se usarán dos trompas por muro) se colocará también el malacate el cual tendrá como función meter y sacar la lingada (chaqueta); así como permitir el retiro de tubos a medida que el colado vaya avanzando.

Teniendo las tolvas en su posición se comenzará el colado con concreto $f'c = 150$ kg/cm², T.M.A. 3/4" rev. 18 cm con la finalidad de llenar todo el espacio del muro sin necesidad de picarlo o vibrarlo (ver fig. 19). Durante esta etapa se podrá subir o bajar las trompas pero su empotramiento en el concreto no será inferior a 1.5 m.

para evitar contaminación en el concreto, se descargara la mezcla de manera uniforme y continua. Durante esta etapa se deberá de estar muy alerta con el nivel que mantiene el fluido estabilizador ya que el volumen que ingresa de concreto será igual al volumen desalojado de fluido estabilizador.

Cabe hacer mención que durante la colocación, este último por ser más denso ira desplazando a el fluido estabilizador el cual será succionado con bombas 'jeager' de 4" las cuales lo descargarán en pipas y estas a su vez lo acarrearán al tiro.



TUBO TREMI Y TOLVA PARA CONCRETO

FIG 18

UNAM

ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL:

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA B EN SU INTERSECCION CON LA LINEA DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO"

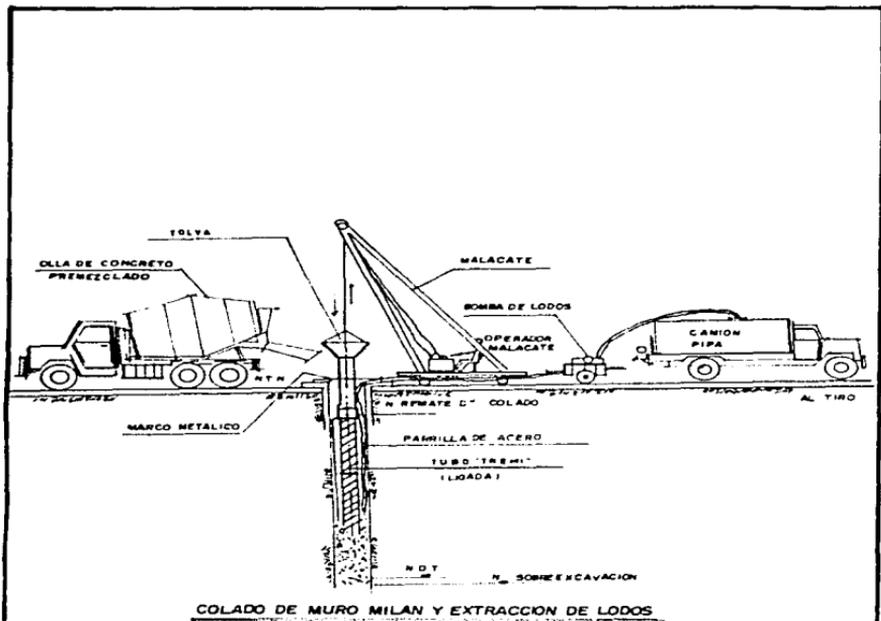


FIG 19

UNAM

ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA B EN
 SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE
 LA CIUDAD DE MEXICO"

A medida que el nivel de concreto dentro de la zanja aumente se irán retirando fragmentos de tubo pero cuidando en todo momento que el tubo no sobresalga del concreto es decir que quede embebido cuando menos 1.5 m. dentro del concreto.

Cabe hacer notar que el suministro de concreto es bien importante dentro de la etapa de colado ya que una vez iniciado el proceso no se puede quedar parcialmente colado el muro ya que se tendrían juntas frías problemas posteriores en la adherencia acero-concreto. Oquedades no detectadas por no llenarse uniformemente todos los huecos. contaminación de concreto. Del mismo modo se debe de tener cuidado al programar el suministro de concreto ya que el intervalo entre la descarga de una hoija y otra no deberá de ser mayor de 15 minutos.

Una vez que el concreto haya alcanzado 10.60 m. para la zanja sin sobregalbos y en todas las que componen ambas zonas, y de 11.40 m. para los intervalos con sobregalbo quedará terminado el colado.

El ciclo antes descrito desde el brocal hasta el muro milán se repetirá para cada tablaestaca y muro tapon en ambos lados de la Calz. de Tlalpan. Cabe aclarar que no se podrán realizar a la vez muros contiguos de tablaestaca es decir de acuerdo al despiece de tablaestacas se hará uno si otro no con lo cual se delimitan bien las tablaestacas con sus dimensiones horizontales de 7.20 m. Procediéndose a excavar el muro contiguo una vez que haya fraguado el concreto (aprox. 48 hrs. después de colado).

b) Preparación para el abatimiento del nivel de aguas freáticas.

Con el fin de controlar las fuerzas de filtración en el fondo y mantener la excavación seca a estanco se excavarán pozos de bombeo a cada 9.0 m. Los pozos se localizarán de acuerdo con la fig. 20 y a una distancia máxima de 0.50 m del muro tapón. La profundidad de los pozos en Cañal de Tlapán, partiendo del nivel de despiante que se localizará a 1.50 m de N.T.N. será de 10.79 m promedio.

El diámetro del pozo será de 0.30 m y para excavarlo se usará una broca tipo aleta o escalonada. Para ademar el pozo durante su excavación se usará agua en vez de lodo bentonítico ya que este último podría bloquear los intersticios de suelo evitando con ello el flujo de agua hacia el pozo.

El ademe del pozo una vez terminada la excavación será un tubo de acero de 6" el cual estará ranurado en toda su longitud excepto 1.0 m en su parte superior y 0.50 m en su parte inferior. Estará provisto de tres aletas las cuales deberán ajustar al diámetro de la excavación y serán hechas con varilla de 3/8". Estarán colocadas equidistantes una de otra y tendrán una longitud de 1.0 m. (ver fig. 21)

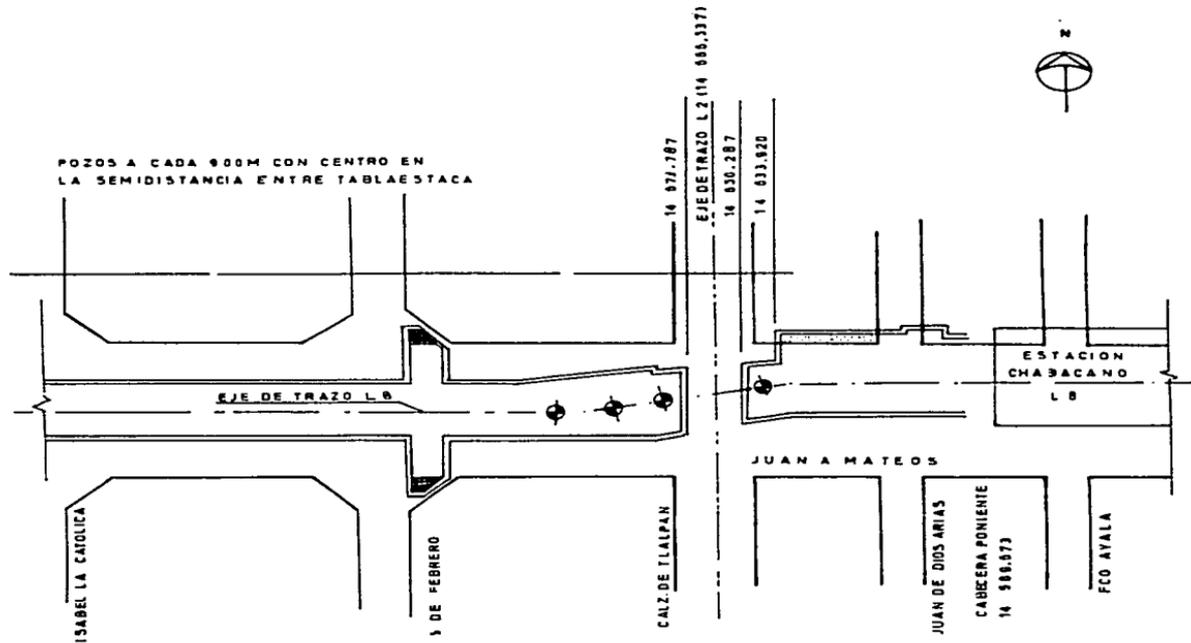
Una vez que se tiene la excavación esta se limpiará de azolve con una cuchara de percusión para el azolve grueso procediendo después con agua para el fino. Se considerará limpia la excavación cuando el agua que salga del pozo no presente material en forma de partículas. Se procederá inmediatamente de terminada la limpieza a colocar el ademe del pozo.

Para evitar que el filtro penetre al interior del pozo el ademe ranurado se forrará externamente con malla del No. 18, bien sujeta al ademe para evitar que se desprenda o dañe durante la colocación del ademe.

Teniendo colocado el ademe se colocara sin perdida de tiempo el filtro que esta compuesto de arena gruesa y grava fina la cual se lavara para quitarle todos los suelos finos que contenga, con ello se evitara obstrucciones en las ranuras. El material tendra un tamaño de 1.0 cm a 0.25 cm debiendo contener tamaños intermedios.

Con el fin de establecer el flujo hidráulico en el pozo con una cuchara de percusión se agitará el interior del ademe y si no funcionara o no diera resultado entonces se echara hielo seco al fondo para que el monóxido de carbono liberado destape los espacios que quedaron bloqueados entre las partículas.

Las bocas de los pozos se protegerán con placas de acero para permitir el paso de vehículos.



LOCALIZACION DE POZOS DE BOMBEO

fig. 20

UNAM

ENEP

ACATLAN

TESIS PROFESIONAL

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA 8 EN SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO"

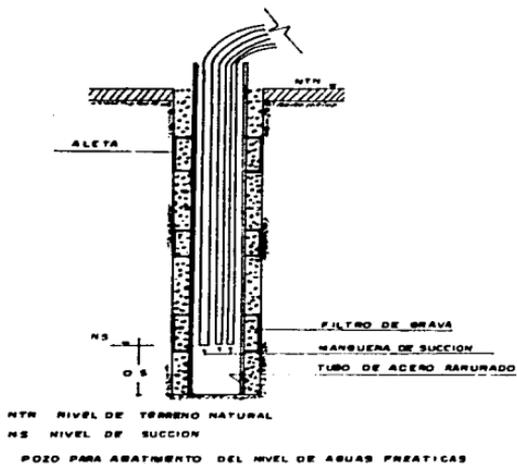


Fig 21

UNAM

ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA 8 EN SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO"

c) Excavación hasta el lecho bajo de la losa de techo.

Terminada la construcción de los muros tablaestaca, se continuara la excavación del núcleo entre los muros colados in situ dicha actividad se ejecutara a cielo abierto pero en forma de bandeos en ambos sentidos para no cerrar completamente el tránsito de vehículos por la Calz. (ver fig 22)

Al igual que la construcción de los brocales y tablaestacas estos trabajos se ejecutarán solo por las noches de las 23:0 hrs. a las 5:0 hrs. como máximo del día.

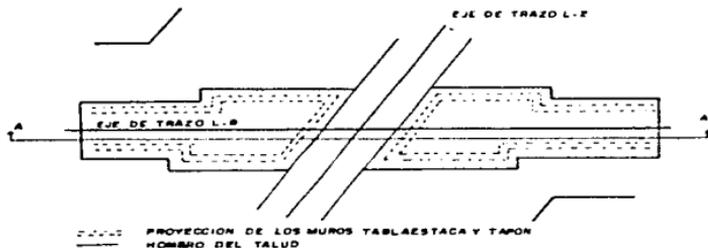
La excavación iniciara simultáneamente en ambos lados de la Calz. de Tlalpan, en el lado ote. iniciara de ote. a pte. con una área por excavar de 12 025 m² por 9 914 m por 3 50 m de profundidad (sin incluir taludes)

En el lado pte. principiara de pte. a ote. con una área por excavar de 10 233 m² por 9 533 m por 3 458 m de profundidad (sin incluir taludes)

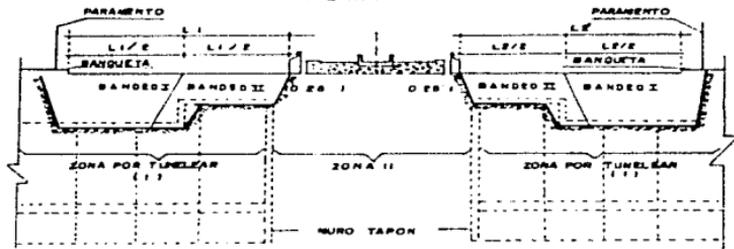
La excavación comenzara demoliendo la carpeta con rompedoras neumáticas en forma de franjas con un ancho igual a 0 50 m por demoler y 1 0 m que no se demolera y posteriormente será extraído durante la excavación.

Concluida la demolición, proseguira la excavación a cielo abierto del núcleo para lo cual se empleara una retroexcavadora que además de excavar cargue los camiones que acarrearán el material producto de la excavación al tiro. En la medida en que avance la cavidad se ira formando taludes transversales al eje del cajón, los cuales tendrán una inclinación de 0 25 a 1 horizontal/vertical respectivamente.

Durante la excavación para controlar las filtraciones que se presenten se cavaran zanjas perimetrales que reconocerán hacia carcamos localizados en las esquinas de la excavación, de donde se extraera el agua por medio de bombas autocebantes de 3". tanto los carcamos como las zanjas serán rellenadas con grava limpia para evitar arrastre de suelo (ver fig 22)



PLANTA



CORTE A---A
EXCAVACION A NIVEL INTRADOS PARA CONSTRUCCION
DE LA LOSA DE TECHO DE LA LINEA 8

fig. 22

UNAM

ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA 8 EN
SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE
LA CIUDAD DE MEXICO"

En el tramo ote alcanzada la profundidad de 2.59 m. se excavarán 30 cm. más para inmediatamente proceder a colocar el primer nivel de troqueles metálicos de 10" ced. 40, continuando la excavación concluida esta actividad.

Del mismo modo en el lado poniente llegando a 2.358 m. de profundidad se excavarán 30 cm. más para colocar sin pérdida de tiempo el primer nivel de troqueles de 10" ced. 40 prosiguiendo la excavación concluida esta actividad.

Finalizada la excavación en este bandedo y en ambos lados, se construirá la losa de techo, rellenos y pavimentos (temas que se tratarán en el siguiente inciso), para restituir la vialidad en la Cañal de Tlalpan en ambos sentidos (ver fig. 23).

