

92  
2Ej



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**“IMPORTANCIA Y CONSTRUCCION DE UNA  
ESTACION DE TRASBORDO DE UNA LINEA DE  
OPERACION A UNA LINEA EN CONSTRUCCION”**

**TESIS PROFESIONAL**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE**

**I N G E N I E R O C I V I L**

**P R E S E N T A :**

**RAFAEL MADRIGAL HERNANDEZ**

México, D. F.

1987.



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está 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.

INDICE  
CAPITULO I  
INTRODUCCION.

1.1	PROBLEMATICA ACTUAL.....	5
1.2	PROGRAMA MAESTRO DEL METRO.....	8
	A) INTRODUCCION.....	8
	B) BASES JURIDICAS.....	9
	C) EVOLUCION DEL TRANSPORTE.....	10
	D) METODOLOGIA.....	12
	a) Recopilación de información.....	13
	b) Area de estudio y zonas de cobertura.....	13
	c) Analisis de prefactibilidad fisica.....	13
	d) Analisis de la oferta y la demanda.....	14
	e) Construcción de escenarios futuros.....	14
	f) Objetivos Generales.....	14
	g) Determinación de corredores de transporte.....	14
	h) Evaluación y jerarquización de los corredores.....	14
	i) Red de metro al año 2010.....	14
	j) Factibilidad tecnica.....	15
	k) Analisis de beneficio/costo.....	15
	l) Etapa de ampliación.....	15
	m) Metas y equipamiento.....	16
	n) Tipologias de las líneas.....	16
	ñ) Instrumentación.....	16
1.3	ALTERNATIVAS DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE LA LINEA METRO.....	17
	A) METRO SUBTERRANEO.....	17
	B) METRO SUPERFICIAL.....	21
	C) METRO TUNEL.....	24
	D) METRO ELEVADO.....	29

CAPITULO II

	IMPORTANCIA DE LA ESTACION DE TRASBORDO CENTRO MEDICO L-3, L-9.	
II.1	CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LA LINEA 9.....	38
	A) INTRODUCCION.....	38
	B) PLANEACION DE LA LINEA.....	38

C) ORIGEN Y DESTINO.....	39
D) ALTERNATIVAS ANALIZADAS.....	39
E) TRAZO DE LA LINEA.....	39
F) LONGITUD Y NUMERO DE ESTACIONES.....	40
G) PRINCIPALES ALIMENTADORES.....	40
H) CARACTERISTICAS DE LAS TERMINALES.....	42
I) DELEGACIONES ATENDIDAS.....	42
J) EMPRESAS QUE INTERVIENEN EN LA PLANEACION.....	42
11.2 IMPORTANCIA DE LA ESTACION CENTRO MEDICO.....	43
A) HORAS DE MAXIMA DEMANDA LINEA 9 HORIZONTE 2010.....	43

CAPITULO III

DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO, ESTACION CENTRO MEDICO. L-9, PROGRAMACION Y COSTOS.

111.1 OBRAS INDUCIDAS.....	48
A) DESVIO DE LA TUBERIA DE AGUA POTABLE Ø 20".....	48
B) DESVIO DEL COLECTOR Ø DE 152 cm. DE LA AV. BAJA CAL....	51
111.2 CONSTRUCCION DE MUROS MILAN.....	54
A) ANTECEDENTES.....	54
B) INFLUENCIA ESTATIGRAFICA.....	54
C) PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.....	55
1. Preexcavación.....	55
2. Excavación de zanjas.....	55
3. Estabilización de zanjas.....	58
4. Propiedades y características que debe cumplir el lodo estabilizador.....	59
5. Juntas metalicas.....	61
6. Manejo y colocación del acero de refuerzo.....	62
a) Maniobras de Izaje.....	62
b) Centrado del Acero de Refuerzo.....	63
7. Colado con tubo tremie.....	64
8. Supervisión.....	65
111,3 INSTRUMENTACION DE LA ESTACION CENTRO MEDICO.....	67
A) BANCOS DE NIVEL SEMIPROFUNDO.....	67
B) CONTROL DE MOVIMIENTOS EN LA SUPERFICIE.....	67
C) INCLINOMETROS.....	68
D) ESTACIONES PIEZOMETRICAS.....	69

III.4	CONDICIONES DE CIMENTACION EN EL VALLE DE MEXICO.....	70
	A) FALLAS DE TALUDES.....	71
	B) ESTABILIDAD DE TALUDES.....	71
	C) TIPOS Y CAUSAS DE FALLA MAS COMUNES.....	72
	a) Falla por deslizamiento superficial.....	72
	b) Deslizamiento de las laderas naturales sobre superficies de falla existentes.....	73
	c) Falla por movimiento del cuerpo del talud.....	73
	d) Flujos.....	74
	e) Fallas por erosión.....	74
	f) Falla por licuación.....	74
	g) Falla por falta de capacidad de carga en el terreno de ci- mentación.....	75
	D) MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES.....	76
	a) Tendido de taludes.....	76
	b) Empleo de bermas laterales o frontales.....	76
III.5	ABATIMIENTO DEL NIVEL FREATICO.....	77
	I. Ademe de los pozos de bombeo.....	78
	II. Bombas de extracción de agua.....	78
	III. Localización y profundidad de los pozos de bombeo.....	78
	IV. Tiempo de bombeo.....	78
	1. Localización de los pozos de bombeo.....	78
	2. Profundidad de los pozos de bombeo.....	79
	3. Perforación de los pozos de bombeo.....	79
	4. Limpieza de las perforaciones.....	79
	5. Ademe de los pozos.....	79
	6. Ranurado de los ademes.....	79
	7. Malla alrededor del ademe.....	79
	8. Filtro.....	80
	9. Desarrollo del flujo hidráulico.....	80
	10. Bombas.....	80
	11. Profundidad de instalación de las bombas.....	80
	12. Presión de operación de las bombas.....	80
	13. Control.....	80
	14. Tiempo de bombeo.....	81
	15. Longitud de bombeo.....	81

III.6 EXCAVACION, APUNTALAMIENTO Y CONSTRUCCION.....	82
A) ETAPAS CENTRALES (FRENTE PONIENTE).....	82
B) ETAPAS LATERALES (FRENTE PONIENTE).....	85
C) FRENTE ORIENTE, PASARELA DE COMUNICACION CON LA LINEA 3 SUR.....	87
D) FRENTE ORIENTE DE LA ESTACION.....	89
E) LOCALES TECNICOS.....	90
F) ACCESOS.....	92
G) CARCAMO.....	93
H) GALERIA PARA CABLES.....	94
I) CABECERA PONIENTE.....	94
III.7 IMPERMEABILIZACION DE LA ESTACION CENTRO MEDICO.....	97
A) LOSAS.....	97
I. ANTECEDENTES.....	97
II. MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS DE IMPERMEABILIZACION.....	97
II.1 Preparación de la superficie a impermeabilizar.....	97
II.2 Impregnación dela superficie con un preparativo.....	98
II.3 Colocación de la membrana impermeabilizante.....	99
II.3.1 Colocación general.....	99
II.3.2 Reparación durante la colocación.....	100
III. PRUEBA DE VERIFICACION.....	101
III.1 Prueba en la azotea de la estación impermeabilizada.....	101
IV. CONTROL DE LA COLOCACION.....	102
B) JUNTAS DE PROTECCION.....	103
III.8 RELLENO SOBRE EL CAJON SUBTERRANEO DE LA ESTACION CENTRO MEDICO.....	108
I. CALIDAD DEL MATERIAL.....	108
II. EQUIPO DE ACOMODO Y COMPACTACION.....	109
III. PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION.....	110
A) TENDIDO DEL MATERIAL.....	110
B) COMPACTACION DEL MATERIAL.....	110
IV. CONTROL DE CALIDAD.....	111
A) CONTROL DE LOS MATERIALES.....	111
B) CALIDAD DEL TRAMO CONSTRUIDO.....	111
III.9 RESTITUCION DEL PAVIMENTO.....	112
III.10 PROGRAMACION Y COSTOS.....	113

CAPITULO IV.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	114
-------------------------------------	-----

## CAPITULO I

### INTRODUCCION

#### 1.1 PROBLEMATICA ACTUAL.

El futuro de la ciudad de México, que en la actualidad es una de las más pobladas del mundo y que según los últimos estudios de la O.N.U., considera de que si sigue los índices de crecimiento actuales será en el año 2000 la ciudad que más habitantes cuente.

Es importante que el desarrollo urbano no debe ni puede concebirse fuera del contexto socio-económico nacional. Así, en nuestra gran metrópoli se tiene innumerables problemas que requieren de una atención y solución inmediata, siendo uno de los principales el tránsito. Para solucionar este problema, es necesario crear la infraestructura a nivel de vialidad, facilidades de transportación pública y sobre todo proporcionar a los habitantes de la ciudad los medios necesarios para satisfacer sus necesidades de desplazamiento de un lugar a otro.

El transporte urbano es uno más de los muchos y graves problemas que requiere resolver las autoridades del Departamento del Distrito Federal y de no ser atendido y resuelto en un corto tiempo, puede llegar a crear situaciones insostenibles.

Mucho se dice que la movilidad es la quinta de las libertades, y el automóvil ha llegado a convertirse en garantía de aquella libertad a la vez que es aceptado por muchos como un símbolo de éxito en la vida, para comprobarlo en los años de 1955 a 1985, el número de automóviles registrados pasó de 55,000 a casi 2'000,000 con un aumento del 4000% aproximadamente en sólo 30 años.

El planteamiento real del problema del transporte urbano, no consiste sin embargo en saber si quienes usan sus automóviles para desplazarse estarán en medida de seguir haciéndolo al serles resueltos sus requerimientos básicos, como son: el poder circular y en poder estacionarse; sino el problema fundamental de tránsito, consis

\*\*

\*\*

te en poner a disposición de todos los ciudadanos, tanto los que tienen como los que no tienen automóvil, unos medios colectivos de transporte que por sus características resulten atractivos para uno y otro tipo de usuarios potenciales.

Para dar algunas cifras que enmarquen el problema descrito basta considerar que en el año de 1979 de los casi 2'000,000 de vehículos que existían registrados, solamente 3% eran de transporte colectivo y efectuaban el 79% de los viajes que se generaban; en cambio el 97% del resto de los vehículos, compuestos básicamente por automóviles particulares, sólo atendían el 21% de los viajes. Se puede decir que aquí radicaba el origen del problema de la vialidad y el tránsito.

De no haberse tomado la decisión en el año de 1967 de iniciar la construcción de los primeros 41.5 kilómetros del sistema de transporte colectivo "METRO", es indudable que a la fecha, la ciudad estaría paralizada, en gran parte por que no hubiera existido un medio eficiente para resolver el problema de la transportación.

En la anterior administración, las autoridades del D.D.F., decidieron crear en el mes de septiembre de 1977 la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano (COVITUR), organismo descentralizado, cuyas funciones son las de crear la infraestructura necesaria para la construcción de las nuevas líneas de ampliación del Sistema de Transporte Colectivo "METRO", así como la de coordinar con las autoridades respectivas, todas las medidas tendientes a dar facilidades para la transportación de los ciudadanos en todos sus aspectos. Desde esa fecha, esta comisión se abocó en forma paralela a la solución del problema de transportación, fundamentalmente en tres aspectos:

- 1.- La realización del Plan Rector de Vialidad y Transporte de las Políticas del Plan de Desarrollo Urbano del D.F.
- 2.- La construcción de las etapas subsecuentes del Sistema de Transporte Colectivo "METRO".
- 3.- La solución al problema de vialidad.

El Plan Rector de Vialidad y Transporte del D.F., contempla cuatro planes fundamentales para la solución de este problema que son: \*\*



\*\*

- Plan del Metro
- Plan de Vialidad
- Plan de Transporte de Superficie
- Plan de Estacionamientos y Programass Complementarios.

Dentro de este esquema, todas las soluciones que han sido tomadas por las autoridades del Departamento han sido encaminadas a la solución del problema del tránsito.

El Metro ha sido considerado la columna vertebral del Sistema de Transporte Colectivo, como tal, se planteó la segunda etapa de construcción de este Sistema, con una longitud de 44.62 kilómetros. No obstante que los problemas de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, se autorizó una tercera etapa de construcción del Metro con una longitud de 25.38 kilómetros. Actualmente se está realizando una cuarta etapa de construcción del Metro con una longitud de 48.77 kilómetros.

Además se han tomado medidas para dar facilidades a los otros Sistemas de Transporte de Superficie, como han sido la construcción de Ejes Viales y carriles preferenciales, la municipalización del Transporte Urbano Público, la actualización de éstos transportes y la construcción de vialidades importantes de nuestra ciudad.

## 1.2 PROGRAMA MAESTRO DEL METRO.

### A) INTRODUCCION.

En el caso del D.F., y de acuerdo a la hipótesis media de crecimiento demográfico, su población llegará a cerca de los 16 millones de habitantes par el año 2010. Esto significa la construcción de casi otra ciudad del tramaño de la actual, que requerirá de vivienda, transporte, equipamiento y servicio, entre otros factores, para satisfacer sus necesidades básicas.

En consecuencia de lo anterior, la movilidad tendrá notables incrementos, ya que el número de viajes/persona/día estimado para el 2010, es del orden de 41'000,000. Para ello, las autoridades del Departamento del Distrito Federal, han dispuesto un conjunto de acciones de vialidad y transporte debidamente coordinadas, las cuales tienden a reducir los problemas actuales y a preverlos que de acuerdo a los estudios específicos pudieran presentarse.

Como parte de esta política destaca la revisión del Programa Maestro del Metro, en él, se establece, que el Metro, es la columna vertebral del Sistema de Transporte. Sin embargo, el Metro, no puede resolver todos los problemas de movilidad, siendo por ello necesario su integración con otros medios, de acuerdo al Programa Integral de Vialidad y Transporte.

Bajo estas condiciones de complementariedad el Programa Maestro del Metro, se define como: un instrumento rector de carácter dinámico para la ampliación sistemática de la red, congruente con el Plan Nacional de Desarrollo y con los objetivos y políticas de Programa de Desarrollo de la zona Metropolitana de la Ciudad de México, así como el Programa de Desarrollo Urbano del Distrito Federal y con los lineamientos establecidos en el Programa de Vialidad y Transporte.

En forma concreta, el Programa Maestro del Metro, considera y define la provisión de reservas territoriales para las nuevas instalaciones del Metro, señala restricciones para derecho de vía de las líneas y determina etapas de ampliación de la red, de

\*\*

acuerdo a los escenarios futuros que se prevén en el Programa de Desarrollo Urbano del Distrito Federal.

#### B) BASES JURIDICAS.

La comisión de Vialidad y Transporte Urbano, órgano desconcentrado del Departamento del Distrito Federal, en los términos del Capítulo I, Artículo 2o., del Reglamento Interior del propio Departamento está facultado por la fracción I del Artículo 49 de dicho Reglamento para elaborar y mantener actualizado el Programa Maestro del Metro, conjuntamente con la Coordinación General de Transporte.

El Artículo 2o., establece: Para el estudio, planeación y despacho de los asuntos que le competen al Departamento del Distrito Federal, cuenta entre otras áreas y unidades administrativas, con la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano como Organó Desconcentrado.

El Artículo 49 establece que corresponde a la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano:

- a) Elaborar y mantener actualizado el Programa Maestro del Metro, conjuntamente con la Coordinación General de Transporte.
- b) Proyectar, programar, construir, contratar y supervisar las obras de ampliación del Sistema de Transporte Colectivo, adquirir los equipos necesarios y entregar las construcciones e instalaciones completas al propio sistema.
- c) Con base en los estudios efectuados, elaborar y poner en vigor los sistemas y métodos técnicos en materias de Vialidad y Transporte Urbano.
- d) Programar, construir y contratar las obras viales propias del transporte urbano, y en su caso modificar las existentes.
- e) Con base en los estudios efectuados por la Coordinación General de Transporte proyectar y construir los estacionamientos públicos del Distrito Federal.
- f) Supervisar la obra civil y electromecánica del Sistema de Transporte Colectivo y del Servicio de Transportes Eléctricos.
- g) Proyectar y construir las obras e instalaciones requeridas por el Servicio de Transportes Eléctricos y Autotransportes Urbanos de Pasajeros Ruta 100.

### C) EVOLUCION DEL TRANSPORTE.

En los albores del presente siglo el transporte urbano adquiere una nueva imagen con la aparición de los tranvías movidos por energía eléctrica. Esta nueva movilidad vino a convertirse en el principal sistema de comunicación de los habitantes y de hecho, sentó bases para el futuro crecimiento de la ciudad. Las líneas de tranvías que partían del Zócalo hacia Tacuba y Azcapotzalco, Santa María, Tlalpan, Xochimilco y la Villa principalmente, constituyeron verdaderos nervios para la urbanización actual. En 1914, a raíz de una serie de conflictos obrero-patronales, la empresa de tranvías bajó la eficacia con que venía prestando el servicio; tampoco incrementó la red de líneas como era deseable para ajustarse a la demanda.

Entre 1916 y 1918, para suplir la deficiente transportación que ya era notoria, aparecieron los autobuses. Inicialmente el servicio se caracterizaba por la operación de automóviles adaptados con canchales para diez personas. No existían horarios ni rutas fijas, sino que cada propietario elegía a su criterio, tanto el período de operación, como el itinerario en función de la demanda. Generalmente las primeras corridas se dieron en los mismos recorridos de los tranvías. Esta situación se prolongó hasta 1922, año en que se agrupó el servicio en 29 líneas con un total de 1457 autobuses. Para el año de 1945 el total de unidades llegó a 1957; en 1950, se incorporaron 1400 más y ya para 1979 el total de concesiones ascendió a 7200. Desde luego, las unidades fueron modernizándose y ampliando su capacidad.