Restituida la vialidad del primer bandedo comenzará la excavación del segundo el cual corresponde a la zona de sobregalibos.

Las dimensiones por excavar serán las siguientes:

En Tlalpan ote (14+653.234 a 14+660.134): 13.00 X 6.90 X 1.785 m. ancho largo y profundidad.

En Tlalpan pte (14+673.153 a 14+680.63): 12.785 X 7.0 X 1.592 m. ancho largo y profundidad respectivamente.

El horario, forma y ciclo de excavación es idéntico al descrito en el primer bandedo, con la diferencia de que en este periodo de excavación, la profundidad de la misma no alcanza el nivel de la primera cama de troqueles.

d) Construcción de la losa de techo.

Acabada la excavación en el primer bandeo de ambos lados de la calz de Tlalpan (ver fig. 22) Se colocará una plantilla de grava limpia de 5.0 cm de espesor en el fondo de la excavación.

También se dejara una preparación para el paso de mangueras de los pozos de bombeo hidráulico posterior, consistente en una zanja longitudinal de 0.30 m X 0.50 m, al centro del galbo (ver fig. 24).

Posteriormente a la colocación de la plantilla, proseguirá la colocación de tabletas precoladas de 0.55 X 0.94 m de sección por 9.236 m de longitud, cabe recordar que este primer bandeo corresponde a la zona sin sobregalibos.

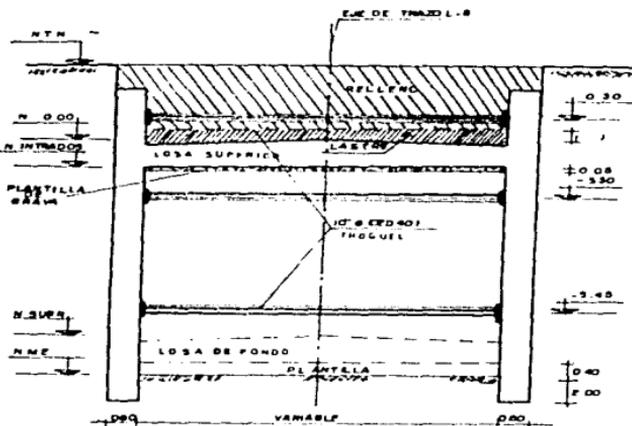
Las tabletas se colocaron en la preparación que deberá de existir para tal efecto en los muros tablaestaca (ver fig. 25) empleando para esta actividad una grúa hidráulica de 20 ton de capacidad.

Colocadas las tabletas en su posición y niveladas con mortero cemento-arena 1:3 en la unión de la tablaestaca. Proseguirá el desdoblado del acero de refuerzo de la preparación dejada para tal fin en el muro tablaestaca y el armado del firme de compresión que constituirán a losa de techo (ver fig. 25).

Entre las tablaestacas se colocarán ganchos de zaje hechos con varilla de 5.8 que servirán para la colocación de troqueles (ver fig. 24). Terminado de armar y hacer la unión con el muro tablaestaca se procederá a colada con concreto de $f'_{c} = 150 \text{ Kg/cm}^2$. Cabe mencionar que se dejaron las preparaciones en el armado para proseguir posteriormente con la construcción del cajón y del dentellón. 24 Hrs después de colada la losa en ambos sentidos y en el primer bandeo, se procederá a retirar el primer nivel de troqueles, para 7 días después colocar los lastres respectivos en cada tramo (ver fig. 23).

Al inicio del armado de la losa de techo se deberán de dejar las preparaciones para la construcción posterior del colado del firme de compresión de los dos dentellones en los extremos del firme de compresión en los cuales estarán localizados los accesos ote y pte de los túneles falsos respectivamente. Con dichas barreras se evitara que el material de relleno y agua penetren a los accesos.

Una vez terminada la losa o firme de compresión, se armara cimbrara y colaran los dentellones (ver fig. 25).



1 3
 N 14 943 370 41 14 873 234 0.70-
 N 220 883 41 14 860 248 0.30-

CORTE TRANSVERSAL AL TIPO DE CAJON DE METRO DONDE SE OBSERVA LA UBICACION DE: EL RELLENO, TROQUELES, LASTRE, LOSA SUPERIOR PLANTILLA DE GRAVA; LOSA DE FONDO. PLANTILLA

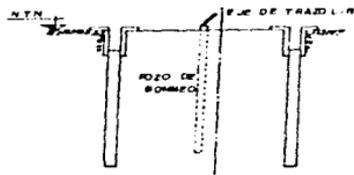
Fig 23

UNAM

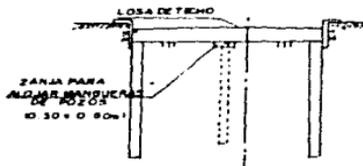
ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL

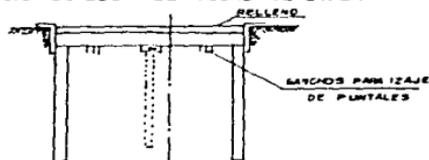
PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA 8 EN SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO



A) CONSTRUCCION DE MUROS TABLESTACA Y POZOS DE BOMBEO



B) CONSTRUCCION DE LOSA DE TECHO DE LINEA 8



C) COLOCACION DE RELLENO SUPERIOR Y RESTITUCION DEL PAVIMENTO

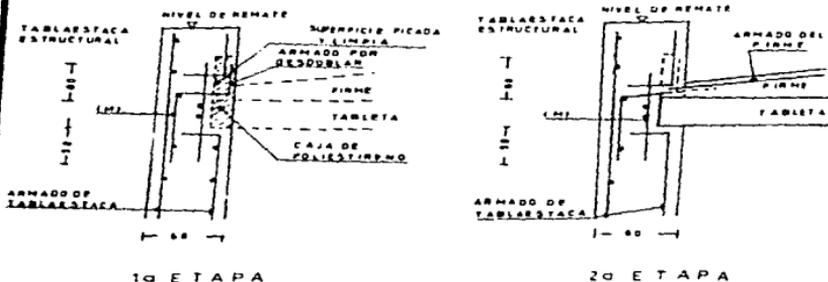
FIG. 24

UNAM

ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL:

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA 8 EN SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO"



- 1ª ETAPA QUITAR LA CAJA DE POLIESTIRENO PICAR Y LIMPIAR LA SUPERFICIE DE LA TABLAESTACA QUE QUEDARA EN CONTACTO CON EL CONCRETO POR COLOCAR
- 2ª ETAPA COLOCAR LA TABLETA PREFABRICADA DESDOLAR EL REFUERZO INI COMO SE INDICA HABILITAR EL ARMADO DEL FINNE Y COLAR MONOLITICAMENTE

PROCEDIMIENTO PARA UNIR LOS A DE TECHO A TABLAESTACA

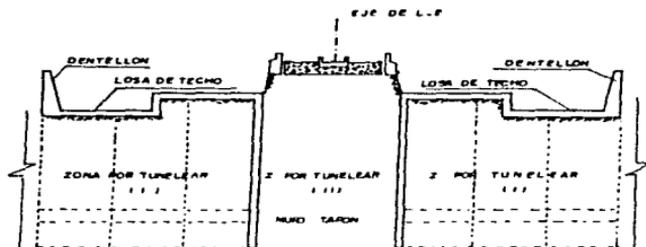
Fig 25

UNAM

ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA 8 EN SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO."



CORTE LONGITUDINAL DONDE SE OBSERVAN LOS
DENTELLONES EN LOS EXTREMOS DE LAS
LOSAS DE TECHO.

Fig 26

UNAM

ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL.

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA 8 EN
SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE
LA CIUDAD DE MEXICO"

48 hrs. después de haber colado los lastres, iniciaran los rellenos en la parte superior de la losa (ver fig. 23) empleando para ello tepetate (arena limosa) compactadas en capas al 90% de su p.v. hasta el nivel de subrasante.

Debido a la poca distancia por rellenar el tendido de cada capa se hará en forma manual, dicha actividad se hará empleando compactadores del tipo liso ("paletero") en capas de 20 cm de espesor y para comprobar el grado de compactación se ejecutarán pruebas de laboratorio. En caso de que alguna muestra de laboratorio no alcanzara el nivel de compactación especificado, no se continuará con la siguiente hasta que la capa fallida este de acuerdo a lo especificado, para ello se recompactará la capa.

La subrasante y rasante son capas de tepetate de 15 cm de espesor c/u compactadas al 95% de su P.V.M. Al igual que en el relleno anterior, estas capas se tenderán a mano, y para esta actividad (compactación) se empleará un rodillo liso vibratorio en peso estático de 500 kg.

De igual forma que el relleno, cada capa se mostrera para comprobar el grado de compactación el cual nos indicara si hacen falta más pasadas sobre el material o no.

Subbase y base son capas de material controlado de 15 cm de espesor c/u compactadas al 95% de su peso volumétrico máximo, el tendido y compactación de estas capas será similar a la subrasante y rasante.

Restitución de carpeta asfáltica. Alcanzado el nivel de base se continuará con un riego de impregnación en forma manual con asfalto rebajado F.R. Continuando posteriormente de forma manual con el tendido y compactación de la mezcla.

asfáltica, la carpeta tendrá un espesor de 15 cm y para su compactación se empleará un rodillo, liso

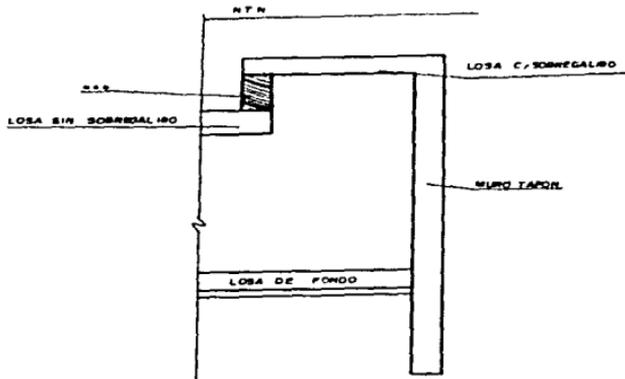
Terminada la carpeta se colocará un sello de cemento portlan tipo II en proporción de 0.75 Kg /m² permitiendo una vez terminada la circulación de vehículos nuevamente.

Para el segundo bandeado en zona de sobregalibo vertical (ver fig 22) las preparaciones para recibir las tabletas la colocación de las mismas la ligadura estructural y el colado tendrá el mismo proceso que para el primer bandeado

Solo en el punto de transición de galibo a sobregalibo se construirá una trabe tapón (ver fig 27), para solucionar el hueco que que daría como consecuencia del sobregalibo

Como en esta zona (con sobregalibo) el proyecto no marca lastres los rellenos comenzaran siete días después del colado de la losa de techo y trabe tapón

El proceso de relleno y colocación de pavimento es el mismo descrito en el primer bandeado hasta restituir las vialidades



PP TRABE PARA SOLUCIONAR EL hueco QUE QUEDARA COMO CONSECUENCIA DEL SOBREGALDO VERTICAL

FIG 27

UNAM

ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL:

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA 8 EN SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO"

II.-2.- Construcción del cajón oriente y poniente de la Calzada. de Tlalpan segunda parte.

a) Bombeo hidráulico

Tiene como finalidad controlar las filtraciones, reducir las expansiones en el fondo de la excavación y mantener seco o estanco el fondo de la misma.

Para iniciar el bombeo además de tener construido los muros tablaestaca y tapon descritos en el inciso "a" de este capítulo se deberán tener construidos 70 m más de muro milan, como mínimo en ambos lados de la Calz. de Tlalpan. Dichos muros se construirán sobre la calle de J. A. Mateos, con el mismo procedimiento antes descrito pero en horarios normales de trabajo y sin ninguna restricción en cuanto a la circulación vehicular.

Estas tablaestacas se construirán con la finalidad de erigir una berma y un talud 1:1 de excavación, los cuales se cubrirán con un sampeado de mortero cemento-arena 1:4 en las inclinaciones para que el suelo no pierda sus cualidades mecánicas.

En el fondo de la excavación y a niveles de proyecto se colocará una plantilla de concreto pobre, se armará y colará la losa de fondo la cual tendrá la finalidad temporal de servir como acceso y área de trabajo al inicio de la excavación del núcleo de túnel falso (ver fig. 28), patio de almacenaje y extracción de rezaga, acceso de materiales durante la construcción del cruce bajo L-2.

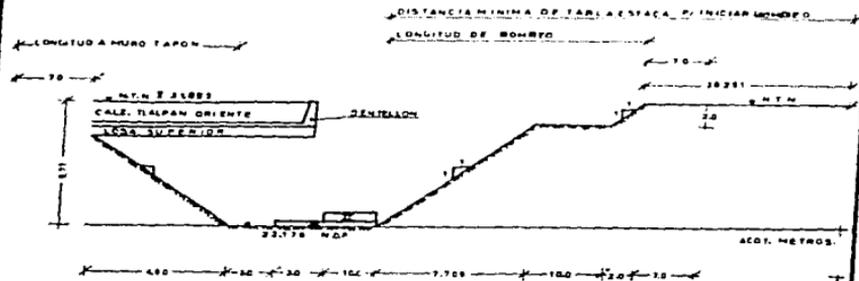
Dichos acceso se edificarán simultáneamente en ambos sentidos de la Calz. de Tlalpan.

Debe hacer mención de que antes de iniciar la construcción de la berma y talud la cual se excavará con una draga L. S. 108, será indispensable comenzar el bombeo hidráulico con 48 hrs. de anticipación, el cual además de bombear en

cada pozo comprendido en la etapa se extenderá 7.0 m medidos a partir del hombro del talud de la berma

Una vez concluidos los trabajos de acceso (bermas y taludes losas inferior) en ambos lados de la Calz de Tlalpan comenzara simultaneamente en ambos frentes el bombeo hidraulico para la excavacion de igual manera de los tuneles falsos. El bombeo se realizara en todos los pozos que comprenden la etapa 6.0 m (la excavacion del tunel se tratara en el sig inciso) y todos aquellos que se encuentren a 7 m del hombro del talud dicho bombeo se suspendera en cada pozo, cuando se cuele la plantilla y losa de fondo

Para extraer el agua del interior de los pozos se utilizaran bombas de pozo profundo del tipo eyector, de 1" X 1.25" operadas a una presion de 5.0 kg /cm². El nivel de succion de las bombas se ubicara 50 cm abajo del nivel de desplante de cada pozo



SINBOLOGIA

- N.T.N. NIVEL DE TERRENO NATURAL
- N.D.A. NIVEL DE DESPLANTE DE PLANTILLA
- I PLANTILLA
- II LOSA DE PONGO

CORTE LONGITUDINAL. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO CALZADA DE TALPAN OTE.

Fig. 28

UNAM

ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA 8 EN SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO

CAD. 14-37132

b) Tunel Falso

Subtramos (sin sobregalibos vertical y horizontal ver fig. 29 y 30)

Cad. 14-643 320 al 14-653 232

Tlalpan Oriente

Cad. 14-680 630 al 14-690 243

Tlalpan Poniente

48 hrs. despues de iniciado el bombeo hidraulico en la etapa correspondiente a cada tramo comenzara en forma simultanea y manual la excavacion de los tuneles falsos en ambos frentes.

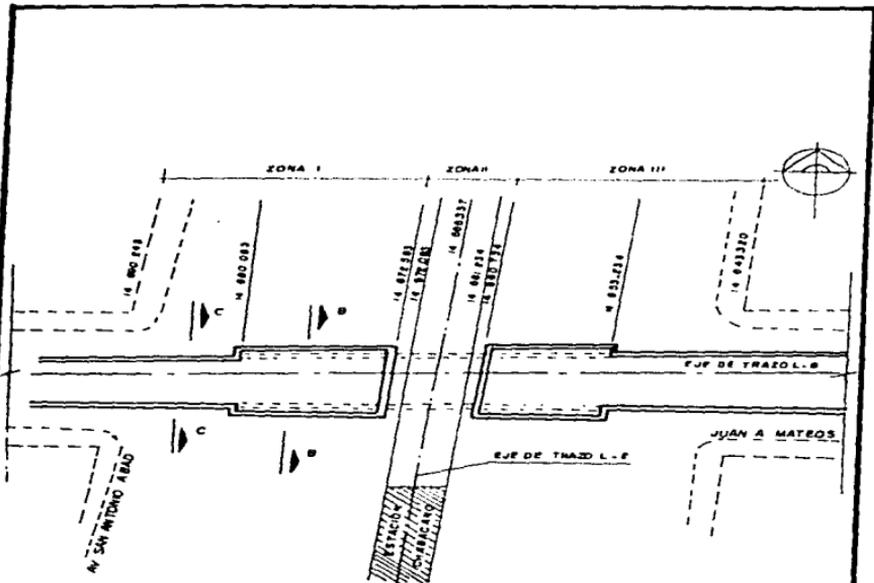
Cabe recordar que la etapa de bombeo comprende ademas de los pozos que corresponden a la misma todos aquellos que se encuentran dentro de una distancia de 7.0 m. apartir del hombro del talud (ver fig. 28).

La excavacion comenzara del nivel de intrados hacia abajo avanzando hacia el frente en tramos de 6.0 m. con talud frontal 1:1 hasta llegar a el muro tapon en cada tramo, dichas etapas se llevaran a cabo de la sig. forma:

Llegando al nivel -3.30 m. en Tlalpan ote. y pte. con relacion al nivel de extrados (ver fig. 4) se excavara 0.30 cm. mas para poder colocar el 2o. nivel de troqueles.

Estos elementos de contencion estan hechos de tubo de acero de 10" ced. 40 reforzados en sus extremos con elementos estructurales adicionales. Para colocar estos troqueles se usaran tirfos apoyados en los ganchos para izaje incrustados en la losa superior (ver fig. 24).

El material producto de la rezaga se colocara en la losa de fondo descrita en el inciso "a" de este subcapitulo y conforme avance se acarreará la rezaga en carretillas. Del lugar de almacenaje la rezaga sera extraida por medio de una draga, la cual a su vez la depositara en camiones de volteo los cuales acarrearán el material hasta el tiro localizado a 21 km. del lugar.



CROQUIS DE LOCALIZACION DEL CAJON DEL METRO ORIENTE Y PONIENTE SOBRE LA CALZADA DE TLALPAN LINEA A-B

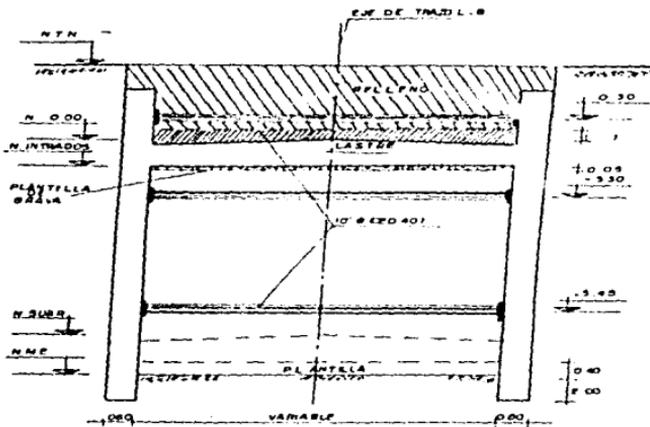
Fig. 25

UNAM

ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL:

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA B EN SU INTERSECCION CON LA LINEA DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO"



CORTE C-C

10 043 320 41 14 031 234 3'00
 N 000 003 01 14 000 248

SUBTRAMO SIN SOBREGALIBUS

Fig 30

UNAM

ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA 8 FN
 SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE
 LA CIUDAD DE MEXICO"

Una vez colocado el segundo nivel de troqueles se continuara con la excavacion rezaga y extraccion de la misma hasta llegar a 0.30 m. abajo del nivel -5.45 con relacion al nivel de extrados, para colocar en esta elevacion el tercer nivel de troqueles, prosiguiendo con la excavacion hasta llegar al nivel de plantilla que sera -6.90 m. en Tlalpan ote. y pte.

Alcanzado este nivel, se desmontara el segundo nivel de troqueles, prosiguiendo inmediatamente al colado de una plantilla de concreto $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ provista de un aditivo acelerante de fraguado de 40 cm. de espesor.

Simultaneamente y a pie del tramo se debera de estar habilitando el acero de refuerzo de la losa de fondo.

Despues de colada la plantilla y de que esta haya alcanzado un grado de endurecimiento tal que no permita ninguna deformacion en su superficie se procedera a desdoblar el acero de refuerzo dejado en la tablaestaca como preparacion para la liga estructural con la losa de fondo y al mismo tiempo se armará y cimbrara la losa de fondo dejando la preparacion para el ligue estructural con la etapa antecedente y consecuente respectivamente, para posteriormente colar con concreto colocado mediante una bomba.

El concreto tendra una resistencia de $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$.

Durante el colado de la losa de fondo se emplearon vibradores electricos para un mejor acomodado del concreto y garantizar con ello que ningun hueco quede sin llenar.

Cabe aclarar que los pozos que queden bajo la losa de fondo se rellenaran con mortero 1:3 en peso del cemento hasta 30 cm. abajo del nivel de piso de la losa, la parte restante se rellenara con concreto con aditivo estabilizador de volumen.

Terminado el colado de la losa de fondo se continuara con la siguiente etapa hasta terminar con cada uno de los subtramos.

Subtramo (con sobregalibos vertical y horizontal (ver fig 29 y 31))

Cad 14+653 234 a 14+660 134

Tlalpan Oriente

Cad 14+673 163 a 14+680 630

Tlalpan Poniente

Continuando de la misma forma que se describio para la zona sin sobregalibos proseguira la excavacion del tunel falso en forma simultanea y manual con acarreo de rezaga en carretilla hasta la misma plataforma empleada por la zona antecedente donde se acamellonara y posteriormente con la misma draga se extraera y depositara en camiones para su acarreo hasta el tiro localizado a 21 km aprox del lugar.

La excavacion comenzara desde el nivel inferior de la losa de techo hasta el nivel de desplante de la plantilla con avances de 6.0 m por etapa. Alcanzada la profundidad de 0.30 m abajo del nivel -2.60 con relacion al nivel de extrados se colocara el primer nivel de troqueles.

El troquel para esta zona sera de tubo de acero de 20" de di 30. Reforzado en sus extremos con estructura metalica. Una vez colocado este nivel de troqueles se continuara con el ciclo de excavacion manual, acarreo a la zona de extraccion de rezaga, extraccion y acarreo de la misma hasta 0.30 m abajo del nivel -5.10 m con relacion al nivel de extrados, colocando este segundo nivel se continuara con la excavacion para llegar 0.30 m abajo de la elevacion -7.60 m procediendo de inmediato a la colocacion del tercer nivel de troqueles. Continuara la excavacion hasta alcanzar el nivel de desplante de la plantilla que sera de -10.35 m en Tlalpan ote y -9.842 en Tlalpan pte.

Alcanzado el nivel de desplante de la plantilla, se procedera a colocar una plantilla de concreto de $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo acelerante de fraguado de 40 cm de espesor.

Simultaneamente al colado y al pie de la zona se habilitara el acero de refuerzo de la losa de fondo.

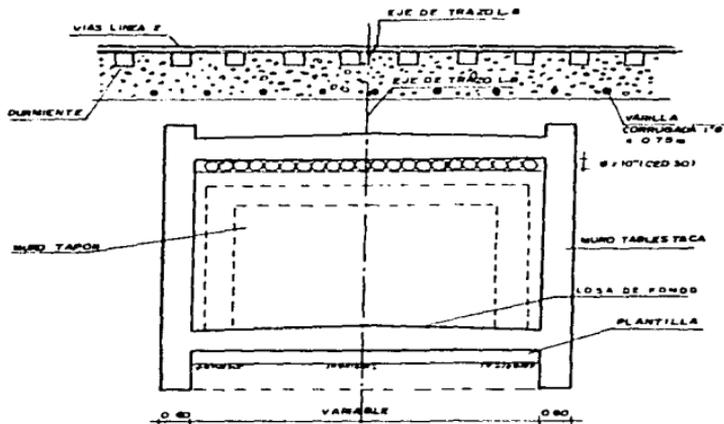
Terminado de colar la plantilla y que el concreto haya fraguado se procederá a **desdoblar el acero de refuerzo de la preparación dejada en la tabluestaca para la liga estructural con la losa de fondo**

simultáneamente a esta actividad se armará la losa de fondo dejando las preparaciones para la continuación de la losa antecedente y consecuente respectivamente

Terminando de armar se procederá a colar con concreto f'c= 200 kg/cm² vibrando el concreto para evitar coqueadas con vibradores eléctricos 24 hrs después del colado de la losa de fondo se procederá a retirar el tercer nivel de troqueles

Terminado el colado y alcanzado el fraguado inicial el concreto se proseguirá con la siguiente etapa hasta alcanzar los muros tapon en ambos lados de la Calz. de Tlalpan

En la etapa adyacente a los muros tapon se deberán dejar preparaciones en la losa de fondo consistentes en anclas de acero liso de No. 8 para la colocación de la columna temporal integrante de la soportera del cruce L-2 la cual una vez hecho el cajon bajo L-2 se desmontara y los huecos que quedarán serán rellenados con concreto estabilizador de volumen



CORTE B-B

CAD 14-03234 AL 14-080754
14-072834L 14-080093

SUBTRAMO CON SOBREGALIBUS

Fig 31

UNAM

ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA 8 EN SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO"

III.- CRUCE LINEA 8 EN SU INTERSECCION CON LINEA 2.

III.1.- Trabajos preliminares.

Antes de poder comenzar a excavar el tunel falso bajo la estructura de la línea 2, se realizaran los trabajos de colocacion de acero de refuerzo, cementacion del balasto, colocacion de una cama de tubos de acero y mejoramiento de las condiciones mecanicas del suelo en la zona del cruce.

a) Rigidizacion del sistema de vias en la línea 2.

a 1 - Colocacion de barras de acero corrugado perpendiculares al eje de trazo en el balasto de L-2. Esta actividad se realizara de la sig. forma en las caras externas de los muros parapeto de L-2 y en una longitud de 10.0 m a cada lado del eje de trazo de L-8. Se trazaran unos puntos a cada 0.75 m, centro a centro, cuidando en todo momento que cada uno de ellos quede comprendido en el tercio inferior con relacion a la proyeccion del balasto (ver fig. 31).

Teniendo trazados los puntos con una perforadora se procedera a hacer un barreno horizontal, perpendicular al eje de trazo de 2" y 6.00 m de profundidad en cada punto, el cual cruzara el muro parapeto para internarse posteriormente en el tercio inferior de la capa de balasto del sistema de vias L-2, teniendo cuidado de no tocar la galeria de cables de alta tension, localizado al centro del galibo. Concluida la perforacion en un punto se procedera a colocar en el barreno una barra de acero corrugado de 1" por 6.30 m de longitud, dicha barra se hincara con ayuda de una rompedora neumatica. Este mismo ciclo se debera de repetir en cada uno de los puntos tratados.

Cabe aclarar que esta actividad se realizara cuando se este excavando la primera parte de la excavacion del núcleo en el segundo bandejo para la construccion del cajon del metro, en la Calz. de Tlaipan ote. y pte.

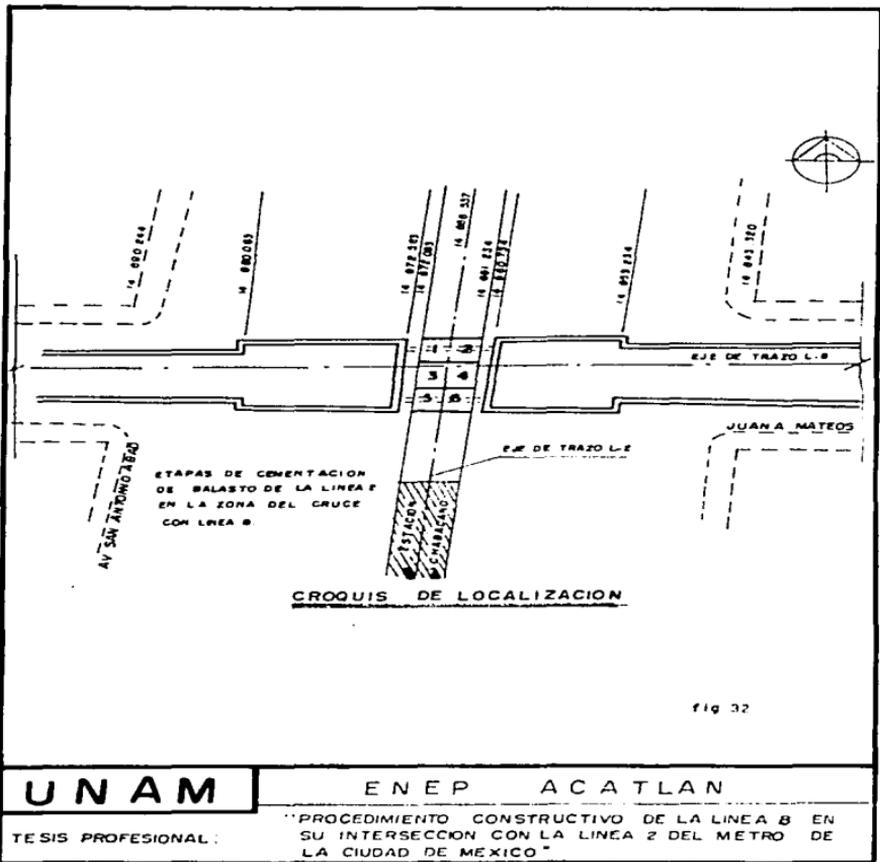
a.2.- Cementado de balasto.