Otro modo de transporte que aparece en la segunda década del siglo en curso es el taxi. Al principio funcionando sin itinerario fijo y posteriormente adicionado la modalidad de "pesero", o sea, de ruta fija. Se estima que en 1980, operaba en la Ciudad de México alrededor de 60 mil taxis y en 1985, cerca de 90 mil unidades.

Por su parte, el primer automóvil particular aparece en 1898, siendo explosivo su crecimiento a tal grado, que en 1925 ya circulaban 15 mil unidades; en 1950, subieron a 55 mil; en 1960 llegaron a 192 mil; en 1970 subiendo a 600 mil y en 1985, alcanza una cifra superior a los 2 millones de vehículos.

A dicho crecimiento obedeció, en buena medida, la ampliación sistemática de la red vial, los viaductos Miguel Alemán y Tlalpan así como las radiales San Joaquín y Lázaro Cárdenas entre otras arterias importantes de la ciudad. Cabe considerar que en 1978 se asignó una nueva función a dicha red con la construcción de los ejes viales, al disponer de carriles preferenciales para uso de los transportes colectivos de superficie (autobuses y trolebuses), inclusive en contrasentido.

Por otra parte, el Metro nace como respuesta a la situación crítica del transporte en la década 1969-70. Las frecuentes situaciones de congestionamiento que se presentaban en el centro de la ciudad forzaron a la implantación de un transporte masivo que absorbiera los fuentes volúmenes de viajes que había en algunos corredores. Al mismo tiempo serviría para implantar la columna vertebral del transporte colectivo que tanto estaba necesitando la ciudad. Esta función recayó en el Metro; sistema que inmediatamente tuvo aceptación generalizada de la población. Fué tal la preferencia del público por esta modalidad que de 248 mil pasajeros por día registró el Metro en 1969, paso a 855 mil al año siguiente, y entre 1970 y 1980 aumentó el pasaje a un ritmo sostenido de 12% anual.

La 1a. etapa de construcción realizada entre 1967 y 1970 constó de 3 líneas con 41.5 km., de longitud total. En 1978, se inició la 2a. etapa que incrementó la red a 81.6 km. merced a la ampliación de la línea 3 en su parte norte, desde Tlatelolco a Indios Verdes y desde el Hospital General a la estación Zapata en el sur, así como la construcción de las líneas 4, 5 y 6.

La magnitud y las características del problema del transporte así como la urgente necesidad de hacerle frente, motivó la creación de la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano, en septiembre de 1977; organismo que en primera instancia se abocó a elaborar el "Plan Rector de Vialidad y Transporte".

Dicho plan rector dió a conocer resultados en mayo de 1980 entre los cuales se contaban la identificación de la problemática en ese momento y las acciones que deberían realizarse para minimizarla.

\*\*

Los alcances consistieron en la implantación de planes de Metro, de Vialidad, de Transporte Colectivo de Superficie, de Estacionamiento y otras acciones complementarias.

Las circunstancias económicas a nivel mundial y nacional tuvieron un impacto negativo en la disponibilidad de recursos financieros que afectaron las metas programadas.

En lo que concierne a los antecedentes de revisión a los programas del Metro, en 1980, las metas del Plan Maestro del Metro consistieron en la construcción de 378 km. de red, en la cual deberían funcionar 807 trenes para tener una capacidad de 24 millones de pasajeros diariamente. En 1982, se efectuó una nueva revisión que modificó los alcances de 444 km. de red, 882 trenes y una capacidad para 26 millones de usuarios por día.

A la luz de los programas mencionados, en el pasado reciente la cobertura de la red se ha ampliado hasta la Ciudad Universitaria mediante la extensión de la línea 3; se ha prolongado al poniente el servicio de la línea 2 hasta Cuatro Caminos, la línea 1 se ha ampliado hasta la Estación Pantitlán y se construyen las líneas 7 y 9, la ampliación oriente de la línea 6 que integran el complemento de la 3a. parte de la 4a. etapa.

#### D) METODOLOGIA.

La metodología empleada en esta revisión, se basa en el proceso de trabajo, de acuerdo a un diagrama de flujo (Gráfica G-2), que considera la retroalimentación como un concepto fundamental de la planeación.

De esta manera, en el diagrama mencionado se destacan dos líneas principales de acción: una que se refiere a los estudios relacionados con la cuantificación de la oferta y de la demanda y otra que está dirigida al conocimiento de la estructura urbana y de las posibilidades y restricciones físicas que la ciudad ofrece para alojar las futuras líneas del sistema.

\*\*

\*\*

Estas actividades se establecen a partir de la definición del área de estudio y de los objetivos generales que el sistema del Metro deberá cumplir en el futuro. El resultado de estas dos líneas de trabajo interconectadas, permitirá evaluar alternativas y coadyuvar en la toma de decisiones.

La metodología considera como marco general de desarrollo urbano, el "Programa de Desarrollo Urbano del Distrito Federal" y se sustenta en la encuesta de origen-destino realizada por COVI-TUR en 1983, para el análisis cuantitativo de la demanda.

Con el fin de hacer explícitas las actividades más importantes que se han realizado para la actualización y revisión del Programa Maestro del Metro 1985, a continuación se describen los propósitos generales de cada una de ellas.

#### a) RECOPILACION DE INFORMACION.

Esta etapa se dedicó a la investigación, recopilación y procesamiento de datos sobre los diferentes instrumentos de planeación a nivel local, regional y nacional que toman en cuenta la zona Metropolitana de la Ciudad de México y particularmente los relacionados con la transportación de personas.

#### b) AREA DE ESTUDIO Y ZONAS DE COBERTURA.

Se determinó el ámbito especial de las actividades económicas y sociales que sirve de marco de referencia al Programa Maestro del Metro, tanto para explicar la problemática actual, como para visualizar el impacto futuro de las líneas de acción que se han definido.

#### c) ANALISIS DE PREFACTIBILIDAD FISICA.

Se desarrollaron las siguientes actividades:

-Revisión de la infraestructura vial con el objeto de seleccionar los derechos de vía, calles y proyectos viales vigentes que debido a su continuidad y sección transversal, permitan alojar líneas del Metro.

-Definición de un red preliminar de acuerdo con los antecedentes obtenidos en estudios anteriores, tomando en cuenta las nuevas condiciones de movilidad, esta red sirvió de guía para el análisis físico y al mismo tiempo para alimentar el modelo de asignación.

\*\*

\*\*

d) ANALISIS DE LA OFERTA Y LA DEMANDA.

Se identificó la magnitud y las características de la oferta y la demanda del transporte en general, con base en la encuesta Origen-Destino de 1983, de manera específica la correspondiente al Sistema Metro, y se investigaron sus causas, efectos y tendencias.

e) CONSTRUCCION DE ESCENARIOS FUTUROS.

Con los resultados del diagnóstico, se explotaron las tendencias actuales para visualizar las condiciones que presentaría la Ciudad de México a mediano y largo plazo en lo relativo al transporte urbano de pasajeros, de persistir dichas tendencias.

f) OBJETIVOS GENERALES.

Se definieron los objetivos que deberá cumplir el Programa Maestro y se realizó un análisis de compatibilidad con los establecidos en otros programas de planeación para la zona Metropolitana de la Ciudad de México.

g) DETERMINACION DE CORREDORES DE TRANSPORTE.

Se identificaron las principales corrientes de viajes por rango de volúmen, para asociarlas a los distintos sistemas de transporte y específicamente a aquellas que por su demanda fueron susceptibles de alojar una línea del Metro.

h) EVALUACION Y JERARQUIZACION DE LOS CORREDORES.

Se determinó el orden jerárquico en el que deberán satisfacerse los corredores de viajes, que se justificaron como líneas del Metro.

i) RED DE METRO AL AÑO 2010.

Se determinó la red del Metro, congruente con las necesidades de la demanda, con la estructura urbana de la ciudad de México y con su imagen-objetivo que a largo plazo se pretende alcanzar.

\*\*



\*  
j) FACTIBILIDAD TECNICA.

Esta actividad comprendió los siguientes aspectos:

-Interferencias con Redes Urbanas.

Detención de las interferencias de las líneas del Metro analizadas, con las redes de drenaje, agua potable, teléfonos, energía eléctrica, ductos de PEMEX, vías de ferrocarril, transporte eléctrico y obras viales.

-Condicionantes de Planeación Urbana.

Incorporación de las condiciones de Planeación Urbana que se ha definido por las dependencias oficiales y específicamente por el Programa de Desarrollo Urbano del Distrito Federal.

-Investigación de Campo en el Area de Influencia.

Obtener información a detalle sobre las características urbanas actuales y predominantes en las áreas de influencia de las líneas y transformar dichos datos en parámetros de evaluación, tales como: secciones transversales, probables afectaciones, zonas histórico-monumentales, áreas verdes, entre otros. Red de Transportes de Superficie (autobuses urbanos, suburbanos y trolebuses).

Obtener el inventario y las características de los servicios de transporte de superficie, en el área de influencia de las líneas del Metro.

k) ANALISIS DE BENEFICIO/COSTO.

Se estimó el costo de cada una de las líneas seleccionadas, realizándolas con los beneficios que se obtuvieron a través del modelo de evaluación. Adicionalmente se establecieron referencias con otros medios.

l) ETAPA DE AMPLIACION.

Se definieron las etapas de la red de acuerdo a los horizontes de planeación seleccionados.

\*\*

m) METAS Y EQUIPAMIENTO.

En función de las etapas de ampliación, se expresaron las metas a cumplir en términos de instalaciones fijas y del material rodante que se requerirá para satisfacer la demanda.

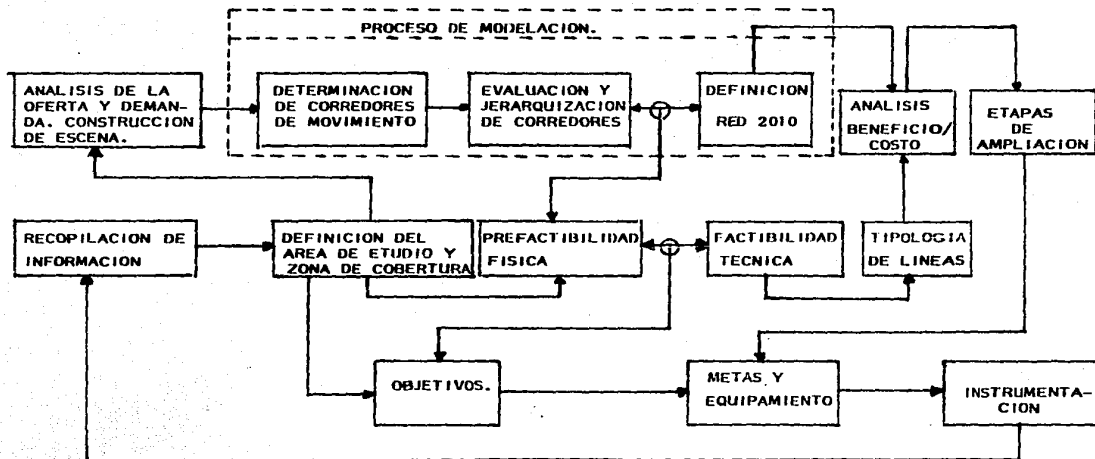
n) TIPOLOGIA DE LAS LINEAS.

Se precisó el tipo o tipos de estructura para cada una de las líneas de la red, en función de las condicionantes que impongan las diferentes zonas urbanas por las que cruzan.

ñ) INSTRUMENTACION.

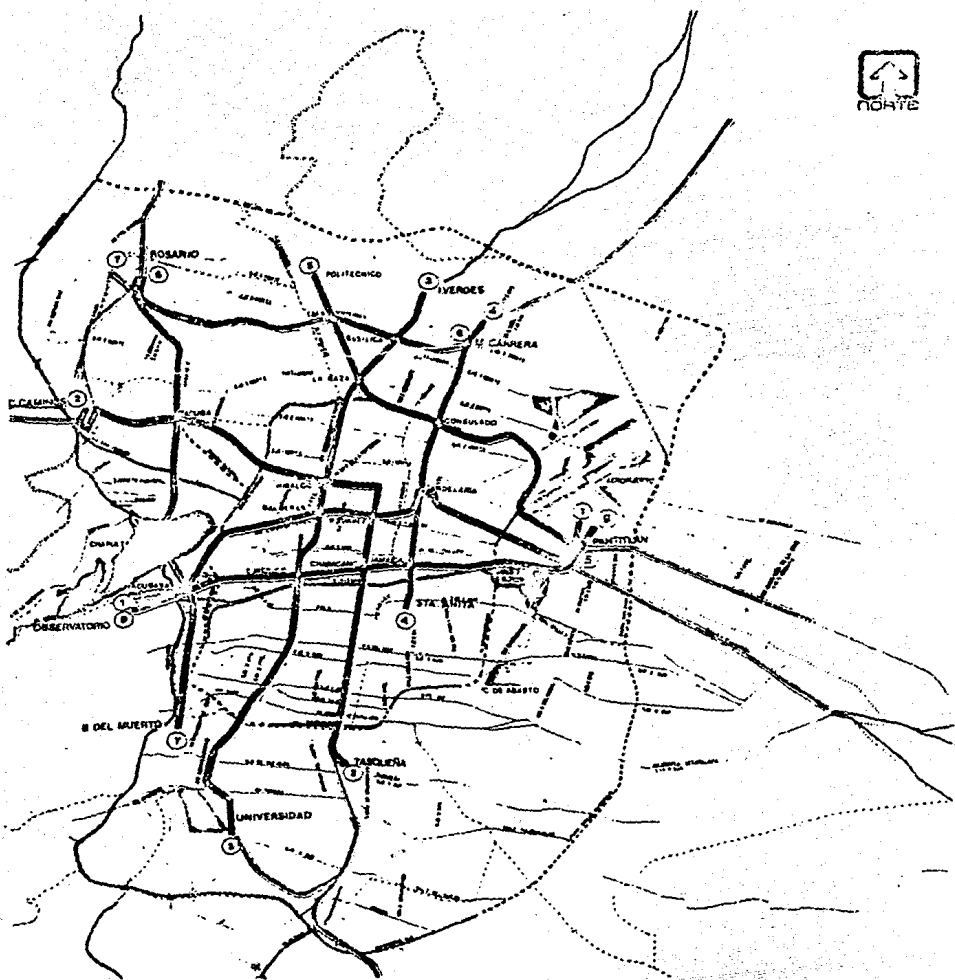
Se establecieron los requerimientos físicos y operativos para prever la implantación de líneas de la futura red del Metro así como de sus instalaciones fijas complementarias, en términos de restricciones de alineamiento y de usos, destinos y reservas del suelo urbano, así como para propiciar la coordinación de las obras de infraestructura urbana.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES.

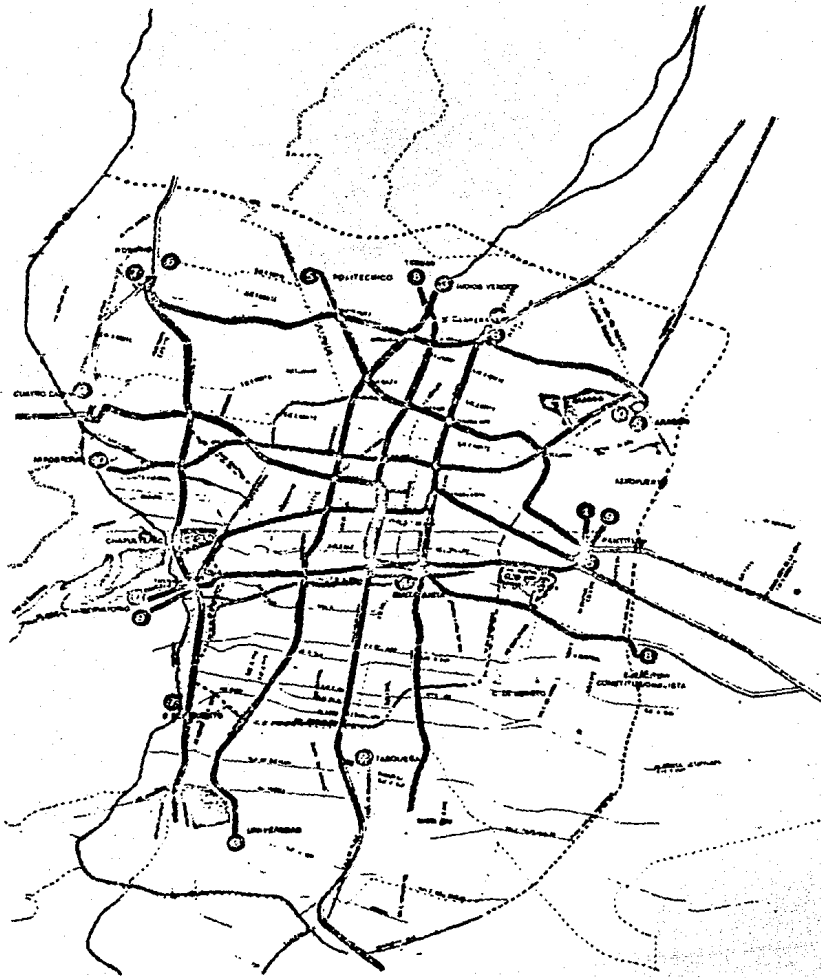


GRAFICA G-2

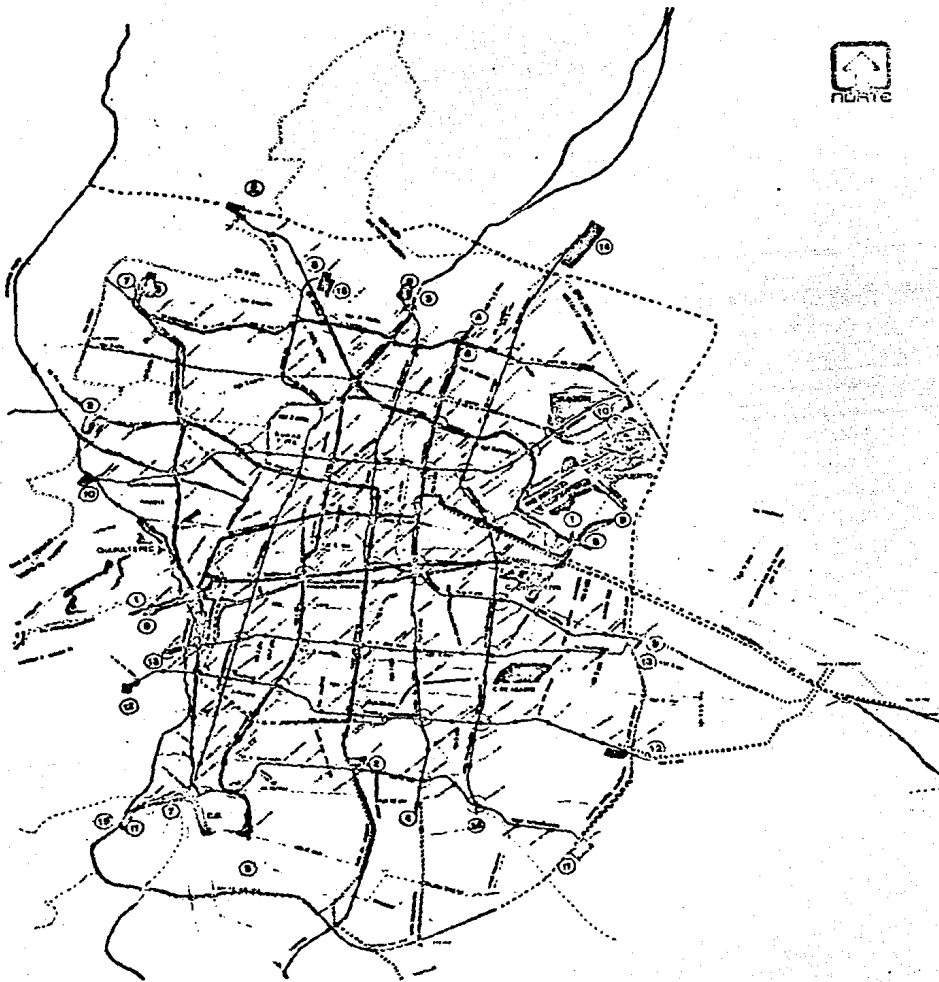
# RED HORIZONTE 1988



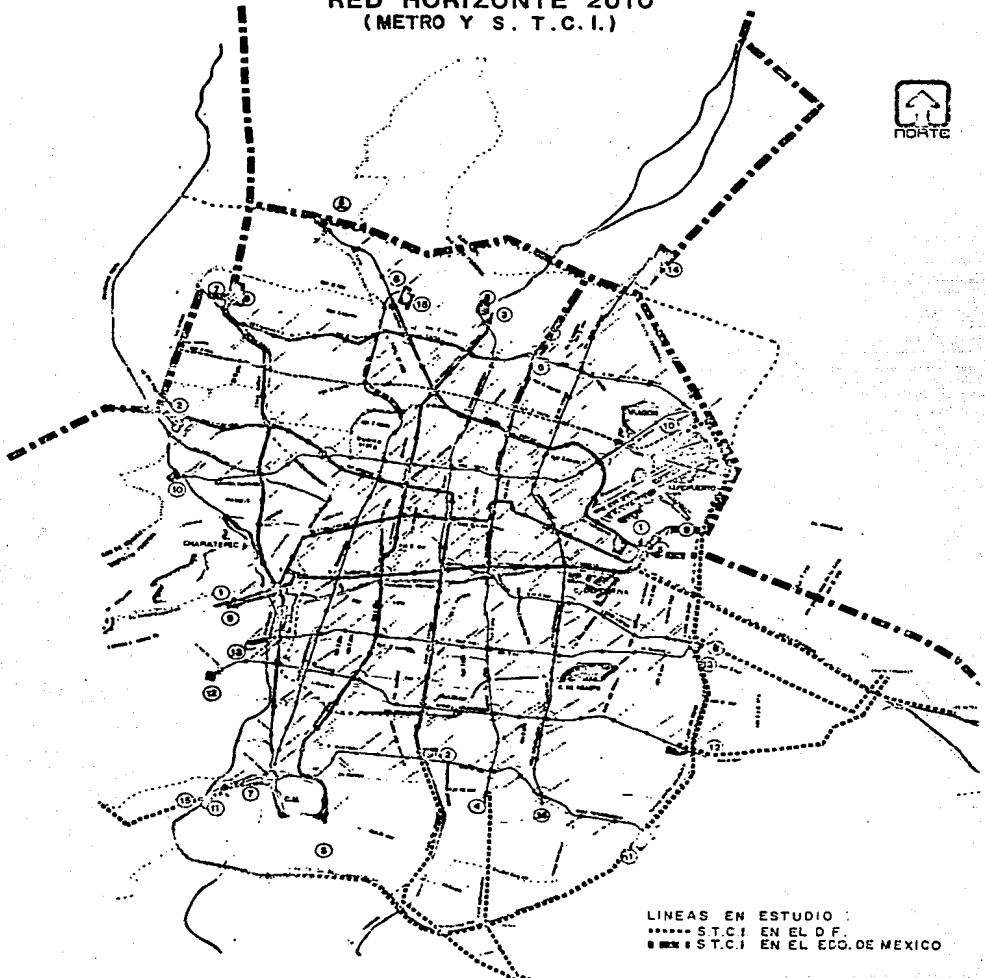
# RED HORIZONTE 1994



# RED HORIZONTE 2010



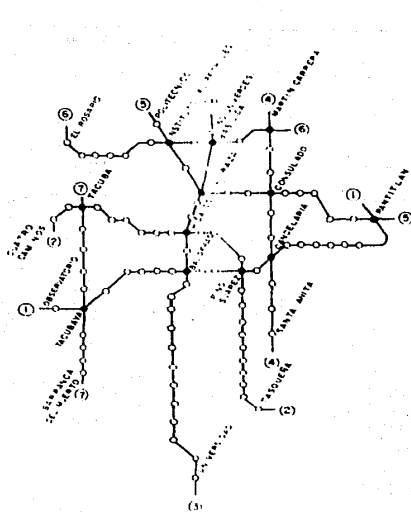
**RED HORIZONTE 2010  
(METRO Y S. T. C. I.)**



**LINEAS EN ESTUDIO :**  
 ..... S.T.C.I. EN EL D.F.  
 - - - - - S.T.C.I. EN EL ECO. DE MEXICO

**NOTA :**  
 S.T.C.I. : SISTEMA DE TRANSPORTE DE CAPACIDAD INTERMEDIA

FEB. 160 1981

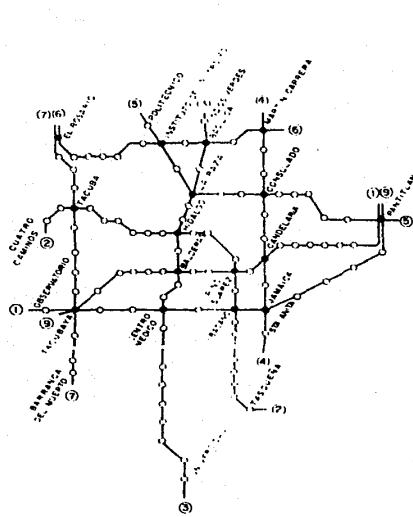


LÍNEA	LONGITUD DE SERVICIO	LONGITUD DE OPERACIÓN	LONG DE ACC A DEP Y TALLERES	LONGITUD TOTAL	NUMERO DE ESTACIONES
1	16,653.898	17,699.015	1,126.151	18,825.166	20
2	20,712.841	22,006.576	1,423.661	23,430.237	24
3	21,278.379	22,593.891	1,015.340	23,600.231	21
4	9,363.276	10,747.009		10,747.009	10
5	14,434.723	15,675.132		15,675.132	13
6	11,434.373	13,003.610	543.805	13,947.503	11
7	11,147.702	13,193.956		13,193.956	10
TOTAL	105,025.192	114,919.197	4,509.037	119,428.234	109

LAMINA 1

**SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO METRO  
RED DEL SISTEMA EN OPERACION**





LÍNEA	No ESTACIONES	LONGITUD DE SERVICIO	LONGITUD DE OPERACION	LONGITUD DE COLAS	LONG. DE ACC. A T. Y DEP.	LONGITUD TOTAL
1	20	16653 898	17699 015	1045. 117	1126 151	18825 166
2	24	20712 841	22006 576	1293. 735	1423 661	25430 217
3	21	21278 379	22995 891	1315 512	1015 340	23609 231
4	10	9363. 276	10747. 009	1383. 733		10747 009
5	13	14434 723	15675 132	1240 409		15675 112
6	11	11434 373	13003 618	1569 245	943 885	13947 403
7	14	17011 192	18399 590	1388. 498	384 512	18784 202
9	12	13033 089	14443 813	1410 744	931 243	13375 036
<b>TOTAL</b>	<b>125</b>	<b>23,921 751</b>	<b>134,568 744</b>	<b>10,746 993</b>	<b>3,824 792</b>	<b>140,393 536</b>
<b>No. DE TRANSBORDOS</b>				<b>16</b>		

1/8/88

# SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO METRO RED DEL SISTEMA A 1988

### 1.3 ALTERNATIVAS DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE LA LINEA METRC.

#### A) METRO SUBTERRANEO.

El proceso constructivo de esta línea se inicia con la construcción de los brocales, que son pequeñas estructuras de concreto armado coladas en el lugar, cuya función es servir de guía y apoyo de los equipos de excavación de muro.

Una vez construidos los brocales se aísla un tramo de 6 metros por medio de compuertas de madera y se procede a la excavación de muro milán se rellena simultaneamente el tramo aislado con lodo bentonítico hasta 80 centímetros por debajo del borde superior del brocal.

El lodo sirve para estabilizar las paredes de la zanja que se va excavando por medio de una draga de almeja libre o guiada para garantizar la verticalidad y el alineamiento de la misma.

Concluída la excavación y verificada la profundidad de la zanja que debe ser aproximadamente de tres metros abajo del nivel superior de la losa de fondo a fin de que el muro quede empotrado en el terreno y ayude a retener los empujes del mismo.

Enseguida se colocan las juntas metálicas que dan forma de hembra al tablero donde se introducen, y de macho a los tableros adjuntos al extraer la junta después del colado.

Previamente se ha construido la parrilla de refuerzo del muro y se introduce a la zanja utilizando una grúa. Una vez colocado y centrada la parrilla, hay que sostenerla y asegurarla, ya sea troquelandola con madera contra los brocales, o bien, por medio de gatos hidráulicos para evitar que emerja durante el colado.

Estas parrillas cuentan con dos espacios que sirven de guías para el paso de las trompas de colado, además tiene las preparaciones necesarias para recibir el armado de la losa de fondo en el lado interior del muro, así como la liga con el armado de la losa superior.

\*\*

A continuación se procede a la colocación de concreto hidráulico en la zanja, para construir el muro milán, utilizando dos trompas de colado que llevan en su extremo final un balón de latex para evitar la contaminación del concreto. Estas trompas están integradas por tramos de tubo de dos metros de longitud, unidos por couples herméticos para evitar que se succione aire o lodo bentonítico.

Conforme avanza el colado se van retirando los tramos de tubo, cuidando que la trompa de colado quede ahogada siempre en concreto por lo menos metro y medio. Para propiciar el acomodo del concreto se sacuden las trompas durante el colado; como el peso específico del concreto es mayor que el del lodo bentonítico, hace que éste vaya desplazándose hacia la superficie y se recircula para limpiarlo.

En resumen, el muro milán consiste en la sustitución del terreno natural por lodo bentonítico y de éste por concreto hidráulico armado.

Al concluirse los muros y esperando a que tenga su edad el concreto se procede al abatimiento del nivel freático por medio de pozos de bombeo, colocados generalmente a cada 10 metros sobre el eje del Metro, dependiendo del área y ancho de excavación.

El abatimiento debe iniciarse 8 días antes de la excavación y se suspende después de que se haya colado la losa de piso.

Una vez que el concreto de los muros hayan alcanzado su resistencia nominal, se lleva a cabo la excavación del núcleo y la colocación de troqueles en forma progresiva.

La excavación del núcleo se lleva a cabo con retroexcavadora o draga hasta llegar al primer nivel de troqueles que se colocan para evitar que el empuje del terreno volteé el muro milán. Generalmente se colocan en dos niveles y 50 centímetros a cada lado de las juntas de tramo de muro y deben quedar alineados en los dos sentidos.

Quando se haya excavado hasta el nivel de desplante de la losa de piso, se procede a colocar el troquel inferior y a colocar una plantilla de concreto pobre o bien de grava. Una vez

\*  
\*

\*\*

fraguada esta plantilla, se arma la losa de fondo traslapando su armado con el que se preparó en los muros, para garantizar una junta continua entre muro y losa.

Para la construcción del techo del cajón, se preparan los muros descopetándolos hasta el nivel requerido, a continuación se colocan tabletas precoladas presforzadas, posteriormente se efectúa el colado de la losa superior, ligando su armado con el que se preparó en los muros y retirando los troques superiores, procedimiento que se ejecuta solo cuando el muro milán trabaja como muro estructural además de tablestaca.

Cuando las características del terreno y el estado de esfuerzos a que estará sujeto el cajón lo requieran además del muro milán se construyen muros estructurales, adosados a los anteriores, colandolos en el lugar y formando el cajón correspondiente, empleando en la losa superior tabletas presforzadas o losa colada en sitio, procedimiento generalizando en Estaciones.

El concreto que se emplea, tanto en el de los muros estructurales como en las losas, generalmente tiene una fé igual a 200 kilogramos por centímetro cuadrado.

Finalmente se procede al relleno y pavimentación de la calle en forma tradicional.

#### TIPOGRAFIA Y TRAZO DEL CAJON SUBTERRANEO.

La secuencia que se lleva es la siguiente:

- 1.- ISTME Traza y referencia el eje del metro.
- 2.- Residencia de COVITUR, solicita a ISTME la entretga física, del trazo interviniendo las partes interesadas COVITUR, ECON, ISTME y COMETRO, haciendo un recorrido general localizando cada punto y referencia a través del eje del metro checando el proyecto.
- 3.- Ya recibido el trazo el residente de COVITUR debe pedir a la supervisión y a la constructora, un chequeo final a priori, al iniciar cualquier actividad, con el fin de estar plenamente seguros de que no existe duda sobre el proyecto.

\*\*

\*\*

Con las elevaciones de los bancos de nivel se procede de la manera similar a la antes descrita.

Para tener una referencia de las instalaciones como son; nichos de seguridad de interruptores, cárcamos, rejillas de ventilación, etc., se hace un estudio completo del proyecto que contempla los planos de perfil, tales como:

- a) Galibos de estructurales
- b) Rejillas
- c) Electromecánicos.

En este plano se encuentran los diferentes tipos de cajón acotados y referenciados a los planos estructurales, es una planta Arquitectónica donde se puede apreciar las instalaciones que llevará dicho tramo, este plano contempla en sí los cadenamientos cabecera a cabecera de estación, marcando en secciones la geometría del cajón.

El proyecto de perfil longitudinal representado en papel milimétrico contiene:

- a) Las cotas de desplante del muro.
- b) Plantilla
- c) Subrasante
- d) Intradós
- e) Extradós
- f) Terreno natural

Marcado además el trazo vertical del cajón con el cálculo de las curvas verticales si existen.

#### INTERFERENCIAS QUE SE PUEDEN ENCONTRAR EN ESTA OBRA

- a) Agua potable
- b) Alcantarillado
- c) Teléfonos
- d) Cablevisión
- e) Redes Privadas
- f) Energía eléctrica, tanto subterránea como superficial
- g) Rescate Arqueológico
- h) Alumbrado público, etc.

\*\*

\*\*

Estas interferencias son localizadas por ISTME, quien entrega planos tanto de localización así como de la solución y tratamiento a los problemas de interferencia.

Estas interferencias deben aislarse del paso de la obra del metro o en algunos casos que no es posible, el tratamiento a seguir es protegerlas cuidadosamente para que no sufran desperfectos.

#### B) METRO SUPERFICIAL.

Las inducidas en el cajón del Metro superficial, son muy pocas, por que la excavación que se hace es cuando mucho a 2 m.

Una obra inducida muy importante es el conservar funcionando las vialidades longitudinales y transversales al metro durante la obra o base de desvíos o transito, además de los pasos a desnivel que requiere tener la vialidad cuando se construye Metro superficial.

Se presentan obras inducidas generales, como es el caso de colectores, líneas de agua potable, etc., en estaciones y pasos a desnivel.

#### METODO CONSTRUCTIVO.

El método constructivo del metro superficial, básicamente consta de las siguientes etapas:

- a) Excavación
- b) Plantilla
- c) Armado de losa
- d) Colado de losa
- e) Armado de muros
- f) Colado de los muros
- g) Relleno

\*\*

\*\*

Realizándose estas etapas en tramo de 20 m. En la construcción se incluyen las protecciones que se le deben de dar al Metro, tanto en la zona de las vialidades longitudinales a éste, en el que se utiliza malla, una zona jardinada de tres metros de ancho y un deflector que evita que algún automóvil "brinque" el cajón del Metro, regresándolo a la vialidad, otro tipo de protección al cajón del Metro en pasos a desnivel peatonales, es una malla muy cerrada evitar que se arroje cualquier objeto que pudiese provocar un corto circuito en las vías.

En la construcción del Metro superficial, existen detalles que son importantes y que muchas veces se pasan por alto debida la magnitud de la obra, como son las bandas de PVC entre losa y losa o muro y muro, que sirven para evitar las filtraciones al cajón.