Como trabajos previos a la cimentación se colocará una cimbra tapon de madera en forma transversal al eje de trazo de la L-2, de 9.20 m de longitud por 0.50 m de ancho la cual quedará embebida en el balasto y tendrá como función delimitar la zona por cementar.

Dicho tramo tendrá 10.0 m a cada lado del eje de trazo de L-8 (ver fig. 32). Del mismo modo también se cimbrará perimetralmente la galería de cables que se encuentra al centro del galibo la cual contiene arena térmica con el propósito de evitar que la lechada de cemento penetre y contamine dicha arena.

Terminada la colocación de la cimbra se procederá a hacer calas en el balasto de 0.20 X 0.20 m de sección en el fondo a cada 1.75 m (a cada dos surtientes aprox.). Cabe hacer la aclaración que las distancias entre cada cala podrá reducirse o aumentarse en función de la distancia desplazada por la lechada durante su colocación en las primeras calas.

Debido a que solo se podrán realizar estos trabajos en la noche durante el tiempo que el metro deja de funcionar y se desenergizan las vías de 1:00 a 4:0 A.M. y cuando a que terminado el turno de trabajo se deberá de restablecer las condiciones iniciales en que se encontraba el balasto en las calas donde no se alcanzó a cementar durante la jornada de trabajo de 3.0 hrs. En razón de los puntos antes expuestos se atacará la cimentación en subzonas imaginarias de 4.75 m (ver fig. 32) con la finalidad de poder cementar completamente la subzona en un turno o a más tardar en dos.



Una vez hechas las calas en la primera subzona (ver fig. 32) se procederá a cementar el balasto de la siguiente forma:

La cementación del balasto se hará con lechada de agua-cemento en proporción 1:1, con relación al peso del cemento, adicionándole un fluidizante. Para elaborar la lechada se empleará una máquina agitadora.

La mezcla se irá colocando por medio de gravedad en cada cala hasta saturar completamente el balasto.

El fondo de la cala se protegerá con una capa de grava la cual irá aumentando de espesor conforme el nivel de lechada vaya aumentando, hasta cubrir totalmente el balasto.

Para evitar la sedimentación temprana de la lechada antes de ser colocada se deberá de agitar periódicamente.

Una vez completada la primera subzona, se procederá de la misma manera con la siguiente hasta completar toda el área del cruce.

La colocación de acero de refuerzo y la cementación del balasto tienen como objetivo rigidizar el balasto, tratando en lo que cabe de hacer una losa de concreto armado, capaz de ayudar en un momento dado a absorber movimientos del suelo que se pudieran hacer presentes durante y después de la construcción del cajón subterráneo del metro de la L-3 debajo de L-2.

a.3.- Pistas de reforzamiento.

Concluidos los trabajos de cementación se colocaran en forma paralela las pistas de rodamiento existentes en ambas vias perfiles de acero de las mismas características y calidad sujetas por medio de solera de 1/4" de espesor que a su vez serán fijadas a los durmientes por medio de tirafondos (ver fig. 33)

Las pistas tendrán una longitud de 20 m (10.0 m a cada lado del eje de trazo de L-2)

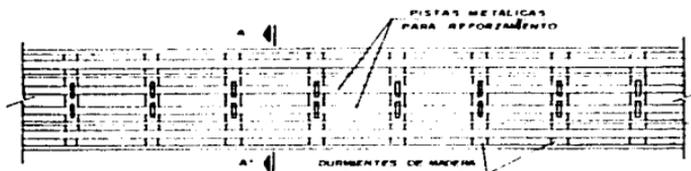
El proposito de estas pistas sera el adicionar a el sistema de vias elementos de soporte que podran ayudar en determinado momento a minimizar al maximo los efectos de movimientos de terreno que se pudieran presentar durante la construcción de la seccion del metro de L-3 bajo la estructura de L-2

b) Hincado de tubos de acero bajo línea 2.

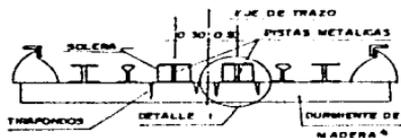
Antes de comenzar el hincado de los tubos de acero se colocara simultaneamente en el cajon con seccion de sobregalibos en ambos lados de la Calz. de Tlalpan una viga de reaccion temporal la cual se elaborara con placa de acero de 3/4" de espesor. Tendra una seccion de 0.60 X 0.40 m con una longitud igual a 12.50 m en promedio.

Dichos elementos deberan de ser empotrados en los muros tablaestaca y se localizaran a 2.50 m del paño exterior del muro topon correspondiente a cada zona de sobregalibos y en forma vertical quedaran exactamente abajo de la losa de techo.

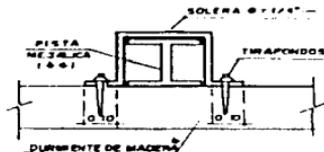
Para el empotramiento se deberan de abrir cajas de 0.30 X 0.60 m de seccion por 0.50 m de profundidad en los muros tablaestaca para lo cual se emplearan rompedoras neumaticas. Terminada la demolicion se procedera a perfilar las cajas, a separar el acero de refuerzo doblandolo y colocandole en su parte inferior una placa de 0.80 X 0.60 m con espesor de 0.95 mm la cual debera quedar



PLANTA



CORTE A-A'



DETALLE I

NOTA LAS PISTAS DE REFORZAMIENTO DE LA VIA DEBERAN TENER UNA LONGITUD DE 30 O BIEN 10 = EN AMBOS LADOS DE LA ZONA DE TRABAJO.

* LOS DURMIENTES DE CONCRETO SE DEBERAN REFORZAR Y ACUNAR PARA LA COLOCACION DE TIRAPONDOS.

REFORZAMIENTO DE PISTAS EXISTENTES EN LA LINEA 2 DEL METRO

Fig. 33

UNAM

ENEP ACATLAN

TESS PROFESIONAL

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA B EN SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO I'E LA CIUDAD DE MEXICO."

soldada al acero de refuerzo del muro tablaestaca, de tal forma que servirá de asiento para la colocación posterior de la viga de reacción.

Una vez terminadas las cajas se procederá al montaje de las vigas de reacción, el cual se hará empleando un malacate que la jalara.

El elemento se irá deslizando por un plano inclinado hasta su posición correcta (ver fig. 34). Terminadas colocadas se rellenarán los huecos que quedarán con concreto $f'_{c} = 150 \text{ kg/cm}^2$ provisto con un aditivo estabilizador de volumen del tipo "ferrolit".

Aprovechando que se tiene el equipo de demolición, se deberá proceder a abrir cajas de la misma forma indicada en los párrafos anteriores en ambos lados de la Calz. en los muros tablaestaca pero a una distancia del BAÑO interior del muro lateral de 1.0 m. y a 2.65 m. del nivel de extrados. Concluida la demolición y hechura de las cajas se colocará de igual manera una placa de $0.60 \text{ X } 0.50 \text{ cm}$ por 0.95 mm de espesor, la cual servirá de asiento a una vigueta de acero.

Colocada y soldada la placa se procederá a empotrar en los muros milán los extremos de una vigueta I.P.C. $33'' \text{ X } 12''$ la cual formará parte de la estructura de soportena y que se empleará durante la excavación posterior del túnel falso bajo la línea 2. Cabe recordar que este elemento se colocará en ambos lados de la calzada (ver fig. 44). Para el montaje de esta vigueta se empleará el mismo procedimiento descrito para la viga de reacción.

El perfil estructural se soldará a la placa de acero y posteriormente se cimbrará y solarán todos los huecos de todas las cajas. Terminada esta actividad se colarán las cuedales con un concreto provisto con un aditivo estabilizador de volumen ferroso.

Concluido el montaje se desmontarán ambos planos inclinados.

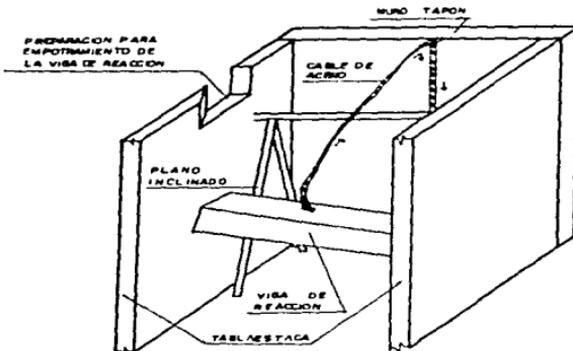
Terminados los trabajos de empotramiento de la viga de reacción y la vigueta I.P.C. Se armará el andamiaje descrito en la fig. 35 para poder hincar los tubos

de acero, simultáneamente al armado del andamiaje se procederá a trazar las zonas por demoler en ambos muros tapon. Cada muro se dividirá en cinco zonas con una sección de $L/5 \times 40$ cm donde L = Longitud horizontal de galibo (ver fig 36)

Teniendo trazados los tramos se demolerán simultáneamente en ambas zonas (Tlalpan ote y pte), la zona central de los muros tapon

Para la demolición se emplearán rompedoras neumáticas empleando para ello temporalmente el andamiaje que se ocupará en el hincado de tubos

Terminada la demolición se comenzará a clavar los tubos de acero de 10" ced 40, el hincado de tubos se hará en tramos de 2.0 m hasta alcanzar una longitud igual a al mitad de la zona de cruce: 6.0 m (ver fig 37)



PLANO INCLINADO PARA COLOCAR LA VIGA DE REACCION

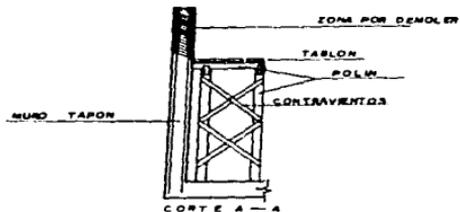
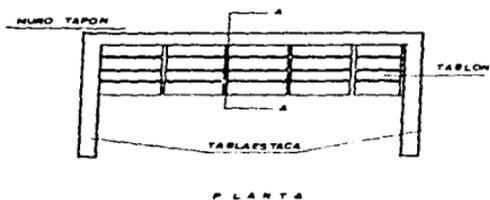
Fig 34

UNAM

ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL:

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA 8 EN SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO"



CIMBRA PARA LA EXCAVACION DEL TERCIO SUPERIOR

Fig 35

UNAM

ENEP A CATLAN

TESIS PROFESIONAL:

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA 8 EN SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO"

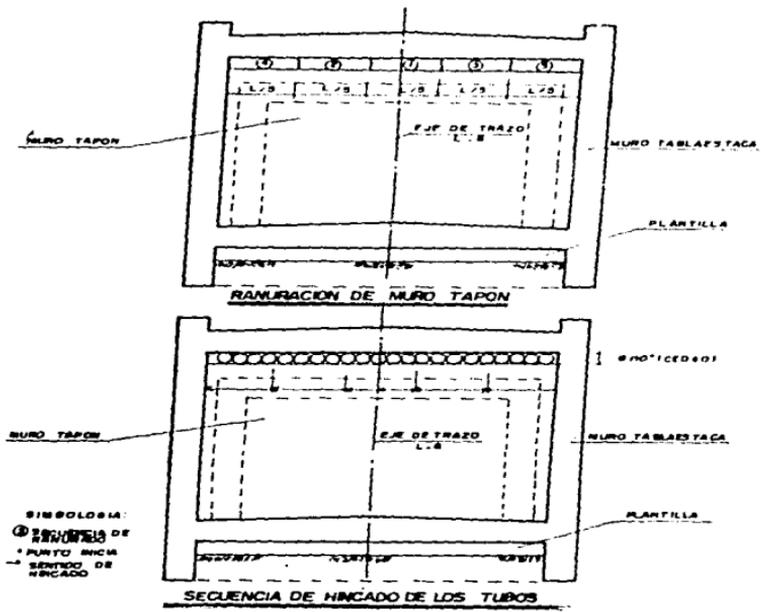


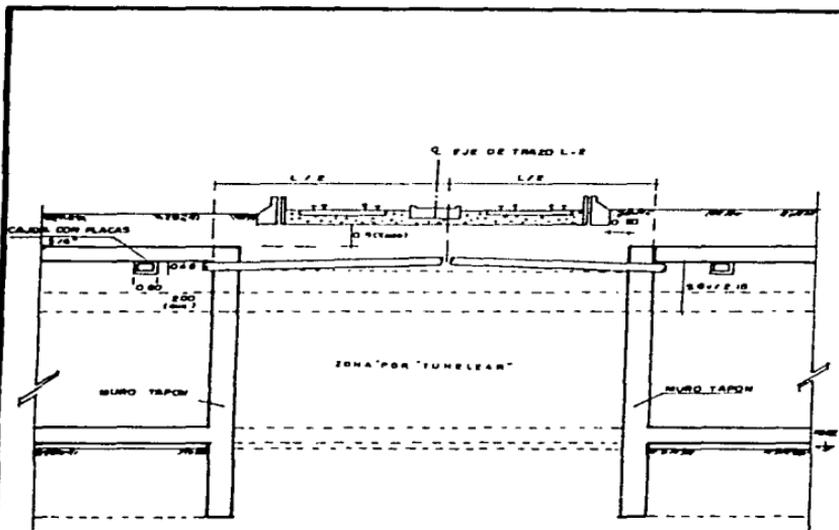
Fig 35

UNAM

ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL:

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA 8 EN SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO"



CORTE LONGITUDINAL, TUBOS DE ACERO 10" CED. 40 HINGADOS

Fig 37

UNAM

ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA 8 EN SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO"

El hincado se hará de la siguiente forma:

Una vez teniendo armado y colocado el andamio en la parte central de cada muro tapón, se procederá a colocar los gatos hidráulicos en posición para el clavado del primer segmento de tubo (en conjunto el o los gatos deberán desarrollar una fuerza de 15 0 ton) los gatos se apoyaran en la viga reacción (ver fig. 38 y 39). Teniendo colocado el gato en su posición se procederá a elevar el primer tramo de tubo empleando para ello un malacate. Al primer tubo por hincar se le colocará un anillo exterior de acero de 10 cm de longitud por 3/8" de espesor el cual facilitará el desplazamiento a través del suelo de los segmentos de tubo posteriores, este anillo deberá de colocarse al inicio del hincado de tubo en su primera parte.