Durante el armado de losa se colocan tubos de PVC longitudinalmente a todo lo largo del cajón, teniendo una ligera pendiente hacia donde hay un cárcamo para extraer el agua. Del cárcamo se cruza la vialidad por debajo y se conecta el colector más cercano, o en algunos casos hay que bombear.

Otros casos que requieren cuidadosa atención son las preparaciones para obras electromecánicas. Tal es el caso de los muretes que alojan ductos de 26 vías para cables de alta tensión y sostiene charolas para cables de telefonía y otros.

#### ESTACIONES.

Las estaciones superficiales cuentan con una zona subterránea, que son las pasarelas de acceso, una a cada lado, y la zona de vestibulo; lo que realmente es superficial es la zona de andén.

EL procedimiento constructivo para estaciones consta de:

- a) Excavación
- b) Colado de plantilla
- c) Armado y colado y la losa de piso vestibulo y pasarelas.

\*\*

\*\*

- d) Muros de vestíbulo y pasarelas
- e) Relleno
- f) Losa de techo en vestíbulos y pasarelas
- g) Muretes que sostienen el andén
- h) Andén

Bajo el andén queda un espacio libre que es utilizado por obras electromecánicas para pasar los cables de diversas instalaciones.

Los acabados en las estaciones, son los usuales en el Metro, pisos de mármol, los muros en las zonas subterráneas llevan mampara que se cuelgan para que los escurrimientos en los muros que pueda haber en la obra terminada sean de fácil reparación. Cuando se detecta una filtración se quita la mampara, se repara el muro y se vuelve a colocar, además de que lleva un dren en la parte de abajo del muro donde escurre el agua y va a una coladera que lleva a los registros. Las losas de techo se terminan con un acabado de tirol en la zona de vestíbulo, en la zona de andén la techumbre se resuelve a base de una estructura metálica, losas prefabricadas y tirol.

En las estaciones como en el cajón del Metro, las preparaciones para obras electromecánicas son bastante delicadas, sobre todo en la zona que se llama de locales técnicos. Normalmente es lo que primero necesita obras electromecánicas para poder empezar a trabajar en las estaciones. Con esto se ha tenido problemas, ya que, los planos de obra civil no coincidían con los electromecánicos. Como se llevan a los ductos por debajo del andén, la losa de piso tiene una serie de perforaciones, por donde suben los cables que van a los equipos y salen nuevamente a la vía. Estos huecos llevan los equipos encima por lo que hay que tener mucho cuidado al construir en esa zona; y en general, deben verificarse todas las preparaciones para obras electromecánicas.

\*\*



\*\*

Otra zona importante, es la zona de bajo andén, que debe tener los niveles de proyecto exactos, se tiene calculado su espacio para cobrar determinado número de charolas, las cuales conducen cables.

En cuanto a los niveles, en el momento de estar haciendo la estación desde su inicio, siempre hay que estar verificándolos para que en el momento de llegar a la losa de techo del vestíbulo se dé exactamente la dimensión que pide el proyecto.

La zona de taquillas que están en el vestíbulo son muy importantes, ya que llevan una serie de preparaciones para los muebles.

Otro lugar muy importante es la zona de torniquetes (los torniquetes son los aparatos donde se introduce el boleto), y para ellos se debe dejar una serie de preparaciones a la hora de colar la losa y estos tienen que chequearse muy bien. Los torniquetes llevan además una marimba lumina que tienen que coincidir perfectamente.

Por último, otro lugar que trae problemas son, las cisternas y los cárcamos. Las estaciones tienen un sistema de drenaje, se tiene toda una serie de coladeras y registros que descargan a los cárcamos, de donde se bombea al drenaje principal que es el municipal. En el caso de que las bombas queden bajas, las bombas se mojan, no sirviendo a la estación sufre inundamientos ya en operación, esto se puede dar por falla de 20 centímetros en la reparación.

### C) METRO TUNEL.

Razones principales para la construcción del Metro túnel:

- a) Aspecto de vialidad. Cuando se cuenta con una arteria importante para el tránsito y esta no cuenta con alguna vía alterna para efectuar el cierre vial.

\*\*

- b) Minimizar las obras de desvío de colectores y líneas de agua potable de diámetros grandes.
- c) Las características del propio subsuelo.

Las características del subsuelo son las que propician que se genere el tipo de sección ya sea portal o semicircular, para el caso de una sección con una vía o doble vía, respectivamente. Cuando se tiene algún medio semicontinuo sujeto a unas determinadas cargas o estado de esfuerzos radiales, tangenciales y cortantes originales; la tendencia es siempre buscar una sección que permita una redistribución de estos esfuerzos de manera uniforme, y evitar la concentración de los mismos en puntos específicos de una sección por ejemplo, en una sección cuadrada o rectangular, en la zona de los vértices se presenta una concentración de esfuerzos lo que obliga a sobre diseñar dichos puntos de la estructura.

#### LUMBRERAS.

Para construir los túneles es necesario construir una serie de lumbreras, las cuales sirven como medio de comunicación entre el frente de ataque y la superficie, es decir, como medio para bajar instalaciones de aire, iluminación, suministro de energía eléctrica para el equipo y personal.

Se debe tomar en cuenta la distancia de recorrido de la rezaga dentro del túnel, que no sea muy larga, logrando un equilibrio entre el número de lumbreras y distancia de rezaga, además de las afectaciones que se tendría que efectuar para la construcción de la lumbrera.

#### Actividades para la construcción de las lumbreras.

- a) Localización correcta de las lumbreras.
- b) Retiro y desvío de todas las interferencias.
- c) Excavación y colado de brocal
- d) Excavación de núcleo y revestimiento primario con concreto lanzado ( $e=0.15$  m.,  $f_c=300$  Kg./cm<sup>2</sup>) y 69 marcos metálicos IPR-6" con retaque de madera.
- e) Colado de plantilla y losa de fondo.

- f) Revestimiento definitivo con cimbra deslizante y emportalamiento del túnel.

## TUNEL

El túnel se considera en sí como la actividad más crítica, y puede ser excavado con los siguiente equipos:

- 1.- Escudo
- 2.- Equipo Alpine
- 3.- Wesfalia

### ESCUDO

Usado generalmente para subsuelo areno limoso con un alto contenido de agua, o sea es adecuado para suelos blandos con frentes de ataque inestables.

El habilitado se tarda cinco meses, lo cual hace muy poco atractivo el uso del escudo, asimismo la fabricación de las do velas.

### EQUIPO ALPINE.

Es una variante del equipo Wesfalia, tiene un brazo cor tado con una cuchilla en la parte frontal, nomtado sobre una retro excavadora.

Este equipo genera un rendimiento esperando del orden de cinco metros lineales por día, pero el problema de este equipo es el retiro de la rezaga, ya que no permite contar con una zona adecuada para el retiro de ésta del frente, habiendo que montar una banda transportadora para retirar el material, y como el ciclo de rezaga es otro de los parámetros importantes para el avance de un túnel, esta alternativa deja de ser atractiva.

### EQUIPO WESFALIA.

Es un equipo que tiene integrado un sistema de rezaga en la parte superior central, a base de una banda transportadora, teniendo que su capacidad de corte es mayor, lo que se traduce en

\*\*

rendimientos mayores, ocho metros lineales por día.

El avance normal del equipo Wesfalia, lo va atacando, primero la zona de la cubeta hacia la zona de claro, facilitando así el avance de la excavación.

#### EXCAVACION DEL TUNEL A BASE DEL EQUIPO WESFALIA.

-Revestimiento primario con concreto lanzado y/o marcos metálicos IPR-8".

-Revestimiento definitivo, con el fin de que el subsuelo, como medio semicontinuo, no se le permitan deformaciones, ya sea elásticas, viscoelásticas o viscoplástico. Se trata de conservar el principio de arqueado, para no inducir esfuerzos adicionales a lo que será la superestructura del túnel.

Se implementa, en la punta del equipo de excavación, donde tienen las cuchillas cortadoras rotatorias, una manguera con un chiflón, de donde se lanzará de inmediato el concreto, de tal manera que el tiempo que queda la excavación expuesta se minimice con la ayuda del revestimiento primero, que lo da el concreto lanzado. A medida de que el tiempo tienda cero, las deformaciones tenderán a minimizarse.

En caso de ser terreno malo, se implementa como revestimiento primario, marcos metálicos IPR-8". La separación de los marcos metálicos está en función de la estabilidad que presenta el túnel en esa zona, ya que puede variar de 60 centímetros a un metro, según el terreno.

#### CONCRETO LANZADO.

Características,

- Tamaño máximo de agregado.
- Relación agua/cemento
- Presión y posición de lanzado
- Tiro de mezcla húmeda o seca

\*\*

\*\*

## MEZCLA SECA.

En una manguera de la boquilla se tienen los agregados más el cemento y los aditivos, y en la otra lleva agua y/o aditivos líquidos.

Ventajas del uso de la mezcla seca.

Por medio de una llave se controla la salida del agregado y el cemento, que es la fase sólida y por otro lado se controla también la salida de la fase líquida.

El concreto lanzado evita al máximo el intemperismo de la excavación y estructuralmente rigidiza y estabiliza la excavación dado que trabaja como anillo confinado. Otra característica sería el porcentaje de fino, grados de angulosidad, proporcionalmente de la mezcla y aditivos (que principalmente se utilizan los acelerantes de fraguado o estabilizadores de volumen). Además en el concreto lanzado, influye el ángulo y la distancia de aplicación que repercute tanto en la resistencia y durabilidad del concreto como en el porcentaje de rebote que influye directamente en el costo.

Procedimiento del Concreto Lanzado.

Se lanza la fase líquida y la sólida, que se combinan por la presión de lanzado chocando los componentes y mezclándose, formando lo que sería el concreto, quedando monolítico con espesores que van de los 15 a 20 cm., según se requiera. Pero no sólo se tiene el impacto de una partícula con la otra, sino que hay partículas que con el impacto rebotan por lo que las características antes descritas, deben vigilarse constantemente con el fin de obtener un material resistente y no tener excesivo desperdicio que aumentaría en gran escala el costo.

El concreto que rebota escila entre el 20% al 40% y la  $f'c$  que se emplea, es para las lumbreras, de 315 kg./cm<sup>2</sup>.

\*\*

\*\*

**D) METRO ELEVADO.****Método constructivo.**

Es proyectado a base de una estructura de concreto armado compuesto de trabes postensadas, columnas, con zapatas y pilotes.

Esta estructura se diseña para resistir las diferentes combinaciones de carga (estática, dinámica, sísmica de impacto, viento, etc.), en las condiciones más desfavorables.

**Pilotes.**

Los pilotes que sostienen la estructura tienen por lo regular una sección cuadrada ( 50 x 50 cm.), son de concreto armado con una  $f' c$  de 200 kg./cm.<sup>2</sup>. Su longitud y su número varía de acuerdo al estudio de mecánica de suelos que se hace para cada apoyo.

En una zapata tipo, se tiene del orden de 23 pilotes y una longitud de 27m. Una zapata de estación tiene 26 pilotes de una longitud de 27m., la capacidad de carga de cada pilote es del orden de 90 toneladas. Los pilotes que se usan en la cimentación de la estructura del Metro Elevado trabajan a fricción.

Se fabrican en dos partes: una siempre y una constante que se llama complemento.

Tenemos en dos tipos de longitud en la sección de punta 13.00 y 17.50 metros.

Estas secciones llevan una placa en sus extremos las cuales se sueldan posteriormente durante el proceso de hincado para formar así la sección total del pilote.

Las dos secciones de las cuales consta un pilote se cue-  
lan al mismo tiempo, quedando en la mesa de colado las placas co-  
incidentes para evitar errores en el acoplamiento de los mismos  
cuando se efectúe la unión. Para tener un control preciso se iden-  
tifican los pilotes con un número y una marca en algunas de sus  
caras.

\*\*

\*\*

Hincado de Pilotes.

Para poder llegar a la etapa de hincado de pilotes es condición necesaria que el tramo haya quedado libre de interferencias.

Se procede a efectuar el trazo en el campo y mediante una varilla se ubica el centro de cada pilote. El nivel de desplante de los pilotes y el tipo los obtenemos de las especificaciones y en el plano de perfil correspondiente.

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

Antes de proceder a hincar cada pilote es necesario ejecutar una perforación de 18" de diámetro con una tolerancia de 1/2"; extrayendo el material de la perforación hasta una profundidad que será igual a 0.43 m. de la longitud del pilote más la profundidad de desplante de la zapata (aproximadamente 1.30 m.).

Para mantener la estabilidad de las perforaciones essuficiente mantener una recirculación de agua dentro de la misma.

Debe garantizarse la verticalidad de los pilotes durante el hincado. El desplome máximo permisible del eje longitudinal de los pilotes será igual al 1% de su longitud total.

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

El hincado de los pilotes se hace mediante un martillo y la altura de caída de este no debe exceder de 1.00 m.

Se cuenta con un equipo auxiliar de mordanza para sujetar el pilote en caso de que este se hunda por efecto de un propio peso.

\*\*

Iniciado el proceso de hincado del pilote, no deberá existir períodos de receso para evitar que el pilote se "pegue" por efecto de la tixotropia de la arcilla, pues en este caso se requerira una mayor energía para la continuación del hincado, lo cual puede originar daños estructurales de consideración al pilote.

Durante el hincado se llevará un registro del número de golpes empleados por cada metro que penetre el pilote y se anotará la hora que se empiece y termine el hincado. Para los últimos dos metros de hincado se lleva el registtro del número de golpes por cada 20 cm. de penetración.

Después de hincados los pilotes hasta la profundidad de proyecto y con objeto de lograr una adecuada continuidad estructural entre la zapata de cimentación y la cabeza de los pilotes, se demuelen la parte superior de estos hasta alcanzar el nivel de desplante de la zapata; según indicaciones de los planos correspondientes.

En caso de que este nivel el concreto presente agrietamiento por hincado, es necesario seguir demoliendo hasta descubrir el concreto sano, debiéndose volver a colarlo para ligarlo al resto de la estructura.

Ningun pilote se levanta del sitio de fabricación ni tampoco se hinca, si el concreto que lo constituya no ha alcanzado la resistencia especificada de proyecto que corresponda a 14 días si es concreto rápido y 28 días si es concreto normal.

Todo pilote cuya integridad estructural resulta dudosa por daños sufridos durante su manejo o hincado, debe reemplazarse por otro nuevo.

Una comparación entre los niveles de terracería existente y de proyecto será indispensable para asegurar la profundidad de desplante especificada del pilote.

En el nivel de desplante del pilote se permite una tolerancia de  $\pm$  20 cm.



\*\*

Es importante que las perforaciones previstas al hincado de los pilotes no queden abiertas por más de 24 horas, por lo que, cuando se atraviesa un fin de semana o un día festivo, el constructor puede iniciar las perforaciones siempre y cuando tenga previsto el personal necesario para ejecutar el hincado de los pilotes.

#### Zapatas de Cimentación.

En todas las zapatas se dejan 4 preparaciones con el fin de colocar pilotes electrometálicos, cuya función será en caso de requerirse absorber los hundimientos diferenciales y giros que pudieran tener la estructura en el transcurso del tiempo.

Este sistema de pilotes de control se apoyaría en el estrato resistente para poder nivelar todo el conjunto.

La excavación para la construcción de las zapatas se realiza a cielo abierto, limitados por taludes perimetrales que en una excavación es de 0.5:1. vertical a horizontal.

Una vez hincados los pilotes a la profundidad especificada se inicia el proceso de excavación en dos etapas.

En la primera etapa se excava la mitad del ancho total hasta la profundidad de desplante de la zapata, inmediatamente después se procede a colocar una plantilla de 10 cm. de espesor de concreto con aceleración de fraguado.

Dos horas mas tarde puede iniciarse la demolición de la parte superior de los pilotes para proceder a colocar el armado de la zapata y ligarla al acero de refuerzo de los pilotes.

En la segunda etapa y simultáneamente a la demolición de los pilotes se puede continuar la excavación restante hasta la profundidad de desplante repitiéndose el proceso mencionado en la etapa anterior.

\*\*

\*\*

Esta excavación también puede realizarse en una sola etapa en toda el area de la zapata, iniciando la demolición de los pilotes conforme se vayan descubriendo, es necesario dejar una longitud de pilote mínima de 30 cm., antes de llegar a la máxima profundidad de desplante.

Dos horas despues de colada la plantilla es posible continuar con la demolición de pilotes hasta el nivel especificado.

Lograda la continuidad del armado de pilotes y el de la zapata, se efectúa el cimbrado y colado de la misma, dejando las preparaciones necesarias para ligar el armado del dado y la columna.

Es importante el no autorizar la excavación de la cimentación si no se tiene previamente en la obra el habilitado del acero de refuerzo de la zapata.

No deben transcurrir más de 12 horas entre el momento en que se alcance la máxima profundidad de excavación y que se cuele la plantilla, asimismo, el período comprendido entre el colado de ésta y el de la zapata no debe exceder de 72 horas.

Despues de colado la zapata se efectúa el cimbrado, armado y colado del dado.

Con objeto de observarse la magnitud de los movimientos que se presenten posteriormente a la construcción de la zapata de cimentación se instalan 4 bancos de nivel localizados en cada una de las esquinas de las zapatas y con el fin de conocer la distribución de presiones de la zapata de cimentación, sobre el terreno se instalan en dos apoyos adyacentes, por cada tramo, 2 gatos planos entre el nivel de excavación y la plantilla de concreto pobre.

Las mangueras de los gatos se pasan a través de la zapata y se colocan para poder registrar las lecturas sobre el dado.

\*\*

## Columnas.

Las columnas que también son de concreto reforzado son los elementos donde van a apoyarse las traveses y su misión es transmitir las cargas a la cimentación.

La capacidad de carga de una columna es de 1,500 toneladas.

La transmisión se logra con un apoyo de neopreno.

Cada columna cuenta con cuatro apoyos, los que reciben la carga correspondiente de la trabe, estos apoyos se forman con la unión de placas de acero y placas mediante el procedimiento de vulcanización.

Se tiene 2 tipos de apoyo, uno simple y el otro articulado

El apoyo simple es más delgado y se forma de dos placas de neopreno y tres de acero. El apoyo articulado consta de 22 a 23 placas de neopreno.

Las dimensiones promedio de estos apoyos son de 40 x 75 cm.

Todas las columnas tienen forma trapezoidal y sus dimensiones en una columna de tramo son de 2.20 x 2.40 en su base inferior y de 3.80 x 2.20 en su base superior.

Las columnas de estación tienen dimensiones de 2.40 x 2.40 en su base inferior y 2.40 x 4.00 en la base superior.

La altura promedio se sitúa entre los 5.15 y 5.50 m., y se determina en función del plano de perfil correspondiente.

Una de las caras de la columna que es paralela al eje del viaducto es rectangular, el concreto que se hace para las columnas tienen un  $f_c$  de 250 kg./cm<sup>2</sup>

El volumen de concreto utilizado para una columna de tramo es del orden de los 42 m.<sup>3</sup>, y en una columna de Estación

\*\*

cuyas dimensiones son mayores es del orden de los  $48 \text{ m}^3$ , de concreto.

Existe una columna especial en forma de H llamada comúnmente PR y es por la que se conducen los ductos de la energía eléctrica hacia la zona de vía.

Trabes.

Las trabes que se utilizan para la superestructura del Metro Elevado son elementos de concreto reforzado postensado.

El conjunto de trabes, forma el viaducto que es la zona por donde correrán los vagones del sistema de transporte colectivo.

Una trabe se forma por la unión de los siguientes elementos: 3 nervaduras longitudinales que tienen los ductos para alojar el acero de preesfuerzo, 4 diafragmas, 2 extremos y 2 internos, 2 losas; 1 inferior o de fondo y la otra superior o de piso.

En la losa inferior se dejan los huecos para instalar el alumbrado público y para tener acceso a la trabe en caso de requerirse un tensado posterior.

Las dimensiones de una traba son: 8.50 m. de ancho, 2.20 m. de peralte, y la longitud varía entre apoyos, siendo el promedio de 35 m.

Las trabes del tramo llevarán un parapeto lateral cuya función principal es el portar charolas que llevan los cables del sistema y absorber el ruido.

Colado de una trabe.

Habiendo sido colocada la obra falsa se procede a colocar el acero de refuerzo de la losa inferior, diafragmas y nervaduras, en éstas como ya se estableció son las que alojan los cables de acero de preesfuerzo.

\*\*

\*\*

Existen dos sistemas el primero está formado por 36 cables de 7 mm., y el segundo consta de 12 torones de  $\frac{1}{2}$ " ; donde cada toron tiene 7 alambres de 0.18 cm. y, en esencia los sistemas son básicamente iguales, lo que cambia es la forma de ejecutarlo, ya que son de patentes diferentes; se utilizan los dos tipos de sistemas debido al gran número de trabes por construir.

En los planos estructurales se marcan las coordenadas que llevan cada cable para que cumpla con su función a la que fueron diseñados.

Deben verificarse estas coordenadas ya que si algún cable queda mal colocado no es posible tensar.

Todos los cables van dentro de un ducto el cual queda ahogado dentro del concreto.

Todos los cables llevan un ancleje que también se deja ahogado en el concreto y es el elemento que a su vez apoya las cuñas en el momento del tensado; en una trabe de 35 m. tenemos 18 cables, 6 por cada nervadura.

En trabes de 40 m. se han adicionado 4 cables más en cada nervadura. En claros se disminuyen.

Verificado todo lo anterior se coloca la cimbra interior y se efectúa el colado de la primera etapa (losa de fondo, diafragma y nervaduras).

Posteriormente se cuela la losa superior y por último se cuegan los muretes de contención del balastro y la ménsula para la unión entre trabes.

#### Tensado de Cables.

La primera etapa de tensado de cables se realiza como se mencionó en párrafos anteriores siempre y cuando el concreto tenga una  $f'c = 80\%$  de la del proyecto.

\*\*

\*\*

Los cables se tensan en dos etapas simultáneamente. La tensión de proyecto es de 183 toneladas.

Una vez tensada la trabe y que se tiene la certeza de que el cable tiene la tensión de proyecto se procede a inyectar el ducto mediante una lechada de concreto para que los cables queden confinados y no existan problemas de corrosión.

Las cabezas de los cables se protegen con un castillo de concreto, ligando éste a la ménsula.

Una vez terminada la trabe se continúa con la impermeabilización para posteriormente seguir con la obra electromecánica a lo largo del viaducto.

El drenaje de la trabe se logra por una serie de cotaderas que descargan a un tubo que se ahoga en la columna conectándose al drenaje municipal.

## CAPITULO II

**IMPORTANCIA DE LA ESTACION DE TRASBORDO CENTRO MEDICO L-3, L-9**

**II.1 CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LA LINEA 9.****A) INTRODUCCION.**

El trazo de la línea 9 fue resultado de los estudios realizados de acuerdo a las condiciones particulares existentes en nuestra ciudad, normadas por las premisas planteadas desde su origen como son.

- 1.- Evitar el ingreso de los autobuses suburbanos y foráneos al centro de la ciudad.
- 2.- Descongestionar las zonas de mayor afluencia de vehículos de superficie.
- 3.- Permitir su adecuada integración con el futuro desarrollo de la red de tránsito.

Para cumplir con los objetivos señalados el trazo de la línea 9 fué definido considerar:

- 1.- La densidad demográfica
- 2.- El origen y destino de los usuarios (obreros, empleados, etc.).
- 3.- Las alimentaciones exteriores e interiores de procedencia urbana, suburbana y foránea.
- 4.- Y los Modelos de Simulación.

De tal manera se pronosticaron y ubicaron las necesidades más urgentes por resolver, para continuar con el desarrollo de la línea.

**B) PLANEACION DE LA LINEA.**

La intensa demanda de transporte que se preveía en el corredor Oriente-Poniente, Observatorio-Pantitlán, y el gran congestionamiento que esto podría ocasionar en las líneas del Metro, principalmente la L-1, y la correspondencia en la estación Pino Suárez, planteaba algunas de las necesidades básicas a resolver por la 4ª. etapa de ampliación del Metro.

De acuerdo a los resultados de los modelos de transporte de simulación y evaluación, que consideran diversos factores tales como, desarrollo urbano, optimización del sistema de transporte y la opinión del público entre otros se determinó la prioridad de la construcción de la Línea 9 del Metro.

La captación diaria de pasajeros de la Línea que se espera a los horizontes de proyecto es la siguiente:

- A corto plazo (1988), 620,000 pasajeros
- A mediano plazo (1994), 800,000 pasajeros
- A largo plazo (2010), 660,000 pasajeros

#### C) ORIGEN Y DESTINO.

La Línea 9 cruza la ciudad de oriente a poniente desde la zona de Pantitlán, hasta la estación Observatorio de la Línea 1 que se localiza paralela a la terminal de autobuses Poniente.

#### D) ALTERNATIVAS ANALIZADAS.

Con objeto de determinar el trazo más adecuado de ésta Línea se plantearon 5 alternativas en la zona poniente, a partir del cruce del eje 3 sur (Baja California) con la avenida Nuevo León; estas alternativas son:

- 1.- Altrata
- 2.- Agricultura
- 3.- Francisco Murguía
- 4.- Calle de la Paz

Mismas que se estudiaron y analizaron en base a la proposición de las estaciones, sección transversal de las calles por donde se proponía el trazo, posibles afectaciones, parámetros de diseño geométrico y alimentación de transporte de superficie, tipo de solución constructiva y menor costo social

#### E) TRAZO DE LA LINEA.

A través del análisis anterior el trazo se definió de la siguiente manera:



\*\*

-Se inicia en la estación Pantitlán, en donde hace correspondencia con las líneas 1 y 5, dirigiéndose al Poniente; sobre Río Churubusco cruza calzada Ignacio Zaragoza y la Av. 8 para continuar por Viaducto Piedad y así incorporarse al eje 3 sur (Av. Morelos) a la altura del Velódromo Olímpico, coincidiendo en su trazo hasta la Av. Benjamín Franklin y la calle de la Paz, cruzando las siguientes avenidas: Eje 3 Ote. (Fco del Paso y Troncoso), Eje 2 Ote. (Fco. Morazán), Eje 1 Ote. (Calz. de la Viga), Calzada de Tlalpán, Eje Central (Lázaro Cardenas), Eje 1 Pte. (Av. Cuauhtémoc), Eje 2 y 3 Pte. (Monterrey y Medellín), Av. de los Insurgentes, Av. Nuevo León, Circuito Interior (Patriotismo y Revolución), continúa por la calle de la Paz a Martí, siguiendo por ésta hasta la Av. Jalisco y Parque Lira, donde hace correspondencia con las líneas 1 y 7 en la estación Tacubaya. Se dirige al Poniente cruzando el Anillo Periferico para llegar a su terminal Observatorio.

#### F) LONGITUD Y NUMERO DE ESTACIONES.

Esta Línea cuenta con una longitud total de 16.4 Km. y 13 estaciones, de las cuales: Dos son Terminales (Pantitlán y Observatorio); cuatro de correspondencia (Jamaica con L-4, Chabacano con L-2, Centro Médico con L-3 y Tacubaya con L-1 y L-7); siete de paso (Puebla, Ciudad Deportiva, Velódromo, Mixiuhca, Lázaro Cárdenas, Chilpancingo y Patriotismo).

#### G) PRINCIPALES ALIMENTADORES.

Indudablemente, uno de los alimentadores más fuertes que puede tener una línea son sus correspondencias y Terminales. De aquí se obtendrán por tanto sus mayores captaciones que soslayarán otros alimentadores de superficie que a continuación se entistan:

-Tacubaya del Norte se esperarán 6,500 pasajeros en Hora de Máxima Demanda (HMD) para 1994; y para el 2010 5,500 pasajeros en HMD del sur 9,00 pasajeros en HMD para 1994; y para el 2010; 3,000 pasajeros en HMD.

\*\*

\*\*

-Chilpancingo del Norte, se esperan para 1994 por superficie 1,500 pasajeros y del Sur 5,000 pasajeros en HMD. Para el 2010 del Norte 1,000 y de Sur 10,000 pasajeros en HMD.

-Centro Médico provenientes del Norte 4,000 y del Sur 10,000 pasajeros para 1994 en HMD. Para el 2010, se podrán esperar alrededor de 6,500 del Norte y del Sur 8,000 pasajeros en HMD.

-Chabacano para 1994 se pronosticaron 4,000 del Norte y del Sur 18,000 pasajeros en HMD. Para el 2010, 4,500 del Norte y del Sur 14,000 pasajeros en HMD.

-Jamaica en el año de 1994, desde el Norte se esperan alrededor de 7,000 y desde el Sur unos 10,000 pasajeros en HMD. Para el 2010, se pronosticaron alrededor de -- 10,000 del Norte y desde el Sur sólo 4,000 pasajeros en HMD.

En lo referente a las estaciones terminales se prevén, de acuerdo al Programa Maestro del Metro las siguientes captaciones de pasajeros para la HMD:

-Observatorio para el año de 1994 se puede esperar una demanda de 12,000 y para el 2010 unos 10,000 pasajeros en HMD.

-Pantitlán para el año 1994 se puede esperar una demanda de 22,000 y para el 2010 de 33,000 pasajeros en HMD considerando la presencia de la Línea del Metro Lígero.

Para el resto de las estaciones se puede esperar una alimentación transversal en las estaciones de paso de la magnitud siguiente:

-Patriotismo para el año de 1994, se esperan 4,000 y para el 2010, sólo 1,500 en HMD.

-Lázaro Cárdenas para el años 1994, se esperan 2,500 y 3,000 pasajeros para el 2010 en HMD.

-Mixiuhca se esperan alrededor de 1,500 y 2,000 pasajeros en HMD en los años de 1994 y 2010 respectivamente.

\*\*

\*\*

-Velódromo se esperán alrededor de 1,000 y 1,500 pasajeros en HMD para los años de 1994 y 2010 respectivamente.

-Ciudad Deportivase esperán alrededor de 2,000 y 3,000 pasajeros en HMD para los años 1994 y 2010 respectivamente.

-Puebla se esperarán alrededor de 8,000 y 14,000 pasajeros en HMD para los años de 1994 y 2010 respectivamente.

#### H) CARACTERISTICAS DE LAS TERMINALES.

La terminal Oriente (Pantitlán) esta construida por una estación elevada de 3 vías 2 andenes, cuenta con una nave de depósito superficial cuya capacidad es de 30 posiciones formada por 15 vías dobles, desarrollada en una área de 26,250 m<sup>2</sup>.

Al Poniente la terminal Observatorio está resuelta del tipo superficial 2 vías 2 andenes, planeándose para el futuro implementarla a 3 vías 2 andenes para lograr un intervalo mínimo de 90 seg. complementada con una nave de depósito de 8 posiciones.

#### I) DELEGACIONES ATENDIDAS.

El trazo de esta Línea une las Delegaciones Políticas de Iztacalco, Venustiano Carranza, Cuauhtémoc, Benito Juárez, Miguel Hidalgo y Alvaro Obregón.

#### J) EMPRESAS QUE INTERVIENEN EN LA PLANEACION.

En el desarrollo del proyecto de ésta Línea intervienen 2 empresas que son:

ISTME.- Que tiene a su cargo la realización del proyecto desde el cadenamamiento 5+600, que se localiza entre las estaciones Velódromo y Mixiuhca tiene una solución constructiva del tipo cajón subterráneo hasta la estación Patrio

\*\*

\*\*

tísmo inclusive, el tramo entre ésta estación y Tacubaya se rá construído en túnel, siendó la estación Tacubaya del tipo subterránea. Finalmente la terminal Observatorio será del tipo superficial.

RIO 800.- Que tiene a su cargo el tramo elevado comprendido del cadenamiento 5+600 a la estación Pantitlán, incluyendo la nave de depósito del tipo superficial.

#### ETAPAS DE CONSTRUCCION.

Las etapas de construcción serán:

- 1.- De la terminal Pantitlán incluyendo la nave de depósito a la estación Centro Médico la cual funcionará como terminal provisional.
- 2.- Incluye del muro tapón Centro Médico a la estación Tacubaya, pasando a ser ésta la terminal provisional.
- 3.- Se construirá la nueva estación Observatorio y nave de depósito, estas omstañacopmes formarán parte de la L-1, ya que se pretende utilizar las instalaciones actuales como parte integrante de L-9, dentro de éstas etapas se hará el desvío de la L-1 hacia su nueva terminal y se ligara la L-9 como se menciona anteriormente.

A lo largo se pretende ampliar ésta terminal a 3 vías 2 andenes, construyendo un nuevo depósito.

#### II. 2 IMPORTANCIA DE LA ESTACION CENTRO MEDICO.

##### A) HORAS DE MAXIMA DEMANDA LINEA 9 HORIZONTE 2010.

El movimiento de pasajeros en la ciudad de México presenta características especiales, si se compara con el de otras ciudades, en la mayoría de las cuales se presentan claramente las Horas de Máxima Demanda (HMD), también denomi

\*\*

\*\*

nadas Horas Críticas u Horas Pico, siendo usual en ellas, una por la mañana y otra por la tarde, en movimiento de pasajeros al cance valores de 16% o más con respecto al movimiento total del día, y que en una dirección vaya hasta el 88% de los pasajeros. Es usual también que en el tiempo comprendido entre las Horas Pico de la mañana y de la tarde, decrezca considerablemente el número de pasajeros.

En estas condiciones, los sistemas de transporte requieren de un determinado número de unidades para satisfacer la demanda de Horas Pico, pero al decrecer el pasaje, varias unidades tienen que ser retiradas del servicio para evitar que circulen vacías.

Contrariamente, en la ciudad de México, las HMD alcanzan cuando más un 10% del movimiento total del día, y no difieren mucho con respecto a las demás. En cada una de las horas comprendidas entre las 6 de la mañana y las 8 de la noche, excetuyendo las máximas, que se registran de las 7 a las 8 y de las 18 a las 19 horas, se mueve en forma constante un 6% del pasaje del día, valor cercano al de la hora crítica ( 10% ).

Sin duda ello obedece a la distribución irracional de los centros de concentraciones humanas, la diversidad de los horarios de trabajos en fábricas, oficinas, almacenes, centros educativos, etc., que obligan al habitante a grandes recorridos durante todas las horas del día.

Los porcentajes de pasajeros que van en una u otra dirección no presentan gran variación; casi podría afirmarse que la mitad va en una dirección y la otra mitad en la contraria.