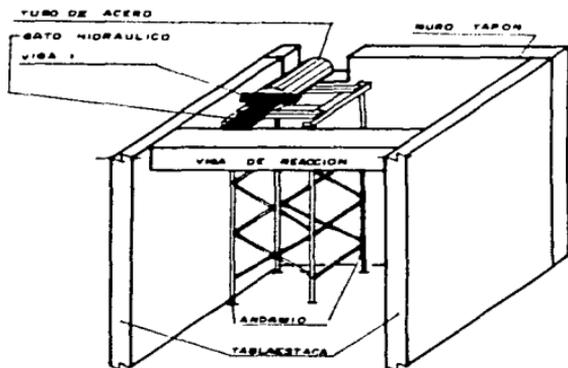
Cabe hacer la observación siguiente. Es muy importante que el primer tubo a hincar en la Tra sección quede bien alineado con respecto a la horizontal y guardando la inclinación mostrada en la fig. 37 en razón de que el siguiente tubo se empalmara a él, es decir el primer tubo servirá de guía para los dos tubos siguientes y estos a su vez para los que continúen prosiguiendo así hasta cubrir toda la longitud del galbo en ambos frentes.

Una vez terminado de hincar el primer tubo en ambos lados, se correrá el andamio de acuerdo a la fig. 36 donde se procederá de igual forma que en el hincado del primer tubo. Este ciclo se repetirá hasta que no quede espacio para alinear un tubo más.

Si durante el hincado de algún tubo se topara este con un estrato muy duro o alguna otra interferencia, se procederá con un equipo de barrancón a perforar el obstáculo para continuar en el clavado de los tubos.

La finalidad de esta gama de tubos es proporcionar durante la excavación del túnel falso, una sustentación del terreno y estructuras que se localizarán arriba de la misma.

O dicho de otra manera, la finalidad de esta cama de tubos es proporcionar una especie de escudo de sustentación de la capas sobreyacentes y estructuras que se encuentran en la superficie durante la excavación del túnel falso bajo la L-2



ANDAMIAJE PARA EL MONTAJE DE TUBOS DE ACERO

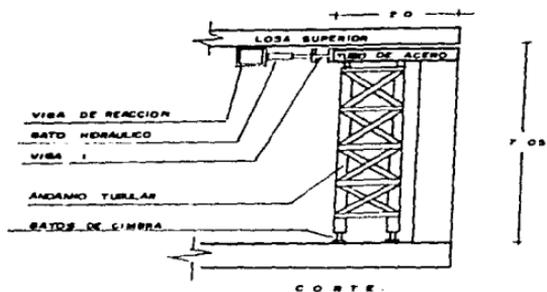
Fig 38

UNAM

ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL:

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA 8 EN SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO"



ANDAMIAJE PARA EL HINCADO DE TUBOS DE ACERO

FIG 39

UNAM

ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL.

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA 8 EN SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO."

c) Inyecciones de consolidación.

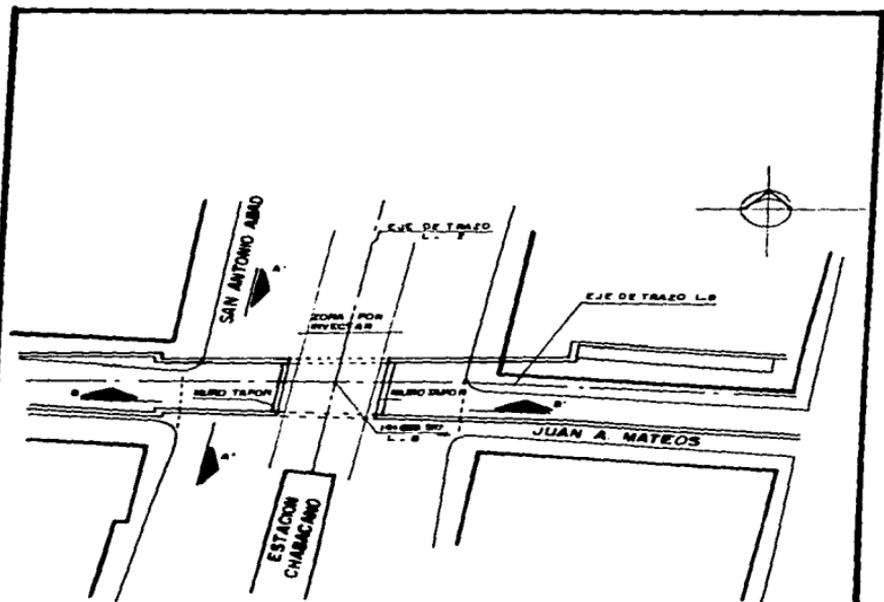
El objetivo de las inyecciones de consolidación es mejorar las condiciones mecánicas del suelo localizado abajo de la estructura de L-2 con lo cual se pretende tener un mayor margen de seguridad durante los trabajos de excavación del túnel falso que tendrán lugar en esa zona (ver fig. 40).

Las inyecciones se efectuarán de la siguiente manera. Se retirará el papel mojado con el cual se taponaron las preparaciones dejadas en los muros para proceder inmediatamente a barrenar con perforadora neumática de pierna un barreno de 4" por 5.0 - 0.50 m. de profundidad de acuerdo con la secuencia indicada en las fig. 41, 42 y 43. Apartir de la cara externa de los muros.

Una vez terminado un barreno se deberá colocar el ademe metálico en la perforación para garantizar su estabilidad. Esta actividad se deberá de realizar para todos los barrenos. Concluida la colocación de ademe para cada barreno se colocará en cada uno una boquilla de inyección la cual deberá de quedar bien fija al muro tapon.

Concluida la colocación de las boquillas se introducirán en el primer barreno superior izquierdo de ambos frentes el tubo de inyección o manguito por medio del cual fluirá la mezcla de inyección.

Para la inyección se empleará una bomba del tipo "moyno" la cual en uno de sus lados estará conectada a un tanque de la mezcla por inyectar y en otro saldrá una manguera de presión de 1.5" de la cual saldrá una reducción de 1.5" a 2.5" unida por un cople para continuar con otro cople de 3.5" que en su siguiente extremo estará conectado al manómetro del cual saldrá otro cople de 4" que estará unido en su parte final a la boquilla de inyección de 3.5".



PLANTA DE LOCALIZACION DE LA ZONA POR INYECTAR

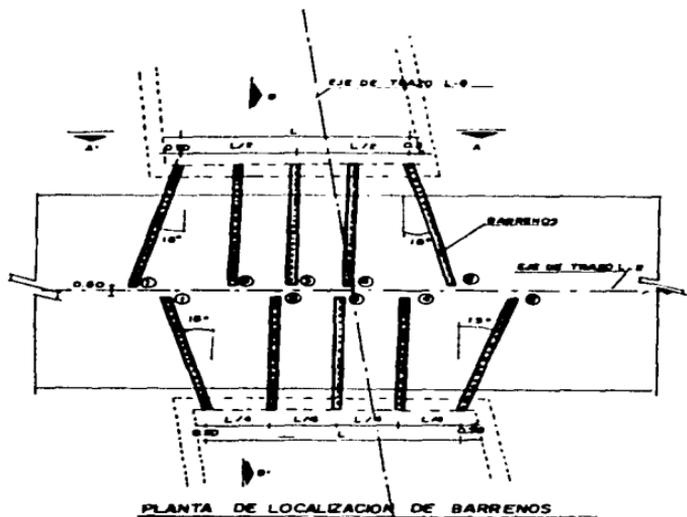
FIG 40

UNAM

ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA 8 EN SU INTERSECCION CON LA LINEA DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO"



① SECUENCIA DE EJECUCION DE BARRENOS

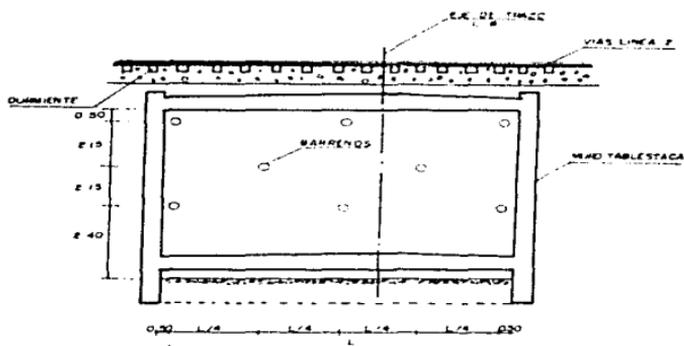
FIG 41

UNAM

ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL:

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA 8 EN SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO"



C O R T E A - A'

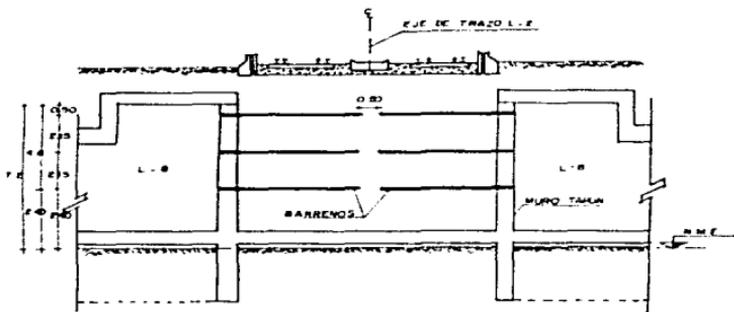
Fig 42

UNAM

ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL:

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA 8 EN
SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE LA
CIUDAD DE MEXICO"



CORTE B — B'

Fig. 43

UNAM

ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL:

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA 8 EN
SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE LA
CIUDAD DE MEXICO"

La inyección en cada barreno se realizará en tres fases, cada fase se realizará por medio de progresiones, inversamente a la barrenación, es decir de la parte final del barreno para atrás.

La primera fase se hará en progresiones de 1.0 m, para después continuar con las dos siguientes en progresiones de 0.50 m.

Primera fase

Una vez armado el equipo de inyección se procederá a inyectar una lechada de cemento-agua en relación 1:3 a la cual se le adicionará 20% de bentonita (en peso del cemento) esta tendrá como propósito fijar el tubo de inyección al terreno y constituirá la primera fase.

Concluida la inyección de "vaina" (1a. fase) se procederá inmediatamente a efectuar la segunda "Tratamiento de inyección" la cual consistirá en aplicar una mezcla de cemento-agua-bentonita, en la cual la relación agua-cemento será de 0.67, añadiéndosele 8% de bentonita (en peso del cemento) para estabilizar la mezcla. Esta lechada deberá de contener un acelerante de fraguado del tipo "Sika" o similar en proporción del 2.5% con relación al peso del cemento.

El cemento a utilizar será tipo :

Para romper la vaina se deberá de aplicar a esta inyección una presión de 0.5 kg/cm².

Concluida la inyección de la 2a. fase se volverá a rebarrenar para de inmediato proceder a la colocación de la tercera fase de inyección, en la cual se inyectará una lechada de cemento-agua-bentonita, con proporción cemento-agua de 0.30 añadiéndosele 50% de bentonita (en peso del cemento) para estabilizar la mezcla. En esta fase de inyección se deberá de agregar un aditivo acelerante de fraguado similar y en la proporción que se indica para la 2a. fase.

Con esta última fase deberá quedar concluida la inyección en el barreno superior izquierdo en ambos frentes repitiéndose el ciclo en todos y cada uno de los barrenos

La excavación del tunel falso no podrá realizarse antes de 48 hrs de haber terminado el proceso de inyección

Presiones de inyección

| TABLA " A " | |
|-------------------|------------------------|
| NIVEL DE BARRENOS | PRESIONES DE INYECCION |
| | KG /CM 2 |
| Primer nivel | 0.30 |
| Segundo nivel | 0.50 |
| Tercer nivel | 0.70 |

Nota: Las presiones antes indicadas se utilizarán para la 2a y 3a fases para cada una de las progresiones.

Con objeto de controlar los volúmenes de inyección de la diferentes mezclas que utilizarán para cada una de las fases será necesario subdividir a estas en dos etapas de acuerdo con lo que se indica en la siguiente tabla.

| TABLA " B " | | |
|-------------|-------|---------|
| FASE | ETAPA | VOLUMEN |
| | | M 3 |
| 2a fase | I | 1.0 |
| | II | 0.75 |
| 3a fase | I | 1.0 |
| | II | 0.75 |

III.2.- TUNELO FALSO

III.2.1.- Excavación del tercio superior.

a) Excavación del primer tunel piloto izquierdo.

Una vez teniendo construido el caion del metro L-8 en ambos lados de la Calz de Tlalpan y concluidos los trabajos previos indicados en el anterior subcapitulo se procederá a construir un andamio (ver fig. 35) a base de madera de pino, el cual servirá para realizar los trabajos de demolición del muro tapon y excavación del tercio superior en Tlalpan ote.

Terminados los trabajos de la construcción de los andamios se procederá a la demolición del muro tapon para la excavación del primer tunel piloto el cual se localizará en la parte izquierda del muro tapon de Tlalpan ote. (ver fig. 44).

El tunel tendrá una sección de L/3 horizontal x 2.48 m. vertical de acuerdo con la fig. 44.

La demolición se efectuara empleando una rompedora de concreto neumatica acarreado el producto de la demolición en carretilla hasta el patio de almacenamiento y extracción de rezaga descrito en el cap. II donde sera extraido por medio de una draga con alicata loca.

Concluida la demolición de la sección del tunel y cortado el acero de refuerzo del muro tapon. Se iniciara la excavación de la sección del tunel piloto. Esta actividad se ejecutara por medios manuales (pico y pala) en avances de 1.0 m. con paredes laterales y techo ademas con viguetas de acero teniendo un frente de ataque vertical.