A continuación presentamos la red del Metro de la Línea 9 en su transportación de pasajeros en las HMD para el Horizonte 2010:

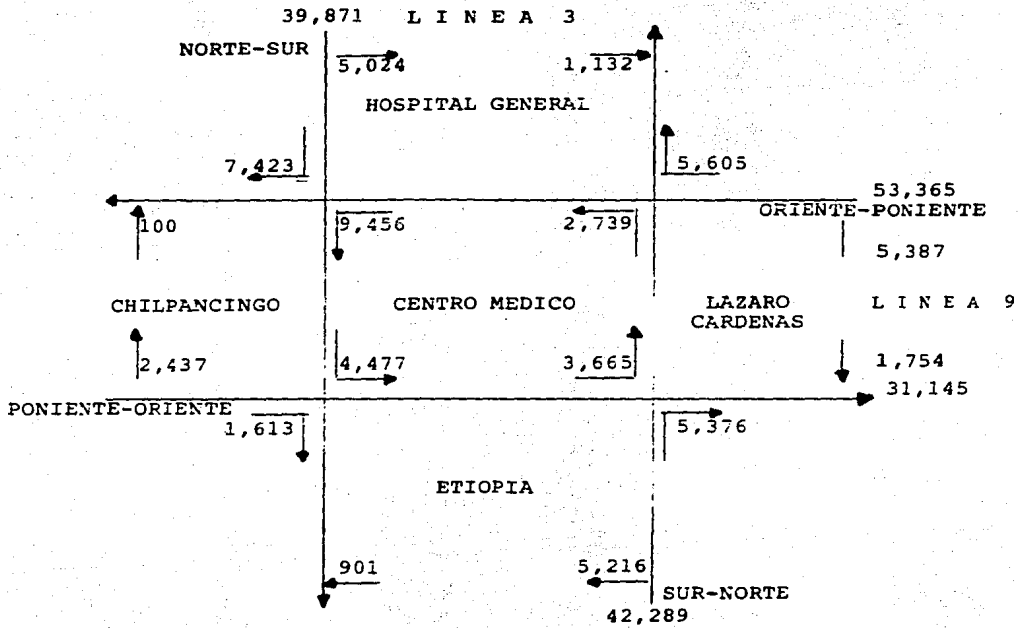
\*\*

\*\*

ESTACION DE	A	PASAJEROS H.M.D.
OBSERVATORIO	TACUBAYA	11584
TACUBAYA	PATRIOTISMO	18788
PATRIOTISMO	CHILPANCINGO	18178
<u>CHILPANCINGO</u>	<u>CENTRO MEDICO</u>	<u>28956</u>
<u>CENTRO MEDICO</u>	<u>LAZARO CARDENAS</u>	<u>31145</u>
LAZARO CARDENAS	CHABACANO	31218
CHABACANO	JAMAICA	29859
JAMAICA	MIXIUHCA	20528
MIXIUHCA	VELODROMO	20030
VELODROMO	C. DEPORTIVA	20885
C. DEPORTIVA	PUEBLA	15340
PUBLA	PANTITLAN	14948
PANTITLAN	PUEBLA	57899
PUEBLA	C. DEPORTIVA	58171
C. DEPORTIVA	VELODROMO	60684
VELODROMO	MIXIUHCA	58239
MIXIUHCA	JAMAICA	58147
JAMAICA	CHABACANO	68958
CHABACANO	LAZARO CARDENAS	57615
<u>LAZARO CARDENAS</u>	<u>CENTRO MEDICO</u>	<u>53365</u>
<u>CENTRO MEDICO</u>	<u>CHILPANCINGO</u>	<u>44969</u>
CHILPANCINGO	PATRIOTISMO	18659
PATRIOTISMO	TACUBAYA	17441
TACUBAYA	OBSERVATORIO	16056

Por lo anterior podemos observar la gran importancia que tiene la estación Centro Médico de acuerdo al número de pasajeros que transportará en las direcciones Norte-Sur y Sur-Norte que corresponden a L-3; Oriente-Poniente y Poniente-Oriente que corresponden a L-9; donde la circulación de entrada, salida y cambio de dirección de sus usuarios es la siguiente:

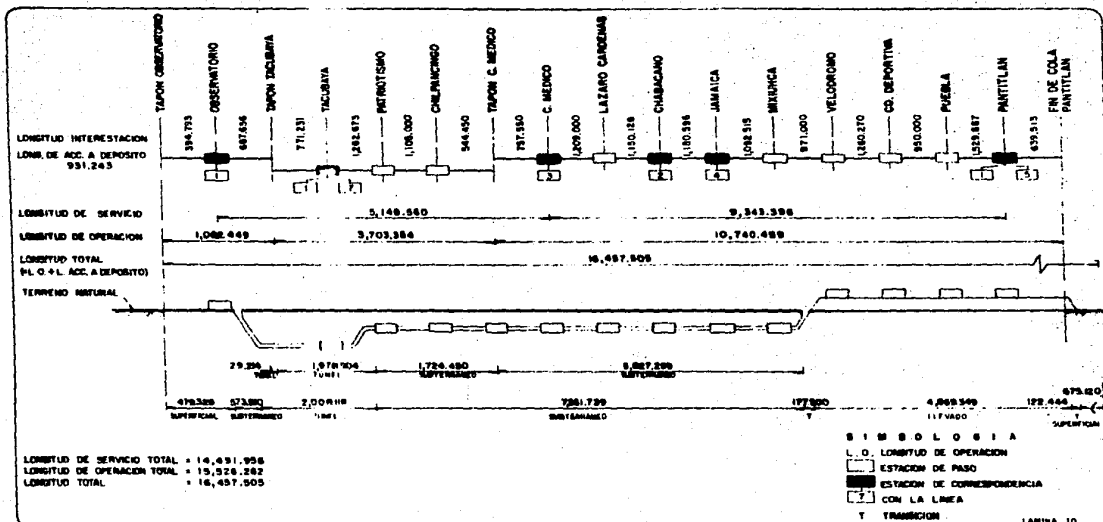
\*\*



**\*\***

Por la posición de la Estación Centro Médico tomando en cuenta la intensidad de uso del suelo (habitacionales, comerciales y de servicio); el proceso constructivo toma una gran importancia debido a lo anterior y principalmente por las características del suelo donde quedará alojada ésta. A continuación se presentará dicho procedimiento constructivo.





PROYECTO GEOMETRICO  
DE OPERACION

LONGITUDES  
DE LAS LINEAS DEL METRO

L-9

## CAPITULO III

## DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO, ESTACION CENTRO MEDICO L-9, PROGRAMACION Y COSTO.

## III.1 OBRAS INDUCIDAS.

Es un conjunto de actividades programadas, relativas a dar solución a todas aquellas interferencias que se presentan en las zonas de trabajo de una obra determinada en este caso la estación Centro Médico de la Línea 9 del Metro, las cuales se pueden desarrollar en forma independiente o paralela a la obra (El caso ideal sería iniciarse la obra inducida antes de atacar la obra en cuestión).

## Tipo de Interferencias.

Postes de alumbrado, semáforos, energía eléctrica, teléfonos, trolebuses, especies vegetales (árboles o palmeras), cables subterráneos de alumbrado, cablevisión, tuberías subterráneas para el transporte de gas, petróleo, agua potable, drenaje, predios de propiedad particular, federal o ejidal; etc.

Estas se determinan en base a el diseño y procesos constructivos elegidos, considerando dentro de éste último las áreas de trabajo necesarias y el área para maniobras requeridas por el equipo a utilizar.

La solución oportuno de las obras inducidas, permitirá la ejecución de la obra del Metro de una manera más continua, la magnitud de ésta podrá influir en la definición de un proyecto ejecutivo de la obra del Metro.

Dentro del proceso constructivo las interferencias más importantes para la construcción de la estación Centro Médico son la tubería de Agua Potable de  $\phi=20"$  y el Colector  $\phi=152$  cm.

A) DESVIO DE LA TUBERIA DE AGUA POTABLE  $\phi$  20":

El desvio de la tubería de Agua Potable de  $\phi=20"$  en el cruce con Av. Baja California y la calle de Toluca está formado por tres tramos (ver fig. 1).

\*\*

**TRAMO I.** Localizado al norte del futuro cajón del Metro entre el crucero 6 y el muro tablestaca, donde la tubería es instalada en el fondo de una excavación a cielo abierto limitada por paredes verticales.

**TRAMO II.** Zona ubicada sobre el cajón del Metro y en el cual la tubería es instalada en el interior de una galería.

**TRAMO III.** Localizado al sur del cajón del Metro, entre el muro tablestaca y el crucero 1. La tubería se instala de manera idéntica que en el tramo I.

Procedimiento constructivo para cada tramo.

Instalación de la tubería en los tramos I y III.

La excavación e instalación de la tubería en estos tramos se efectúan en etapas de 10.0 m. de acuerdo a lo siguiente:

- a) La excavación hecha a cielo abierto entre paredes verticales, desde el nivel de superficie de rodamiento hasta el nivel de máxima excavación.
- b) Teniendo la profundidad de proyecto, se hace la instalación y unión de las secciones de tubería.
- c) Teniendo instalada la tubería de Agua Potable se hace el relleno del espacio comprendido entre las paredes de la excavación y la tubería. El material de relleno es areno-limoso tipo tepetate/
- d) Cuando se tiene el relleno al nivel de subrasante se procede a restituir el pavimento.

Instalación de la tubería en el tramo II.

La instalación de la tubería en este tramo se efectúa en el interior de una galería, por lo que ya se tiene concluido la construcción de los muros tablestaca. (ver fig. 2 y 3).

- a) Teniendo construidos los muros tablestaca se da inicio a la excavación para la construcción de la galería, con un talud con inclinación 0.25:1 horizontal a vertical, hasta alcanzar la profundidad del proyecto, colando inmediatamente una plantilla de concreto pobre de 10 cm. de espesor.

\*\*\*

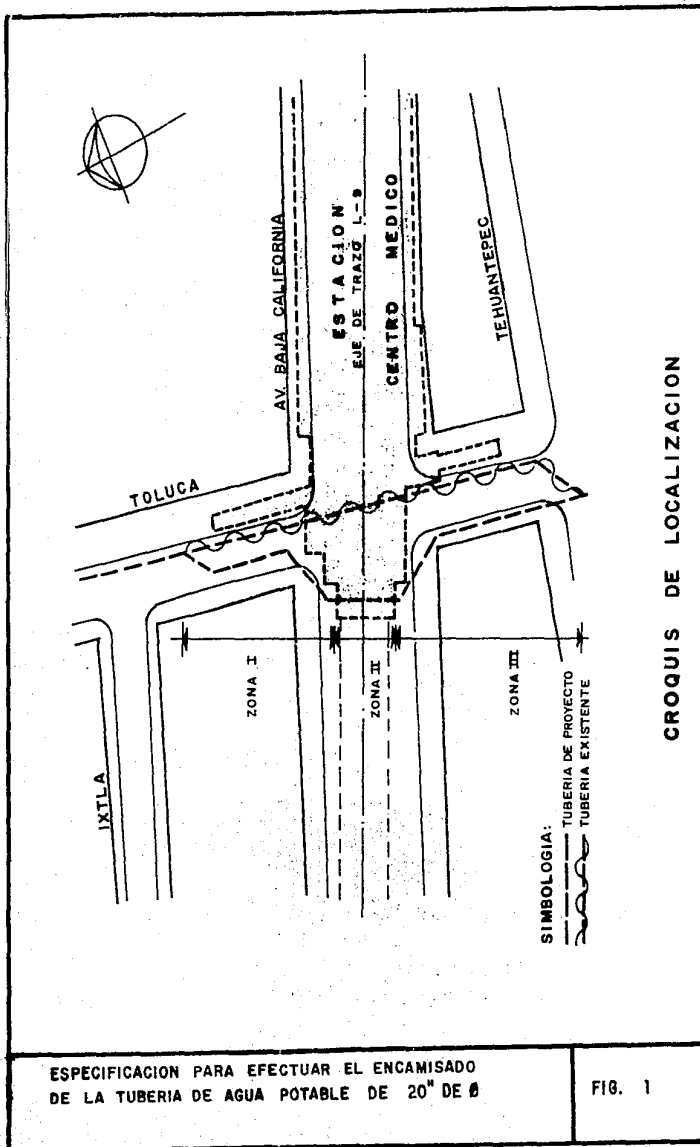
\*\*

- b) Colada la plantilla se arma y se cuelga en el sitio, la losa de piso de la galería, ligándola estructuralmente con el armado de los muros tablestaca del tramo del Metro.

El colado de ésta losa se realiza en un tiempo no mayor de 6 horas contadas a partir del momento en que se concluya el colado de las plantillas.

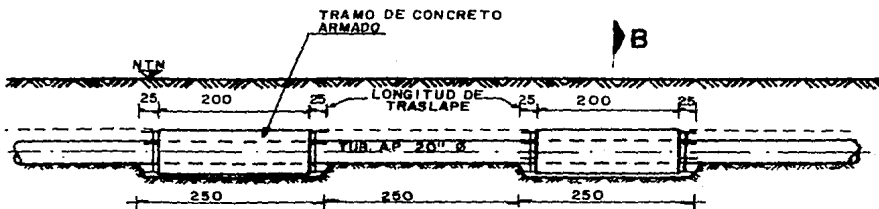
El tiempo a transcurrir desde el colado de la plantilla, a el armado y el colado de la losa de piso de la galería es de 4 horas.

- c) Dando un tiempo determinado de 24 horas después de colada la losa del piso se hace el cimbrado, armado y colado de las trabes de la galería, existiendo un impermeabilización tanto de las trabes como de la losa de piso, con el objeto de impedir futuras filtraciones en el cajón del Metro.
- d) Dando otras 24 horas después de concluido el colado de las trabes de la galería, se instala tubería en su posición definitiva y se coloca un relleno de concreto simple en el interior de ésta estructura.
- e) Cuando las trabes han adquirido su resistencia de proyecto se coloca hasta el nivel subrasante el material de relleno tipo tepetate con posterior restitución del pavimento.

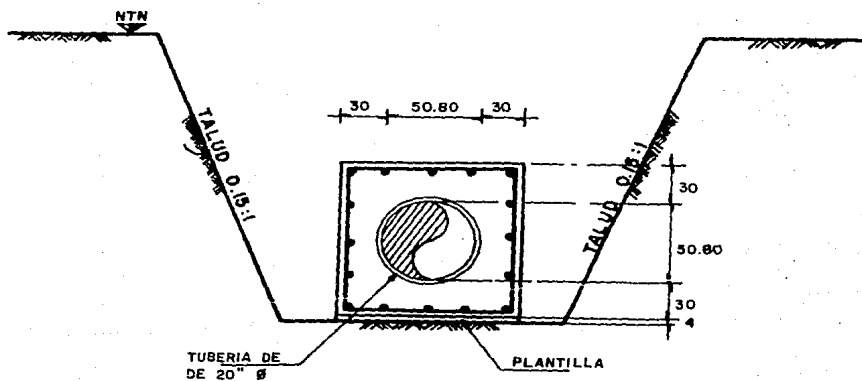


ESPECIFICACION PARA EFECTUAR EL ENCAMISADO  
 DE LA TUBERIA DE AGUA POTABLE DE 20" DE Ø

FIG. 1



ENCAMISADO EN ZONA I

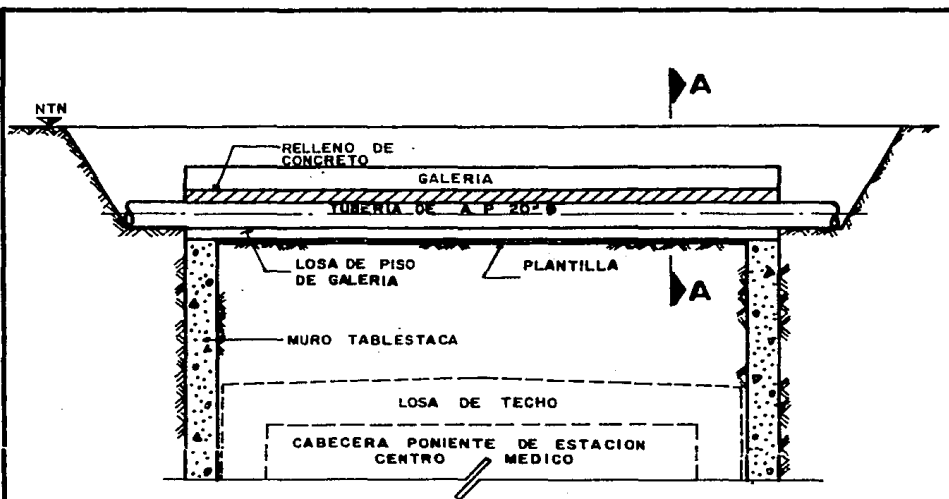


CORTE B-B

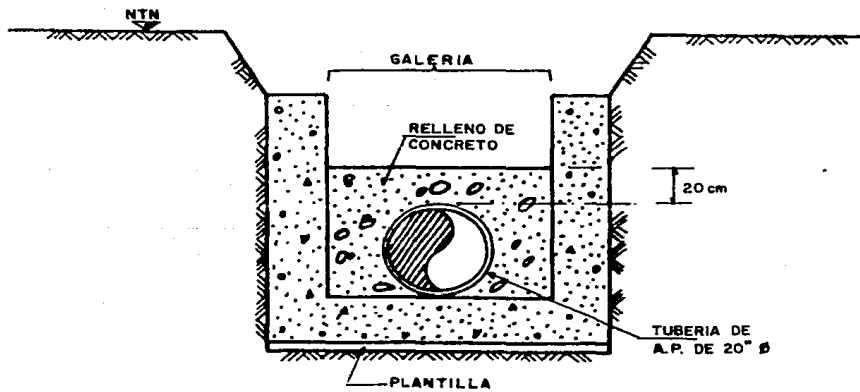
ACOT. EN CMS.

ESPECIFICACION PARA EFECTUAR EL ENCAMISADO DE LA TUBERIA DE AGUA POTABLE DE 20" DE Ø

FIG. 2



ENCAMISADO EN ZONA II EN EL CRUCE CON EL CAJON DEL METRO



CORTE A-A

ESPECIFICACION PARA EFECTUAR EL ENCAMISADO DE LA TUBERIA DE AGUA POTABLE DE 20" DE Ø

FIG. 3

B) DESVIO DEL COLECTOR Ø DE 152 CM. DE LA AV. BAJA CALIFORNIA.

Para el procedimiento de construcción del colector de Ø de 152 cm. de la avenida Baja California la excavación tendrá las siguientes medidas; ancho será 2.70 m., la profundidad varía de 3.00 a 8.00 m. y la longitud de ataque es de 70 m. con la siguiente secuencia:

- Los primeros 10 m. excavados de 0.00 a 2.00 de profundidad.
- Los siguientes 10 m. excavados de 2.00 a 4.00 m. de profundidad.
- Los siguientes 10 m. excavados de 4.00 a 6.00 m. de profundidad.
- Los siguientes 10 m. excavados de 6.00 a 8.00 m. de profundidad.
- Los siguientes 10 m. de tubo colado.
- Los siguientes 10 m. de relleno y acostillado hasta el lomo del tubo.
- Los siguientes 10 m. de relleno consolidado hasta la rasante del terreno.

El producto de las excavaciones se depositará a uno o ambos lados de la cepa, dejando libre un pasillo de 60 cm. mínimo entre la zanja y el pie de talud del bordo formado por dicho material. Además deberá estar siempre libre de obstáculos.

El eje de las excavaciones deberá quedar alineado siguiendo el trazo estacado debiendo rectificar los niveles por lo menos cada 15 m.

La cepa se deberá conservar libre de azolves u otros materiales producto de las excavaciones todo el tiempo que transcurra entre la excavación de la zanja y el tapado de la misma, que no será mayor de 7 días, para evitar daños de cualquier índole a la tubería.

Antes de dejar la tubería a la cepa o durante su instalación se deberán revisar las campanas para que no existan fugas o filtraciones ya que estas formarán las juntas.



Los taludes y la plantilla de dicha excavación se afinara de tal manera que ningún punto de la sección excavada quede a una distancia mayor de 10 mm. del correspondiente a la sección de proyecto, cuidando que esta desviación no se repita en forma sistemática y que en ningún caso se reduzca con más de un 10% del área útil.

Una vez aprobada la excavación de acuerdo a los niveles y dimensiones fijados en el proyecto; se precederá a la instalación de la tubería.

Antes de colocar la tubería se hará una cama de tezontle que se apisonará perfectamente en capas de 10 cm. de tal forma que no sobresalgan terrones, piedras o cualquier otro objeto sólido que impida el apoyo uniforme del tubo en toda su longitud y tendrá un espesor de 20 cm.

Además los niveles de la rasante de la cama deberán ser paralelos a los niveles de la rasante hidráulica de la tubería.

La tubería se colocará con la campana o la ceja de la espiga hacia aguas arriba y su colocación se empezará de aguas abajo hacia aguas arriba, siguiendo la pendiente indicada en el proyecto.

No se permitira el tendido de tubería cuando la cepa esté inundada y además, se deberán tomar las precauciones necesarias para evitar que las tuberías ya colocadas floten o sufrán deformaciones.

Para la instalación de la tubería se usaran grúas, malacates, bandas o cualquier otro dispositivo que impida que la tubería se golpee, caiga o flexione. Conforme se reciba en la obra, la tubería deberá de distribuirse a lo largo de la cepa, de acuerdo a como deba ser colocada.

Cada tubo deberá tener un apoyo completo y firme en toda su longitud, colocándolo de tal modo que el cuadrante inferior de su circunferencia descance en toda su superficie sobre la plantilla. No se permitirá colocar los tubos sobre piedras, calzas de madera o cualquier otro tipo de soporte que no sea el indicado.

Todos los niveles de la tubería deberán estar referidos a un banco de nivel correctamente localizado.

\*\*

En la tubería de macho y campana la junta se terminará con un chaflán de 45° exterior del mismo mortero empleado para la junta.

La impermeabilización de las juntas se hará por medio de la prueba hidrostática accidental que consiste en dar a la parte mas baja de la tubería, una carga de agua que no excederá de un tirante de 2.00 m. Se hará anclando con relleno la parte central de los tubos y dejando totalmente libre las juntas de los mismos. Si el junteo está defectuoso y las juntas acusan fugas, se procederá a descargar las tuberías y a rehacer las juntas defectuosas.

Los tramos de tubería totalmente terminados y aprobada la prueba de impermeabilización, deberá estar limpia, sin escombros ni obstrucciones en toda su longitud.

Los tubos deberán formar un ducto continuo, sin filtraciones y con una superficie interior lisa y uniforme. No se aceptan tubos agrietados o con roturas en las bocas.

Cuando la tubería esté alineada y nivelada se procederá al relleno de la cepa.

Con el objeto de evitar hundimientos posteriores en la zona de la cepa los rellenos se efectuarán con materiales limo-arenosos o limo-arcillosos, colocado en capas de 10 cm. compactadas al 90% de su peso volumétrico seco máximo (P.V.S.M.), verificado por pruebas de laboratorio y deberá llenarse hasta el nivel de subrasante.

El colchón sobre el lomo del tubo en cualquier lugar de su longitud, tendrá como mínimo 90 cm. y la pendiente indicada del 1% pero podría reducirse a un  $\frac{1}{2}$ % para poder cumplir en el colchón mínimo.

Terminado lo anterior se procede a la restitución del pavimento que se mencionará posteriormente.

### III.2 CONSTRUCCIONES DE MUROS MILAN.

#### A) ANTECEDENTES.

Una de las soluciones adaptadas para la construcción del Metro en las arcillas blandas y en los suelos de la zona de transición baja de la Ciudad de México, es la de cajón subterráneo empleando muros milán de 0.60 a 0.80 m. de espesor, que pueden funcionar temporalmente como elementos de contención durante la etapa de excavación, o formar parte de la estructura definitiva. (fig. 1). La profundidad media de estos muros es del orden de los 12 m. y están integrados por tableros o paneles machiembrados de 6.0 m. de longitud, contruidos alternadamente. (fig. 2).

#### B) INFLUENCIA DE LA ESTATIGRAFIA.

En la zona del lago, la estatigrafía de los suelos atravesados hasta esta profundidad, está formada por un relleno superficial de espesores que varían de 3.0 m. en el centro de la Ciudad a casi nula en la zona oriente. Por debajo de este relleno se presenta una capa dura producto del secado de la arcilla superficial de espesor promedio de 3.0 m. Subyaciendo a ésta capa se encuentra un estrato de arcilla normalmente consolidada hacia el oriente y con efectos de preconsolidación hacia el centro del valle. Este estrato sobryace a una capa de arena fina basáltica negra de origen volcánico de 10 cm. de espesor promedio, ubicada a profundidades que varían entre 8 m. y 15 m. Esta arena forma un acuífero confinado en su parte inferior por un segundo estrato de arcilla comprensible de 10 m. de espesor promedio. En las figuras 3 a 7 se presentan unos sondeos de cono eléctrico que ilustran las condiciones por estar formada de intercalación de estratos de arcilla lacustre con suelos limosos y depósitos fluviales especialmente en las zonas donde desembocan antiguos ríos.

\*\*

## C) PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

### 1. PREECAVACION.

Se realiza con dos objetivos fundamentales:

- a) Servir de guía a los equipos de excavación.
- b) Para construir brocales de concreto armado cuando los suelos superficiales presenten problemas de estabilidad. Con base a los estudios geotécnicos y las observaciones físicas, el Ingeniero constructor deberá decidir sobre la necesidad de revestir o dejarla libre. En la figura 8 se presentan los detalles constructivos para el colado de brocales.

### 2. EXCAVACION DE ZANJAS.

Selección del equipo. Dependiendo de la profundidad de las zanjas y las características de los suelos deberá determinarse el equipo mas adecuado para la excavación.

En la fig. 10 se presenta un diagrama de flujo de toma de decisiones para este caso.

Almeja Hidráulica Guiada. Esta máquina consta de una almeja operada hidráulicamente fijada a una barra metálica deslizante llamada Kelly que sirve de guía y control de la verticalidad del sistema. Estos equipos van montados sobre dragas de 45 ó más toneladas de capacidad y puedan alcanzar profundidades del orden de los 30 m. (fig. 13).

\*\*

\*\*

Con el objeto de ofrecer una amplia garantía en la verticalidad, alineamiento e integridad de las paredes de las zanjas, el equipo de excavación deberá cumplir con las recomendaciones siguientes:

- a) Se deslizará con suavidad, sin chicoteos, ni golpes.
- b) Se hincará evitando que choque o caiga libremente contra el lodo o contra las paredes de la zanja para evitar desprendimientos o caídos.
- c) Se deberá meter y sacar sin brusquedad para evitar efectos de émbolo en el lodo, y
- d) Cortará firmemente el material hincandola a presión sin sacudirla repentinamente.

Por ningún motivo deberá emplearse para excavación de las zanjas, maquinaria que utilice cucharón de almeja libre o cualquier herramienta no guiada, ya que dicho equipo además de no cumplir con las características antes mencionadas, podría provocar derrumbes durante la excavación.

El cumplimiento de estas indicaciones conjugado con el uso de un lodo estabilizador de buena calidad, evitará caídos y deslaves que azolven la zanja y que provoquen socavaciones de las paredes, así mismo evitará movimientos en las propias paredes y del fondo que se pueden difundir hacia el exterior causando desplazamientos de las zonas vecinas.

Las excavaciones de las zanjas se harán en forma alternada, es decir no deberán excavarse tableros contiguos simultáneamente de igual manera, no se excavará la zanja para el tablero, hasta que el concreto del contiguo haya alcanzado su fraguado inicial.

\*\*\*

\*\*

La longitud de las zanjas excavadas que alojaran a los muros del cajón en ningún caso excederá de 6.00 m.

La profundidad de excavación de las zanjas será la que se indique en los respectivos planos topográficos.

Otras propiedades que juegan un papel importante en la calidad de los lodos y por lo tanto en su utilización más económica son sus características tanto físicas como mecánicas, que deberán caer dentro de los siguientes límites:

1.- Viscosidad Plástica	Entre 10 y 15 centipoises
2.- Límites de Fluencia	Entre 5 y 25 lb/100ft <sup>2</sup>
3.- Viscosidad Marsh	Entre 35 y 50 seg.
4.- Contenido de arena	Máxima 3%
5.- Volumen de agua filtrada	Máxima 20 cm <sup>3</sup>
6.- Densidad	Entre 1.03 y 1.06 gr/cm <sup>3</sup>
7.- Espesor de la costra (cake)	Entre 1.0 y 1.5 mm.
8.- P.H.	Entre 7 y 10

Todas las propiedades deberán controlarse en el laboratorio para establecer la relación agua-bentonita y verificarse periódicamente en las muestras obtenidas de los lodos que se estén manejando en el campo. Este control se hará con equipo especializado para estos fines y se efectuarán las pruebas necesarias para confirmar que dichas propiedades cumplen con los límites especificados. Se llevarán cuando menos dos pruebas de lodo por cada tablero, la primera al vaciar el lodo en la zanja y la segunda inmediatamente antes de introducir la parrilla de refuerzo. Si los resultados de las pruebas de lodo indican que no se cumple con algunas de las propiedades especificadas, el lodo deberá recircularse desde la zanja hasta la batería de los hidrociclones desarenadores. Es conveniente que en caso de ser necesario está recirculación, se cuente con las instalaciones ( toma y descarga) para mantener en funcionamiento continuo la batería de hidrociclones durante todo el proceso de recirculación.

Todo lodo de primer uso que se utilice durante la excavación de las zanjas, deberá tener un período de reposo mínimo de 8 hora.

### 3. ESTABILIZACION DE ZANJA.

La estabilidad de las paredes de una zanja excavada, depende de la cohesión de los suelos atravesados, la profundidad de la misma y el empuje hidrostático del fluido que llena la zanja.

En la fig. 14a se presenta el caso más común de las condiciones de excavación de una zanja para la construcción de muros milán en la Ciudad de México, a partir de la cual se hace un estudio de la estabilidad de la cuña OAIPi mostrada en la fig. 14 b, determinando gráficamente la fuerza C que se requiere para que el sistema de fuerzas se mantenga en equilibrio como se observa en el polígono de fuerzas de la fig. 14 c. Se han considerado los datos siguientes:

- a) El material donde se excava la zanja esta constituido por arcillas puramente cohesivas es decir, en donde  $\phi = 0$ .
- b) Existe una sobre carga de  $1.4 \text{ ton./m}^2$  por la maquinaria de excavación actuando entre los 3 y 7 m. a partir de la pared de la zanja.
- c) El nivel del fluido con el que se llena al zanja durante la excavación se mantiene comonímimo a 1.0 m. de profundidad a partir del brocal.
- d) Cohesión promedio de la arcilla =  $2 \text{ ton/m}^2$  Peso volumétrico promedio del material excavado =  $1.4 \text{ ton/m}^3$   
Peso volumétrico del lodo =  $1.06 \text{ ton/m}^3$

#### FACTOR DE SEGURIDAD RESPECTO A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACION.

PROFUNDIDAD DE LA  
ZANJA EN m.

FACTOR DE SEGURIDAD  
CON LODO.

2.0	5.41
4.0	3.06
6.0	2.31
8.0	2.00
10.0	1.75
12.0	1.72

\*\*

De la tabla anterior se puede concluir que es posible excavar zanjas hasta a profundidades del orden de los 12 m. conservando un factor de seguridad mayor de 1.5, empleando lodo, siempre que la cohesión de la arcilla sea cuando menos del orden  $2 \text{ ton/m}^2$ ; estos valores corresponden a los suelos de las zonas centro 1 y centro 2 del valle de México.

#### 4. PROPIEDADES Y CARACTERISTICAS QUE DEBE CUMPLIR EL LODO ESTABILIZADOR.

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

El lodo estabilizador deberá tener una densidad mayor que la del agua con objeto de que el empuje hidrostático que ejerza sobre las paredes sea mayor que el de ésta. El lodo se deberá vaciar en el interior de los tableros excavados hasta alcanzar un nivel superior al nivel freático con objeto de generar un gradiente de presiones sobre las paredes de la excavación que ayude a detenerlas o a mantenerlas estables. El gradiente además producirá infiltraciones del lodo hacia la pared (interior), por lo que deberá controlarse la proporción agua-coloides, con objeto de que dicha infiltración sea mínima. Al producirse la infiltración se va formando en la frontera lodo-suelo una película de espesor pequeño de moléculas de lodo que constituye una verdadera membrana impermeable y resistente, conocida en la terminología como "cake". La tixotropía del lodo al pasar de sol a gel y las fuerzas electroquímicas y de tensión capilar que se generan entre el lodo y suelo en la frontera de los dos materiales durante el filtrado, contribuyen a la formación de esta película y la adquisición de su resistencia. Esta resistencia se suma a la presión hidrostática del lodo, para estabilizar las paredes de los tableros excavados.



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

- 1.- Forme una película impermeable en la frontera con el suelo. Para garantizar la formación de la película, el lodo deberá contener una cantidad importante de bentonita sódica. Las características de la película cambian notablemente por pequeñas variaciones en el proporcionamiento agua-bentonita o por la contaminación del lodo con arena u otras partículas sólidas no coloidales.

Una tentativa inicial agua-bentonita que se recomienda tomar como base para la dosificación del lodo varía entre 5% y 6% de porcentaje de bentonita en peso. Por lo que se hace insistencia en que el tipo de bentonita a utilizar debe ser bentonita sódica.

- 2.- Que la suspensión de bentonita sódica en agua sea estable. Es decir, no deberá haber sedimentación o floculación de las partículas de bentonita. El lodo deberá ser capaz de aceptar que se le añada un material inerte de más peso sin sedimentarse, como puede ser la barita, material que permite lograr un lodo de mayor densidad, útil en la estabilización de tableros próximos a construcción o sobrecargas que imponen a las paredes de la excavación esfuerzos de compresión y de corte mayores que los de su peso propio.

Adicionalmente, será necesario controlar el límite de fluencia del lodo (que es el punto de cambio de la ley de variación del esfuerzo cortante con la velocidad de deformación), debido a que el radio de penetración del lodo en los poros del suelo, así como el tamaño de las partículas sólidas no coloidales (limo y arena) que pueden mantener en suspensión están en función de límite de fluencia.

En caso de que el suministro sea por medio de pipas, el lodo contaminado deberá sustituirse por otro nuevo conservando siempre el nivel del lodo dentro de la zanja a 0.80 m. abajo del borde superior de los brocales.

Por ningún motivo deberá permitirse abatir el nivel arriba indicado de la bentonita ya que se podrían causar succiones y gradientes en el manto freático que favorezcan la desintegración y el derrumbe de las paredes. Un mismo lodo podrá utilizarse las veces que determine el laboratorio de control y que, en todo caso, serán las que permitan que el mismo cumpla con todas las especificaciones. Después de ella se desechará el lodo. Deberán preverse las

\*\*

instalaciones de preparación regeneración de lodos y la capacidad de almacenamiento suficientes para cumplir ampliamente las necesidades diarias de la obra, está será un 50% en exceso del volumen de las zanjias por rellenar en el día, para absorber el consumo adicional que se tenga por fugas o pérdidas de lodo através de las fisuras y grietas en la arcilla, o en los poros de los materiales más permeables. Cuando las fugas se anoten extraordinarias podrá usarse aserrín en el lodo para rellenar las grietas. El aserrín debe añadirse en los recipientes de mezclado y no después, para evitar que se formen grumos. También no se permitirá colar en un tramo donde se hayan percibido fugas y no se hayan tratado adecuadamente hasta asegurarse de que estas han desaparecido.

No podrá dejarse una zanja totalmente excavada y ademas con lodo por mucho tiempo, por lo que no deberán pasar más de 24 hrs. entre el inicio de excavación de un tablero y el inicio de su colado. Asimismo, no deberán transcurrir más de 6 horas en el momento que se alcance la máxima profundidad de excavación y el inicio del colado.

En vista de que la herramienta de excavación de la zanja es curva, la profundidad de ésta deberá llevarse a la que indica el proyecto en cada caso más 20 cm.

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

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

## 5. JUNTAS METALICAS.

En la figura 21 se puede observar un croquis de los elementos que comunmente se emplean para moldear las juntas de los tableros

\*\*

\*\*

del muro milán, para lograr el machiembrado entre ellos. Son piezas generalmente metálicas que constan de un cuerpo tubular de sección rectangular, de ancho igual al muro milán, que sirve de respaldo y rigidizador a la parte de la junta que deja una huella en el concreto del tablero. Esta parte es trapezoidal y en algunos casos tienen un pequeño canal para alojar una banda P.V.C. usada como sello entre tablero y tablero.