Las filtraciones que se presentaran durante la excavación y posterior a ella se controlaran mediante la construcción de zarjas que reconoceran a carcamos de bombeo donde se extraera el agua por medio de bombas autocebantes electricas de 3"

El material producto de la excavación será acarreado por medio de carretilla hasta el patio donde será almacenado y posteriormente extraído empleando una draga.

Concluido el primer avance de la excavación (1.0 m) se comenzará con el ademado del túnel de la siguiente forma:

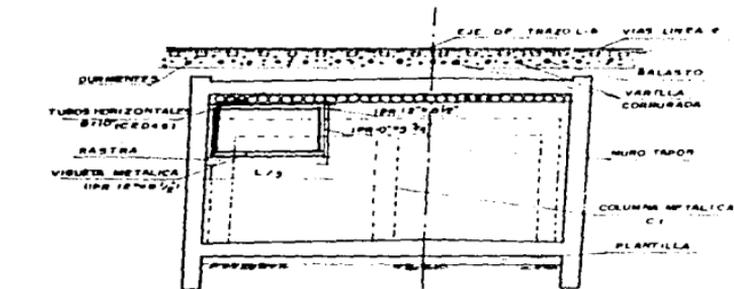
Se colocarán las rastras las cuales estarán constituidas por viguetas metálicas IPR de 12" X 5.5" (ver fig. 44).

Estos elementos tendrán como finalidad servir de apoyo a el ademe vertical de las paredes laterales. sobre las rastras y a cada 50 cm. se colocará y soldará el ademado vertical consistente en vigueta IPR 10" X 5.75" el ademado del techo se unirá con el vertical en su extremo superior formando un marco y estará constituido de perfil IPR 12" X 5.5". En el fondo de la sección paralelo al ademado del techo se colocará en el fondo de la excavación vigueta de acero IPR de 12" por 5.5 el cual se unirá en su parte inferior del ademado vertical formado en conjunto con el ademe de techo un cuadrado.

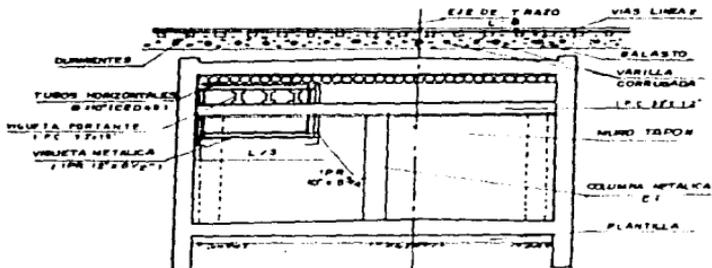
Este ciclo Excavación-acarreo de material-bombeo de achique-extracción de material ademado de la sección se repetirá en cada avance hasta atravesar longitudinalmente el tramo bajo L-2 teniendo especial cuidado en la unión de las rastras dichas uniones deberán de ir soldadas.

Cabe hacer la aclaración de que si por alguna razón no se alcanzara a ademar completamente el tramo durante la jornada de trabajo se deberá de apuntalar con madera y ademar las paredes laterales de igual forma. En virtud de que una vez concluido el turno, comenzaran en la superficie a circular los trenes de la L-2.

Terminado de excavar y ademar el túnel picto se procederá a colocar las viguetas portantes que en conjunto con el ademe vertical y de techo así como las



EXCAVACION Y ADEMADO DEL PRIMER TUNEL PILOTO



COLOCACION DE LAS VIGAS PORTANTES EXTERNAS

Fig 44

UNAM

ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA 8 EN SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO"

viguetas extremas y externas y la columna central formaran la estructura de soporte para la excavación del túnel falso bajo L-2.

Las viguetas portantes estaran constituidas por perfiles de acero longitudinales IPC de 33" X 16" a cada 1.0 m y se colocaran de acuerdo a lo indicado en la fig 44.

Nota: Debido a razones de seguridad la excavación del túnel falso en su tercio superior para la construcción del cajón del metro de L-3 bajo L-2 solo se podrá excavar por la noche y en un solo frente de trabajo cuando el metro deje de dar servicio a las 24 hrs. aprox. hasta las 4:30 A.M. del sig. día, teniendo por lo tanto una jornada de trabajo de 4:30 hrs.

b) Excavación del segundo túnel piloto derecho.

Terminada de colocar la estructura de soporte del túnel piloto izquierdo se procederá a demoler el concreto armado del muro tapon en el lado derecho con las mismas dimensiones que el túnel piloto izquierdo (ver fig. 45).

la demolición se hará empleando una rompedora neumática, concluido este trabajo se procederá a excavar el túnel siguiendo la misma secuencia descrita en el inciso "a" de este subcapítulo pero teniendo la precaución de que las viguetas IPR de 12" X 6.5" horizontales de techo y piso queden colineales con las del túnel izquierdo.

Concluida la excavación y ademado se procederá a colocar la estructura de soporte. Esta actividad se ejecutara de la misma forma descrita para el inciso "a" de este subcapítulo.

c) Excavacion del tunel central.

Concluida la colocacion de la soportaria del tunel derecho se procederá a demoler con equipo neumático (rompedoras) la parte restante del muro tapon la cual tiene una seccion idéntica a los tuneles anteriores.

Concluida la demolición se procederá a excavar el tunel piloto central, dicha excavacion se realizará en forma manual con avances de 1.0 m y el talud en el frente vertical.

Concluido el primer avance se colocaran las viguetas IPR de 12" X 6.5" faltantes en el techo y piso. Es por ello que será sumamente importante que el ademe horizontal de techo y piso de los tuneles piloto extremos queden en su posición colineal.

Los perfiles estructurales antes indicados se soldaran en sus extremos con los correspondientes de los tuneles piloto izquierdo y derecho.

Cabe recordar que si por razones de tiempo o por alguna otra razón imprevisible no se terminara de colocar el ademe de acero en la zona o avance atacado este se deberá dejar apuntalado en el techo utilizando cimbra de madera.

El material producto de la excavacion se acarreará en carretilla hasta el patio de almacenaje y manobra de este lugar será extraído empleando para ello una draga, la cual la depositará en camiones para su acarreo hasta el tiro aprox. 2.1 km.

Acabado de colocar el ademe se continuara con la excavacion y ademe del segundo avance para lo cual se procederá de la misma forma descrita así hasta concluir en toda la longitud del tunel.

Una vez concluida la excavacion del tunel se colocará la estructura portante. Esta se colocará de igual forma descrita en inciso "a" de este subcapitulo. Con

esta parte quedara concluido el sistema de soporte para el cruce L-8 bajo L-2 (ver fig 46)

Llegada a su fin la colocacion de la estructura de soporte se procedera a retirar las viguetas metalicas verticales centrales, las viguetas de piso y las rastras centrales tambien de piso y en su lugar se colocaran puntales hechos a base de tubo de acero 10" x ead. 30" y placa en sus extremos, los cuales iran soldados en su parte final a las rastras laterales para la colocacion de estos puntales se haran zanjas transversales a la seccion cajon de 30 x 30 cm de seccion de 30 x 30 cm de seccion a cada 1.50 m (ver fig 45)

Con esta última actividad quedara terminado el tunel falso en su tercio superior

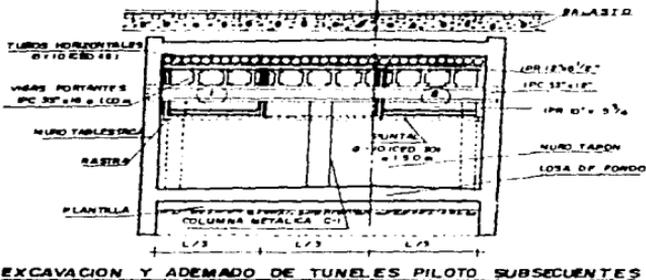
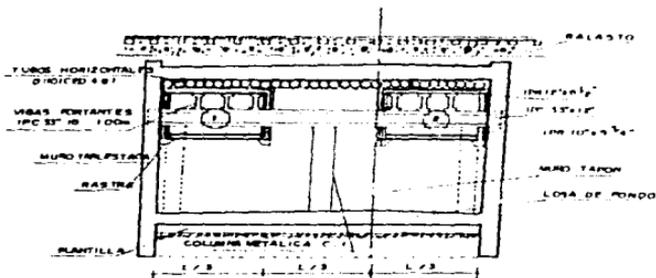


FIG 45

UNAM

ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA B EN SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO"

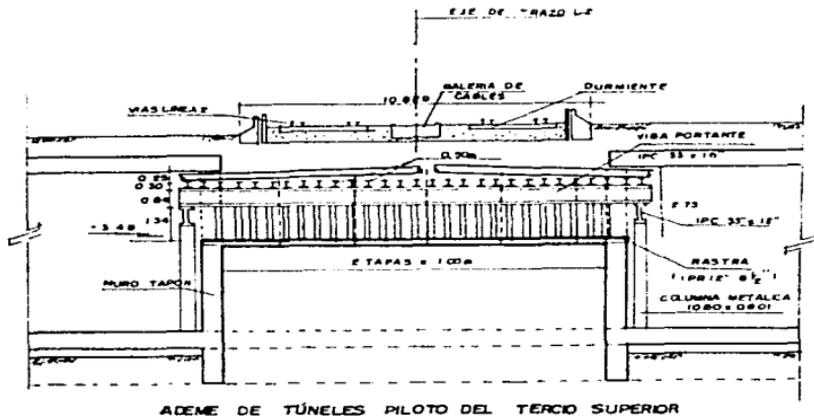


Fig. 45

UNAM

ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL :

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA 8 EN
SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE
LA CIUDAD DE MEXICO

III.2.2.- Excavación del tercio medio.

a) Excavación de túnel piloto central.

Terminada la excavación, ademado y colocación de la estructura de soportaria se procederá a colocar el andamio ahora al nivel -6.21 con relación al nivel de extrados (ver fig. 47)

Cabe hacer la aclaración que la excavación y ademado de este túnel piloto y los consecuentes del tercio medio e inferior se harán en turnos normales de 12 hrs. c/u los cuales serán ininterrumpidos hasta la excavación total de la sección para proseguir de inmediato y con las mismas jornadas a la construcción de la plantilla, losa inferior, muros estructurales y losa de techo.

Una vez teniendo colocados los andamios se trazará en el tercio medio del muro tapón, la geometría del túnel piloto central del tercio medio, el cual tendrá una sección trapezoidal con una longitud en la base inferior de $L/3$ y en su base superior $L/3 + (0.75h + 0.75h)$ con una altura $h = 2.73$ m.

Concluido el trazo con equipo neumático (rompedoras) se procederá a demoler el muro tapón. Concluida la demolición se cortará el acero de refuerzo descubriendo a raíz de la demolición. El material producto de la demolición se acarreará por medio de carretillas hasta el patio de almacenaje y extracción de rezaga, lugar donde se extraerá empleando una draga, la cual depositará este material en las cajas de camión que a su vez lo acarrearán hasta el tiro (21 km).

La excavación de este túnel se hará en forma manual (pico y pala) con avances de 2.0 m, taludes laterales de 0.75:1 y vertical en el frente (ver fig. 48)

Para controlar las filtraciones que se pudieran presentar durante la excavación se construirán zanjas longitudinales de 0.30 X 0.30 m. al pie del talud las cuales reconocerán a cárcamos de bombeo, localizados en el principio y fin del pie de

cada talud, lugar desde donde con una bomba autocebante eléctrica de 3" se extraerá, para tener siempre una área de trabajo seca o estanca. Conforme avance la excavación en cada etapa se acarreará y extraerá el material producto de la excavación en forma similar a lo descrito para la demolición hasta haber excavado toda la longitud del túnel.

La finalidad de excavar primero el túnel central será permitir durante la excavación y además simultáneo de los túneles piloto laterales a la colocación de los puntales que evitarán que las rastras se deslicen hacia el túnel permaneciendo fijas y manteniendo una misma separación.

Al igual que la excavación de los túneles del tercio superior se excavarán los túneles del tercio medio e inferior en un solo frente de ataque.

b) Excavación de los túneles piloto izquierdo y derecho simultáneamente

Concluida la excavación del túnel piloto central se procederá a demoler las secciones restantes del muro tapón de los túneles laterales (ver fig. 4B) y a retirar el acero de refuerzo descubierto. Esta actividad se realizará empleando rompedoras neumáticas. El material de rezaga producto de la demolición se acarreará y se extraerá de la misma forma descrita en el inciso anterior.

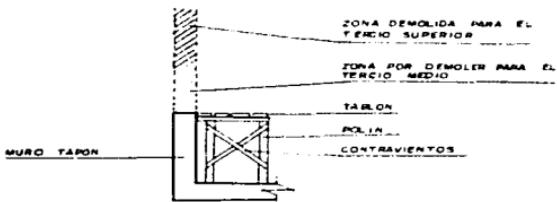
Llegando a su fin la demolición se continuará con la excavación y además de los túneles piloto laterales la cual se llevará a cabo en avances simultáneos de 1.0 m. El material producto de la demolición se acarreará en carretilla hasta la zona de almacenaje y extracción descrito en el inciso III.1.b) donde será extraído con una draga que a su vez la depositará en camiones los cuales la acarrearán hasta la zona de tiro 21.0 x m.

Terminada la excavación de la primera etapa se hincarán las rastras de IPR de forma longitudinal (ver fig. 4B). Después sobre las rastras se colocará el ademe vertical consistente en vigas IPR de 10" X 5.75" a cada 50 cm, las cuales irán

soldadas en sus extremos a las rastras del tercio superior y medio respectivamente con esto se estara prolongando el marco del tercio superior (ver fig. 49)



PLANTA



CORTE B-B

CIMBRA PARA LA EXCAVACION DEL TERCIO MEDIO

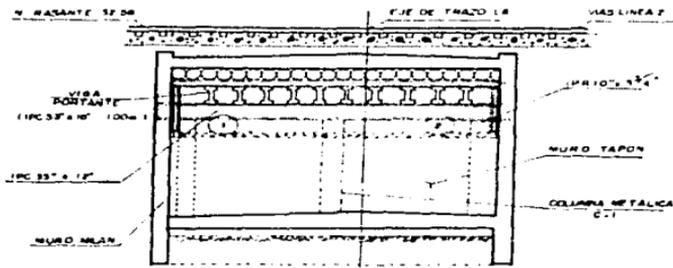
Fig 47

UNAM

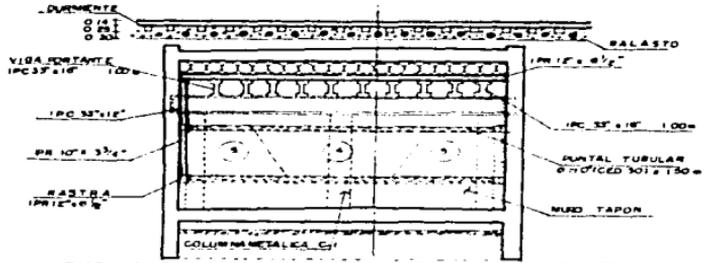
ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA 8 EN
SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE
LA CIUDAD DE MEXICO



RETIRO PARCIAL DE MARCOS METALICOS



EXCAVACION Y ADEMADO DE PAREDES DEL TERCIO MEDIO Y COLOCACION DE PUNTAL

Fig 48

UNAM

ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL:

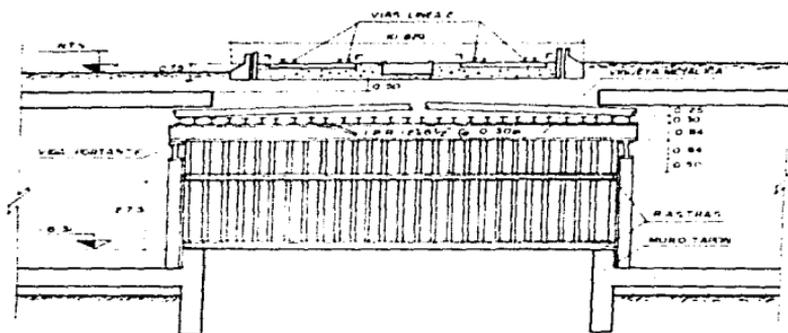
"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA 8 EN SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO"

Terminado de colocar la estructura de contención lateral se excavará una zanja de 30 X 30 cm transversal al eje de trazo en la cual se alojarán los puntales de tubo de acero de 10" ced. 40 reforzado en sus puntas por placas de acero.

Concluida la excavación se procederá a colocar el puntal antes descrito, dichos puntales se colocaran a cada 1.50 m.

Si durante la excavación de las etapas se presentaran filtraciones estas se controlaran excavando una zanja longitudinal al centro de cada tubería dentro la cual reconocera a carcamos de bombeo localizados al principio de la excavación. La zanja se rellenará con grava limpia para evitar el arrastre de finos. De los carcamos se extraera el agua por medio de bombas electricas autosebantes manteniendo la etapa de excavación y las etapas anteriores secas o estancas.

El ciclo antes descrito se repetira en cada etapa hasta haber excavado ademas y apuntalado la totalidad de la longitud, con lo que habra terminado la excavación del tercio medio.



**CORTE LONGITUDINAL
(EXCAVACION Y ADEMAO DEL TERCIO MEDIO)**

Fig. 4.9

UNAM

ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA A EN SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO.

III.2.3.- Excavación del tercio inferior.

a) Excavación del túnel piloto central.

Consumada la excavación del tercio medio se procederá a desmontar el andamio utilizado para la excavación antes mencionada.

Concluido el retiro del andamio se trazará el túnel piloto central de la sección, el cual se desplantará a una profundidad de +8.95 m. con referencia al nivel de extrados. El túnel tendrá una sección geométrica tipo trapezoidal invertida idéntica a la del túnel central de la sección media, con iguales dimensiones.

Ejecutado el trazo se proseguirá la demolición del muro tapon empleando para ello equipo de aire (rompedoras).

Terminada la demolición se procederá a cortar el acero de refuerzo descubierto del muro tapon. El material producto de la demolición se acarreará y se transportará a el lugar de tiro de la misma manera descrita en el subcapítulo anterior.

Finalizada la demolición, se excavará por medios manuales (pico y pala) el túnel central con avances de 2.0 m. taludes laterales de 0.75:1 y vertical en el frente. El material generado por la excavación se tratará de idéntica manera descrita en el inciso II.2.2.

Para controlar los escurrimientos de agua que pudieran presentarse durante la excavación, se excavará longitudinalmente y al pie de los taludes, cajas de 30 X 30 cm. de sección las cuales reconocerán a un carcamo por cada zanja situado al inicio del túnel. Las zanjas se deberán de rellenar con grava limpia para evitar arrastre de finos en los carcamos de 1.0 X 0.50 X 1.0 m. Se colocará una bomba eléctrica autoceevante de 3" con el fin de mantener la excavación completamente estanca.

Concluida la excavación en toda la primera etapa, se continuará de la misma forma que en la segunda hasta acompletar la longitud total del túnel piloto.

Concluida la excavacion, ademado y apuntalamiento de estos túneles piloto laterales se dará por concluida la excavacion del túneleo falso de la L-8 bajo L-2

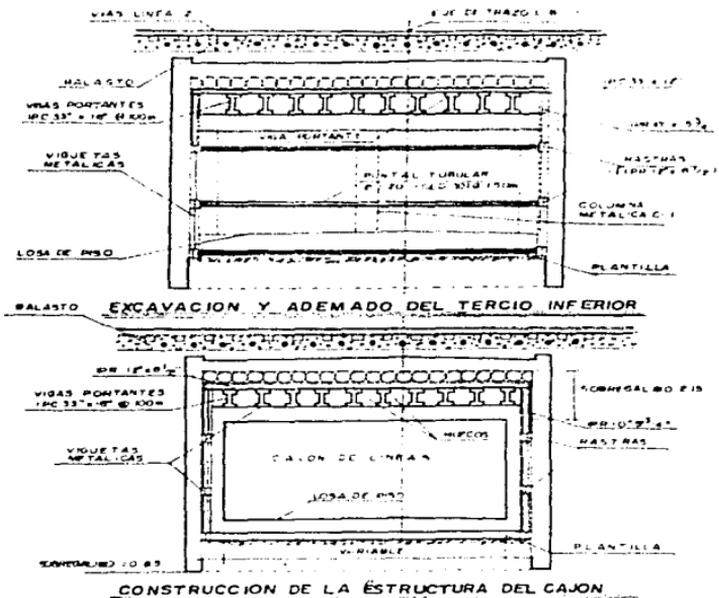


Fig 50

UNAM

ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA 8 EN SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO

III.3.- Construcción de la sección cajón del metro, para la línea 8.

a) Plantilla losa de fondo y muros estructurales

Alcanzada la máxima profundidad (± 95) de inmediato se colará una plantilla con concreto pobre ($f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$) de 40 cm de espesor provisto de un aditivo acelerante de fraguado (ver fig. 50) para evitar que el concreto tapa los puntales del último nivel de excavación, estos se protegerán con cimbra de madera común con lo cual se formarán unos cajones o franjas de madera sin colar 24 hrs después de haber colado la plantilla se retirará la cimbra antes mencionada, así como los troqueles protegidos con ella. Las franjas dejadas sin rellenas se taparán con un mortero provisto de un aditivo estabilizador de volumen. Simultáneamente al colado de las franjas se deberá de iniciar el habilitado del acero de refuerzo que se usará en la losa de fondo, dicha actividad se deberá de realizar al pie de la obra para que una vez alcanzado el concreto colado en las franjas su fraguado inicial se arme el acero de refuerzo.

Alcanzado el fraguado el último colado de la plantilla se armara el acero de refuerzo de la losa de fondo, el cual se ligará con las preparaciones dejadas en las losas adyacentes en los cruces Calz. de Tlalpan etc. y etc. respectivamente. También durante el armado se deberán de dejar las preparaciones del armado de los muros estructurales posteriores.

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

TECNOLOGIA SIGMA

- La losa tendrá un espesor en sus extremos de 16.2 cm y la subrasante 7.5 cm (ver fig. 50) con lo cual se formará una pendiente de este punto a ambos lados.
- Para el colado de la losa se empleará una bomba estacionaria, la cual hará llegar el concreto desde la superficie a la zona de colado.
- La losa se colará con un concreto F' de 200 kg/cm² 3/4" rev. 18 cm, provista con un aditivo acelerante de fraguado, empleando para su colocación una bomba estacionaria, la cual hará llegar el concreto desde la superficie a la zona de colado.
- Conforme se vaya colocando el concreto y para garantizar que no queden oquedades posteriores en la losa, esta se vibrará empleando para ello un vibrador eléctrico.
- Una vez terminado el colado y habiendo el concreto alcanzado su fraguado inicial se curará la superficie expuesta del concreto empleando para ello un producto químico del tipo "curacreto" o similar.
- Simultáneamente al colado de la losa de fondo, se habrá tirado al pie de la obra el acero de refuerzo de los muros estructurales.
- Terminado el curado de la losa inferior se procederá a armar el acero de refuerzo en ambos muros estructurales de acuerdo a proyecto, excepto en la zonas donde el troquel se une con las rastras, en estos puntos solo se dejará las preparaciones para su posterior armado. En la parte superior se deberán de dejar las preparaciones para la liga estructural con la losa tapa.
- Una vez terminado de armar cualquiera de los muros, se comenzará a cimbrar el muro tapón con cimbra común abisando la zona de unión de los puntales de acero con cimbra fronterá de tal forma que esta enmarque el cuadro que se dejará sin colar (zona de unión de troquel con rastra).
- Los muros estructurales tendrán una longitud de 12.0 m X 4.90 m de altura (ver fig. 50). Las cuales se colarán con un concreto F' de 200 kg/cm² 3/4" rev. 18

cm provisto con un aditivo acelerante de fraguado. Para su colocación se empleará una bomba de concreto del tipo estacionario por medio de la cual se llevará el concreto desde la zona de recepción hasta el sitio de su colocación (en los muros estructurales).

Cabe aclarar que el colado del muro estructural abarca además del espesor nominal del muro, el que será de 20 cm, las zonas entre la vigueta IPR de 10" X 5 75" y rastras IPR 12" X 5 75" que sirven de contención de las paredes laterales del lunel falso. Dichos elementos estructurales quedarán embebidos en el concreto durante el colado del muro tapon.

Paralelo al colado de los muros se comenzará el habilitado del acero de refuerzo de la losa superior de acuerdo con el proyecto estructural.

b) Losa de techo

24 hrs. después de haber concluido los muros estructurales se procederá al retiro de los puntales utilizados para detener la cimbra arriba indicada.

Paralelo a esta actividad se comenzará a colocar partiendo del centro hacia los lados, el armado de los bastidores tubulares que servirán de apoyo a los taberos de la cimbra de contacto para la losa de techo.

Terminada esta actividad se limpiará la superficie de contacto iniciando al término de la misma, el armado de la losa de techo.

Cabe aclarar que el acero de refuerzo habilitado en la superficie, se introducirá por el espacio que queda entre la viga portante longitudinal IPC 33" X 16" y la cimbra de contacto, dichos huecos se encontrarán al inicio y al final de la cimbra (ver fig. 50).

Concluido el armado se colocarán las preparaciones para la subsecuente inyección de contacto que se llevará a cabo una vez que la losa haya alcanzado el 75% de su resistencia, dicho arreglo se hará con un pedazo de tubo de PVC de

2" y 76 mm de longitud de acuerdo con la ubicación descrita en la fig. 49 los tubos se colocarán rellenos con papel previamente humedecidos

Finalizado el armado se cimbrarán los costados de la losa de fondo teniendo cuidado de dejar en su posición correcta las preparaciones para el armado posterior del dentellón

Terminada de colocar la cimbra de los costados se iniciará el colado de la losa de techo la cual tendrá un espesor de 76 cm con lo que llegará a la cara exterior del patín de la viga portante longitudinal IPC de 33" X 16" para realizar esta actividad se aprovecharán los huecos que quedan entre las vigas longitudinales antes indicadas

Las características del concreto a utilizar son

$f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ T M A 3/4" (19 mm) rev. 18 a la mezcla se le adicionara un fluidizante para concreto, para colocar el concreto en el molde se emplearan dos bombas del tipo estacionario, una para cada costado con lo cual se acarreará el concreto, desde la superficie hasta la zona de colado de tal forma que dicha actividad comience del centro de la longitud del cruce y termine en forma simultanea hacia los lados

Terminado el colado y una vez que el concreto haya alcanzado el 75% de su resistencia de proyecto, se retiraran las columnas de acero empleando para ello equipo de corte, oxigeno-acetileno de igual manera se desmontaran las vigas portantes extremas y externas de IPC 33" X 12" los huecos dejados en la losa de piso y tablaestaca respectivamente, serán rellenos con un concreto provisto con un aditivo estabilizador de volumen no ferroso

Concluido el desmontaje y relleno de los huecos dejados, se procederá a armar y cimbrar el denteñon antes indicado. Consumada la colocación de la cimbra se procederá a colar con un concreto similar al empleado en la última etapa de a losa de fondo, y su colocación se realizará, empleando una bomba estacionaria

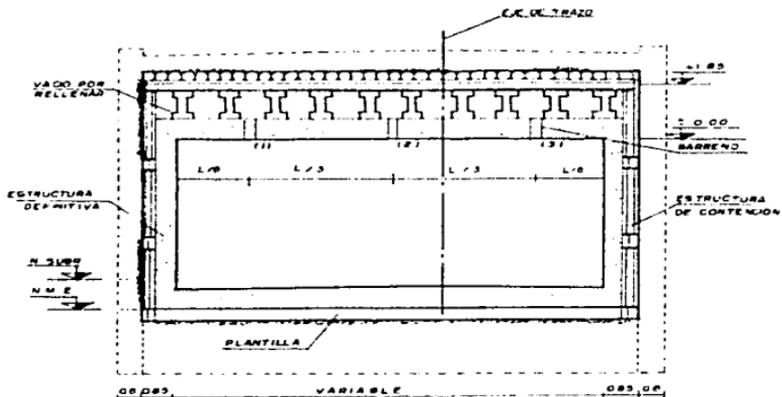
Una vez que el concreto haya alcanzado el 75% de su resistencia (siete días), en los dentellones y en las últimas etapas de la losa de techo, se procederá a retirar toda la cimbra utilizada, para los muros (denteñones)

c) Inyecciones de contacto.

Concluido el retiro de la cimbra de los dentellones se procederá a quitar el papel humedecido dejado en las preparaciones (ver fig. 51)

Una vez limpias las preparaciones se procederá a colocar y fijar bien en la losa superior, las boquillas, llaves de paso y manómetros de presión en cada una de las preparaciones, así como a conectar a cada uno de ellos las mangueras y equipo neumático para la inyección. Cabe hacer notar que la finalidad de esta inyección de contacto será de rellenar todos los espacios existentes entre la estructura de contención temporal (vigas de acero) y la estructura definitiva (losa de techo) y de esta manera exista una interacción estructura y losa definitiva con el subsuelo sobreyacente.

Esta inyección se realizará en dos fases y en tres zonas las cuales a su vez tendrán tres barrenos cada una localizados de acuerdo con la fig. 52



SECCION PARA INYECCION DE CONTACTO

SECCION PARA INYECCION DE CONTACTO

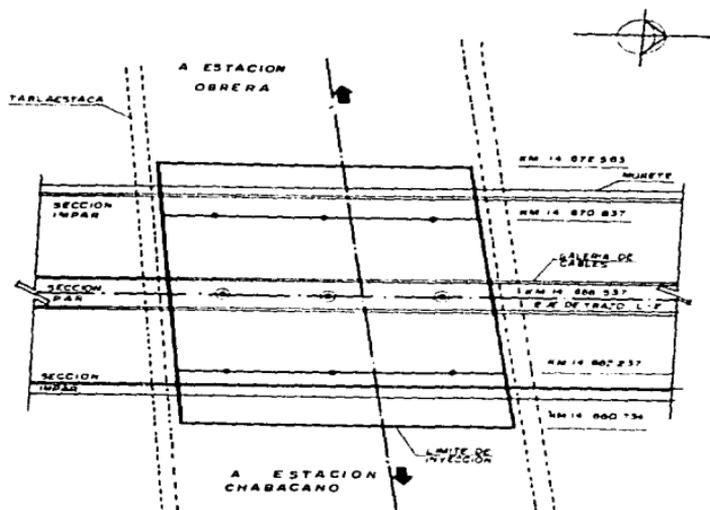
FIG 51

UNAM

ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL:

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA 8 EN SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO"



PLANTA DE DISTRIBUCCION DE BARRENOS

FIG 52

UNAM

ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA 8 EN SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO"

Una vez teniendo en cada barreno los aditamentos arriba indicados se procederá a la primera inyección de la siguiente forma:

Inyección de contacto 1ra. fase

Esta inyección se desarrollará en forma simultánea en todos los barrenos y consistirá en un mortero agua-cemento-bentonita-arena el cual se elaborará de acuerdo a lo siguiente:

| | |
|--|--------------------------------|
| agua-cemento | 2% en peso del cemento |
| bentonita | 3% máximo en peso del cemento |
| arena | 25% máximo en peso del cemento |
| más un fluidizante propio para mortero | |

Para la inyección se emplearán tres bombas del tipo moyno las cuales tendrán tres salidas para cada barreno y cada una de estas estará conectada a cada una de las boquillas. Por cada barreno se deberán de inyectar 19.5 m³.

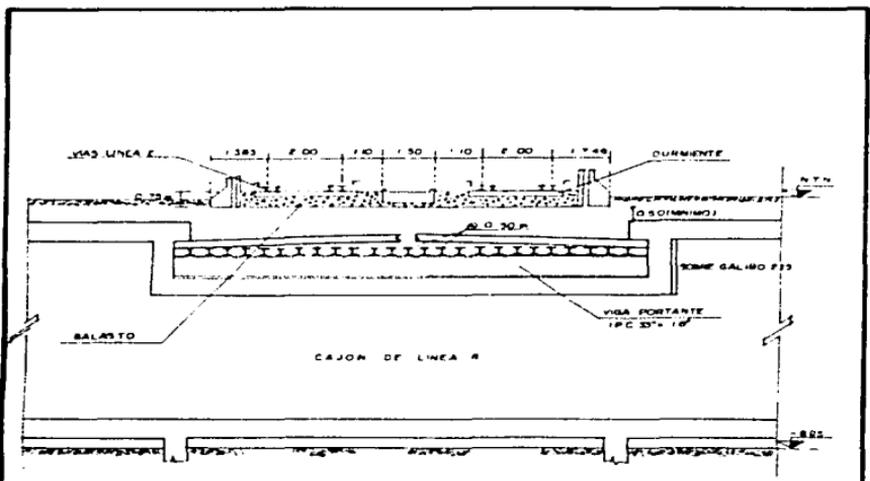
Una vez inyectado este volumen en cada barreno se dará por terminada la inyección en esta primera fase (ver la fig. 52).

Inyección de contacto 2a. fase.

72 hrs. después de haber concluido la inyección de la 1ra. fase se reperforarán los barrenos empleando una perforadora de pierna para tal fin con una profundidad de 1.85 m. con relación al nivel de intrados (ver fig. 50) se colocarán de nuevo las boquillas, llaves de paso, manómetros y mangueras conectadas a las bombas moyno para realizar la 2a. fase de la inyección, la cual consistirá en una lechada agua-cemento en proporción 3:1 en peso del cemento.

Una vez comenzada la inyección esta se dará por terminada cuando en un lapso de un minuto no se tenga absorción de la misma a una presión de 0.4 kg/cm². dicha presión no deberá excederse durante la inyección.

Concluida esta fase se considerara rellena toda la seccion por encima de la losa de techo dando por concluido el cruce de la estructura de la linea 8 bajo la linea 2 (ver fig 53)



CORTE LONGITUDINAL
(ESTRUCTURA DEL CAJON CONCLUIDA)

Fig 53

UNAM

ENEP ACATLAN

TESIS PROFESIONAL

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA 8 EN SU INTERSECCION CON LA LINEA 2 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO."

CONCLUSION

El método descrito anteriormente para el cruce del cajón del Metro de la línea 8 bajo la estructura de la línea 2 sin interferir el funcionamiento de la línea 2 ni dañar su estructura, es una buena alternativa para construir el cajón del metro de la línea 8 bajo la construcción existente de la línea 2 ya que durante la construcción de esta última no se dejaron las preparaciones para este cruce, creando con ello un importante obstáculo en la construcción de la línea 8.

No obstante también es importante observar que este procedimiento es lento y costoso comparado con el sistema de excavación a cielo abierto entre muros tablaestaca. Sin embargo de no hacerse en la forma indicada a lo largo de la tesis o con algún otro procedimiento similar y optar por el sistema de excavación a cielo abierto coaccionaría los siguientes problemas:

- Transbordo de aproximadamente 600 000 pasajeros por día hábil que usan la línea 2, los cuales tendría que descender en la estación San Antonio Abad y por otro tipo de medio trasladarse a la estación Xola y viceversa.
- Falta de transporte superficial para atender la demanda de transbordo el cual se agudizaría en las "horas pico".
- Construcción de vías alternas de circulación que sustituyeran los dos sentidos de la caiz de Tlalpan.

- Pérdidas de hrs hombre y maquina debido a los transbordos y carga vehicular respectivamente
- Molestias a los usuarios del metro transeuntes automovilistas y comercios de la zona, como resultado de los transbordos andadores inadecuados desvios vehiculares y falta de clientes respectivamente

En razon de lo desarrollado en el presente trabajo y de lo antes expuesto podemos concluir que este es un buen procedimiento seguro y eficiente para la construcción del cajon del metro sin ninguna perturbacion en el transito de trenes de la linea 2, en ambos sentidos evitando con ello transbordos y molestias a los usuarios del metro. Del mismo modo se reduciran al minimo los 'embotellamientos', perdidas hora-hombre, hora-maquina, las molestias a los transeuntes de la zona. Además con este procedimiento la estructura existente de la linea 2 no sera dañada y si se vera reforzada como consecuencia de los trabajos previos al cruce.

En suma, Este procedimiento es una buena y segura alternativa la cual permitira cruzar con la estructura del metro de la linea 8 bajo la construcción de la linea 2. La cual no interrumpira el funcionamiento de la linea 2, ni dañara su estructura, asi como tampoco causara molestias al transito vehicular ni a vecinos de la zona.

Nota: Esta alternativa de construcción del cruce de L-8 bajo L-2, fue realmente utilizado en la mayor parte de sus detalles durante la ejecución de los trabajos del cruce antes mencionado.

GLOSARIO

ABOCINE: Se refiere a la forma que adquiere la construcción como resultado de un cambio en la distancia horizontal entre muros de concreto, (tablaestacas)

ACAMELLONAR: Almacenar material

ACERO DE REFUERZO: Son las varillas de acero con lo que se arman los diversos elementos que posteriormente serán cimbrados y colados

ADEMADO: Es un procedimiento de contención del terreno natural durante un proceso de excavación para la ejecución de un trabajo

AGUA FREÁTICA: Es el nivel máximo al que se encuentra físicamente al excavar el agua contenida en el suelo

ALMEJA: Dispositivo mecánico o neumático que consta de dos partes o quijadas las cuales cortan el material (suelo) con las quijadas abiertas y al ser extraída se cierran sus quijadas atrapando el suelo cortado

ANDAMIOS: Estructuras de acero o de madera desmontables

APUNTALAR: Es la colocación de elementos estructurales de madera o acero colocados entre dos muros, dos perfiles estructurales de acero, dos losas de concreto o entre losa de concreto y terreno natural. Con la finalidad de restringir sus movimientos verticales o horizontales según sea el caso

AZOLVE: Material incesable que invade una excavación o estructura ya construida

BALASTO: Son pedazos de roca caliza o basalto, mayores a 2.5 cm y menores a 10.0 cm

BARRENOS: Perforaciones

BERMA: Es un intervalo o zona de terreno horizontal que separa a dos taludes consecutivos

BOMBEO DE ACHIQUE: Se refiere a la extracción de agua filtrada hacia el interior de la excavación recolectada en pequeños carcamos

BOMBEO HIDRAULICO: Es la extracción de agua por medios mecánicos de cada pozo excavado

BROCAL: Es un elemento temporal hecho de concreto armado que tiene la forma de "ele" invertida el cual se coloca a lo largo del borde de la zanja excavada previamente

CAJON: Se entiende en este trabajo como cajón del metro del metro a la forma real que tiene la construcción de los intertramos subterráneos, comparándolos con un cajón de forma rectangular cualquiera

CARCAMO: Pequeños huecos excavados en el fondo de las excavaciones generalmente en una esquina donde se recolecta el agua producto de las filtraciones

CARPETA AZFALTICA: Estructura hecha de mezcla asfáltica o concreto hidráulico

CEPA: Sinónimo de zanja

COMPACTADOR: Aplanadora

CONSOLIDACION: Compactar, agrupar

COPELE: Dispositivo mecánico en forma de anillo roscado internamente en ambos extremos. Sirve para unir dos tramos de tubo

CURADO: Acción mediante la cual se coloca una película o membrana sobre la superficie expuesta o que queda a la intemperie en un elemento de concreto armado o simple recién colado

DENTELLON: Muro de contención de concreto armado, de sección transversal trapecial

DRAGA: Grua

DURMIENTE: Elemento de madera o concreto que sirve de base para el tendido de una vía

PERFIL: Es la forma física en general que adquiere la construcción de la estructura de concreto del metro a lo largo de su trayectoria

PISTAS DE REFORZAMIENTO: Vigas de acero tipo "H" sobre las cuales ruedan las llantas neumáticas del metro

PRECOLADOS: Elementos de concreto armado colados fuera de su lugar de utilización

PROGRESIONES: En el proceso de inyección, progresión es un intervalo de longitud dentro de cada barrero

REVENIMIENTO: Es el grado de trabajabilidad que presenta la mezcla al llegar a la obra

REZAGA: Material producto de la excavación de núcleo

ROLES DE CONCRETO: "Ruedas" hechas de concreto simple de 10 0 cm de diámetro

SAMPEADO: Plantilla de concreto pobre reforzada con malla tipo gallinero la cual se coloca sobre el talud

SUBRASANTE DE LA LOSA DE FONDO: Es el nivel más alto de lasa de fondo o parteaguas de la misma

TABLAESTACA: Es un muro de concreto colado en sitio el cual tiene como función contener el terreno natural que se encuentra en su cara externa con referencia a la zona por excavar

TABLETAS PRECOLADAS: Son losas de concreto armado pretensado, hechas fuera de su colocación final las cuales para su fabricación, transporte y colocación se fabrican de acuerdo a las dimensiones indicadas en el proyecto de que se trate

TALUD DE EXCAVACION: Es la inclinación que presentan ya sea al inicio o al final o en los cuatro lados, las paredes de una excavación

TIRAFONDOS: Elementos de sujeción de las pistas de reforzamiento a los durmientes de madera

TIRFO: Elemento mecánico de tracción

TIRO: Se refiere al lugar físico donde se deposita el material producto de las demoliciones y o excavaciones de núcleo durante el proceso constructivo del metropolitano

TOLVA: Dispositivo mecánico de forma cónica la cual tiene como función recibir e inducir el concreto descargado de las cillas o las trompas o tubos de acero que lo conducirán al nivel que se requiera

TRAZO: Se refiere a el lugar físico por donde pasara la línea (calles, Avenidas, etc.)

TROQUEL: Elemento metálico o de madera, de forma circular o cuadrada, de longitud ligeramente inferior a la distancia horizontal entre los muros tablaestaca o vigas (P.R. (rastras) durante el procedimiento de tunelaje bajo línea 2)

TUNEL FALSO: Es la excavación para atravesar un obstáculo, en forma horizontal, en la cual existen los muros laterales y la losa de techo de la sección del tunel ya construidos.

TUNEL PILOTO: Surtunel de longitud igual al tunel falso, pero de sección igual a un tercio de la longitud horizontal por 2.48 m. de la long. vertical.

VIBRADO O PICADO DE CONCRETO: Es la forma mecánica de acomodar el la mezcla en el molde o cimbra con la finalidad de evitar que queden vacíos o huecos en el producto final (muros, losas, etc.)

VIBRADOR ELECTRICICO: Equipo electromecánico que se emplea para garantizar que el concreto vaciado ocupara el 100% del molde, es decir que no habra vacíos o huecos en el elemento colado

ZANJA: Excavación hecha generalmente a mano, con una profundidad no mayor de 1.5 m. y un ancho de 0.86 m.

BIBLIOGRAFIA

- Isme "planeacion de la linea 8 del metro" (revista "Grupo ICA", IV época año 35 No. 70 Noviembre-Diciembre 1990)
- The Size Well Conection (Revista Internacional Construction July 1990)
- Linares Sanchez, Antonio "Tuneles y Obras Subterranas" primera edición España, Editores Tecnicos asociados S.A. 1977, 376 pp
- Excavacion y revestimiento de tuneles. Centro de Educacion continua, 1977
- "Realizacion de tuneles por perforacion horizontal de pilotes tubulares" (freysient Magazine, Septiembre de 1950)