Se aclara que estas juntas se emplean en tableros alternados, es decir en uno sí y en el siguiente no. Se instalan inmediatamente después de terminar la excavación y antes de que se coloque el acero de refuerzo. Su extracción debe realizarse al concluir el colado, estirarlas tomando en consideración el fraguado del concreto ya que pueden quedarse atrapadas cuando el concreto se endurece o bien provocar que el concreto fluya hacia el hueco que deja la junta cuando se levanta si aún no tiene la resistencia adecuada. Se recomienda obtener testigos de fraguado de cada olla que se vacíe y cuidar el tiempo en que presente su fraguado inicial. En este momento se podrá mover ligeramente la junta para despegarla, repitiéndose esta operación hasta que el concreto se auto soporte y sean retiradas las juntas, para esto a la cara de la junta que quedara en contacto con el concreto deberá aplicarse una película de grasa o de un desmoldante constituido por una resina epóxica o poliéster de un milímetro de espesor. En el interior del tubo-junta no deberá introducirse el concreto, por lo que debe tener sus extremos cerrados y en su parte inferior tendrá una caja metálica que se hincará y asentará firmemente en el fondo de la zanja para evitar que se mueva o deforme durante el colado. También se lastra la junta para evitar su flotación.

## 6. MANEJO Y COLOCACION DEL ACERO DE REFUERZO.

### a) Maniobras de Izaje.

Esta maniobra es muy importante en el proceso de construcción de muro milán y debe realizarse tratando de evitar la deformación de la parrilla de acero. Debe contarse con un balancín como muestra en la fig. 15 que sujete el armado en varios puntos a la vez.

\*\*

Con este aditamento será introducido en la zanja cuidando que no que de asentada en el fondo de ella, es decir, debe mantenerse suspendida en el nivel correcto. Para evitar el efecto de flotación del refuerzo que frecuentemente se presenta durante el colado, deberá anclarse barras transversales apoyadas en orejas de acero previamente colocadas en el brocal como se indica en la fig. 15 a que impidan el movimiento ascendente del armado.

El tiempo máximo que transcurra entre el momento de introducción de la parrilla y el colado de la misma será de 4 horas, períodos mayores favorecen la formación del cake y reducen la adherencia concreto-acero, por esta razón el colado del muro deberá iniciarse inmediatamente después de introducida la parrilla de armado, ya que es conveniente sacar y meter nuevamente la parrilla de la junta pues en cada operación se pueden producir caídos indeseables que afecten la estabilidad de la zanja.

#### b) Centrado del Acero de Refuerzo.

Para las blandas del Valle de México es recomendable el uso de centradores tubulares como el que se indica en la fig. 17 hechos a base de perfiles PTR de 4" x 3".

Se colocarán en la zanja apoyados en el brocal antes de proceder a instalar el armado de la fig. 15 y serán extraídos al momento de terminar el colado o antes si este se ha retrasado por algún imprevisto y ya se ha iniciado el fraguado del primer concreto vaciado.

Con objeto de garantizar el recubrimiento de los muros, las parrillas de armado deberán habilitarse con roles de concreto de 5" de diámetro que irán fijados al acero principal de la parrilla por medio de varillas  $3/4$ " localizadas en ambas caras de éstas en tres niveles equidistantes en el sentido vertical. Cada una de las varillas llevará 4 roles ubicados también equidistantes en el sentido horizontal. Asimismo, será necesario dejar dentro de la parrilla espacios libres de 60 x 60 cm. con varillas verticales de guía para el paso de las trompas de colado.

## 7. COLADO CON TUBO TREMIE.

El colado de muros milán debe realizarse con el método de la tubería tremie para colado bajo lodo fig. 18. A continuación se mencionan puntos importantes de este procedimiento.

- 1.- El diámetro de la tubería debe ser entre 8" a 12" fig. 19.
- 2.- La longitud de los tramos de tubería será de 3 m. como máximo.
- 3.- La tubería debe ser lisa por dentro y por fuera para que el concreto fluya libremente y evitar atoramientos en el armado.
- 4.- Las uniones entre los tramos deben ser herméticas, es decir no se permitirá que el lodo penetre a través de ellas.
- 5.- Las cuerdas de cada tramo de tubería deben estar en perfecto estado para facilitar las maniobras de acoplado y desacoplado. Son recomendables las cuerdas de listón o trapezoidales.
- 6.- Al tramo que sobresalga en la superficie se le conectará un embudo o una tolva. La boca de esta tolva deberá quedar a una altura conveniente para que pueda descargar directamente el concreto desde las ollas revolvedoras.
- 7.- Todo el conjunto se subirá o bajará durante el colado por lo tanto deberá contarse con el equipo necesario para efectuar estos movimientos. Los tramos de tubo deberán ser lo suficientemente fuertes y pesados para soportar el manejo.
- 8.- Deben emplearse dos líneas de colado para cada tablero de muro milán cuya longitud sea tal que el extremo inferior quede a una distancia no mayor de 30 cm. del fondo de la zanja.
- 9.- Antes de iniciar el colado se colocará un tapón deslizable dentro de cada línea de colado que puede ser una pedota vinil, o de polietileno, o un balón de latex, que impida la contaminación del concreto con el lodo al inicio del colado fig. 20
- 10.- A medida que el concreto fluya se agregará más concreto a la tolva, manteniendo la columna a una altura conveniente para regular la rapidez del flujo, en esta forma, el lodo se desplazará hacia la superficie por diferencia de densidad prácticamente sin necesidad de mover la tubería. El impulso que lleve la primera mezcla al salir por la boca de descarga producirá un efecto de arranque en el fondo del tablero y lo dejará limpio de lodo.

\*\*

- 11.- El extremo inferior de las líneas del colado permanecerán ahogadas en el concreto cuando menos 1.5 m.
- 12.- El concreto debe ser con agregados de 19 mm. como máximo y revenimiento de 18<sub>2</sub> cm.
- 13.- El colado deberá realizarse de manera continua evitando lapsos de 15 min. de suspensión, ya que pueden provocar taponamientos en la tubería por el fraguado inicial del concreto, además no deberá ser vaciado de golpe dentro de la tolva para lograr un flujo suave continuo.
- 14.- Verificar durante el colado el volúmen de concreto que entra en un tablero y el volúmen del lodo que se desplaza y compararlos con los volúmenes calculados de acuerdo a la geometría del tablero. Si hay diferencias notables puede significar que está habiendo fugas o que hay mezcla de lodo con el concreto, deberán tomarse las medidas de emergencia para la corrección de cada paso.
- 15.- Se recomienda agregar al concreto un aditivo retardante, cuya dosificación quedará a criterio de la dirección de la obra.

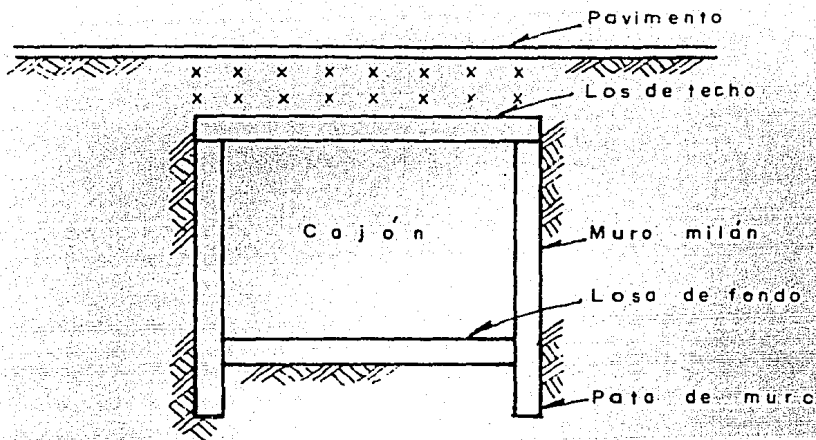
Debido a que la excavación entre muros se llevará a cabo aprovechando la rigidez de los muros y su capacidad de trabajo como tablaestacas en el sentido vertical y como losas en el sentido longitudinal dicha excavación no podrá iniciarse hasta que haya transcurrido por lo menos 14 días de colados los muros (para concreto tipo I ) y hasta que se tengan colados los muros de un lado y otro en una longitud no menor de 6 m. Asimismo, el inicio de la excavación también quedará sujeto a los tiempos de bombeo para el abatimiento del nivel freático correspondiente.

## 8. SUPERVISION.

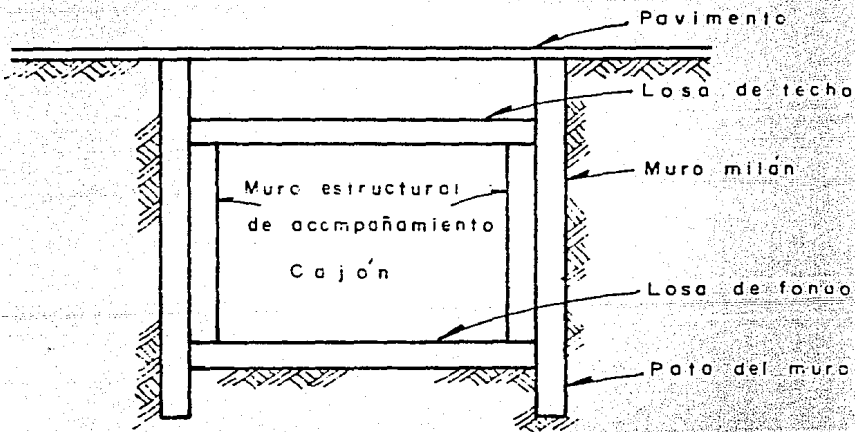
Una manera de lograr construir muros milán de calidad aceptable consiste, en contar con un equipo de personas que se encarguen de verificar que se cumpla con las especificaciones en cada una de las etapas de trabajo y que proporcione al contratista soluciones adecuadas a los problemas específicos que se hayan presentado, por lo que se requiere que este personal cuente con amplia experiencia y conocimiento en este tipo de trabajos. En las figs. 22 y 23 se presenta un reporte de verificación de las etapas de construcción de un tablero de muro milán. Es indispensable concientizar al supervisor

\*\*

que es de su responsabilidad verificar el buen cumplimiento de cada uno de los puntos que se mencionan en el reporte y que el contratista está obligado a observarlos. No se autorizará al contratista pasar de una etapa a la siguiente hasta que se haya cumplido a entera satisfacción del supervisor en la primera.



a). Cajón con muro milán estructural



b). Cajón con muro milán con muro estructural de acompañamiento

FIG. 1 Cajón subterráneo para el metro alternativas de empleo de muro milán



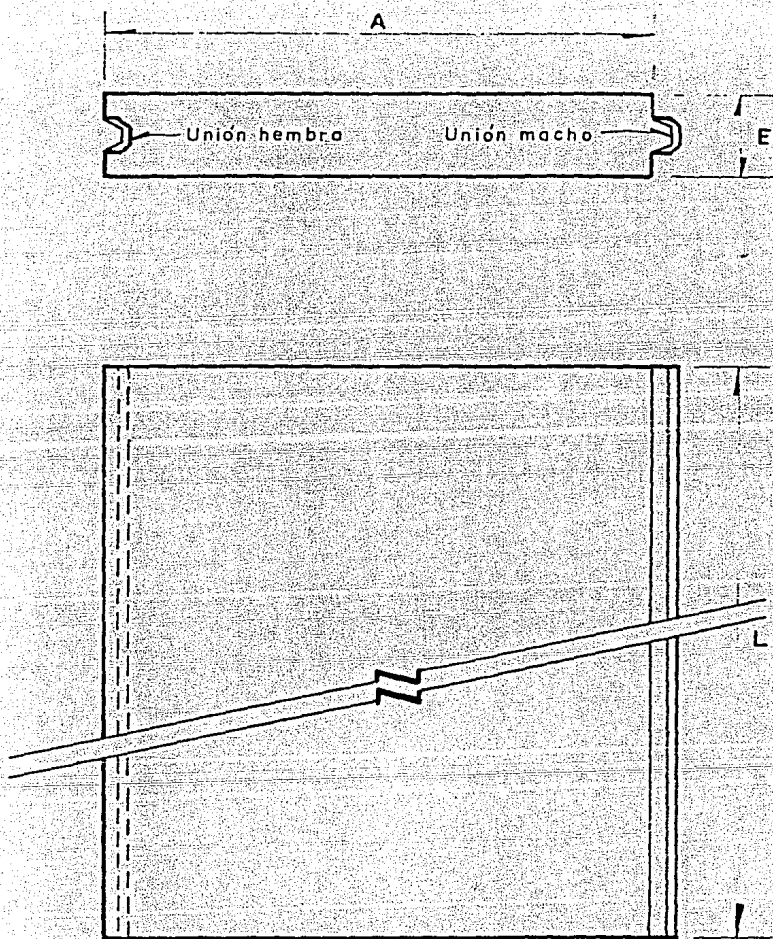


FIG.2 Tablero de muro Milán

DIMENSIONES	
A	6.00 m
E	0.60 - 0.80 m
L	≅ 12.00 m

$q_c$  Resistencia de punta del cono  
 $SS$  Costra seca por secado solar  
 $RA$  Relleno artificial  
 $Q$  Sobrecargas superficiales  
 $NC$  Suelo normalmente consolidado  
 $OC$  Suelo preconsolidado  
 $NF$  Nivel Freático  
 $LD$  Lentas duras

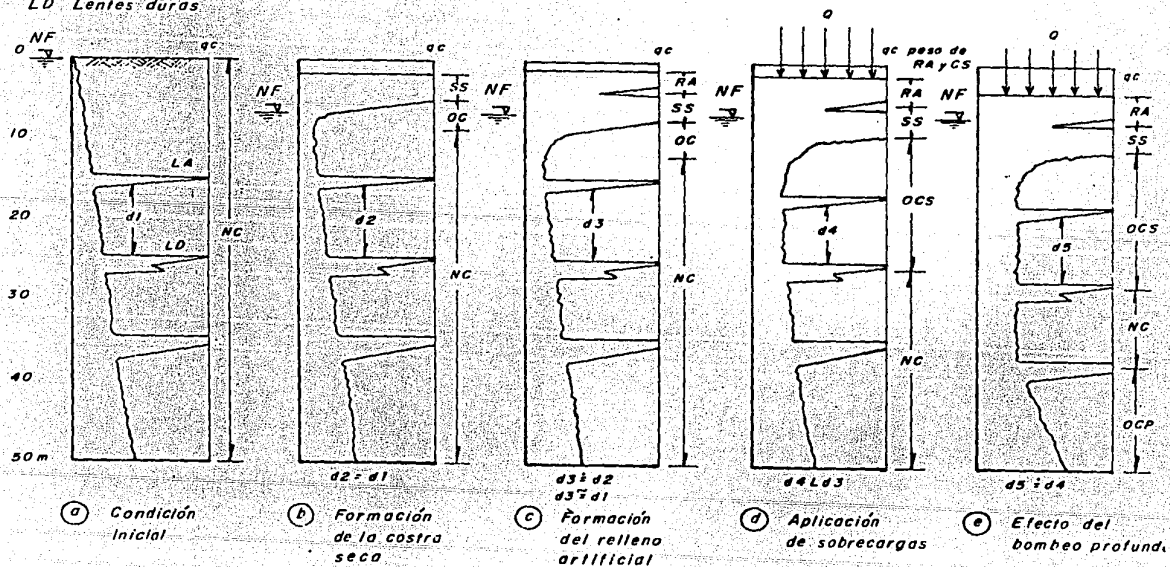


FIG. 3 Evolución de la resistencia al corte

CS Costra Superficial  
 OC Suelo preconsolidado  
 NC Suelo normalmente consolidado

RA Relleno Artificial  
 SB Suelo Blando  
 SS Costra seca (secado solar)  
 LD Lentes Duros

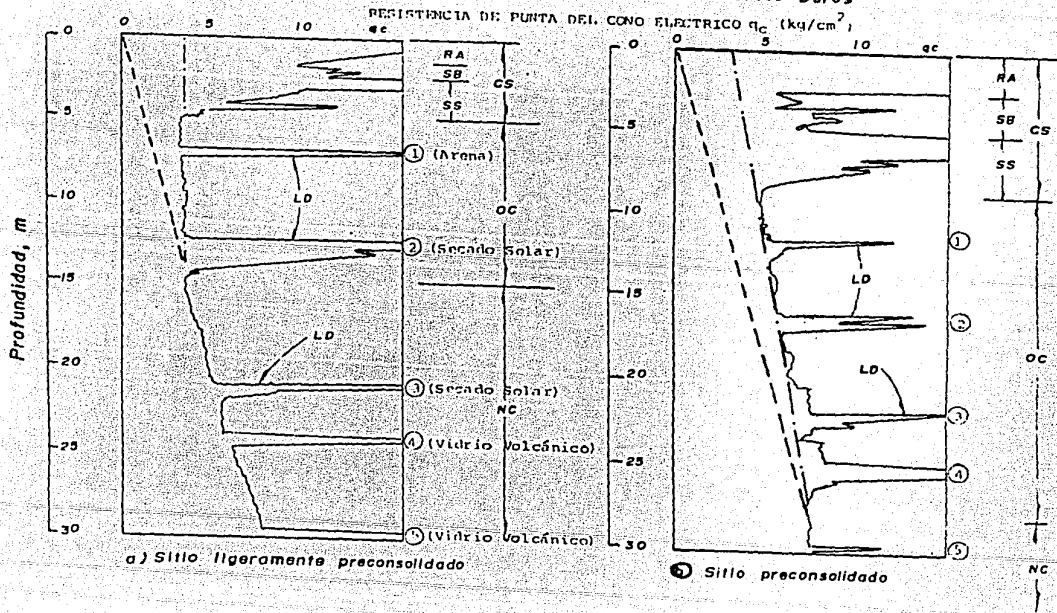


Fig. 1. Perfiles tipo de los suelos del Lago

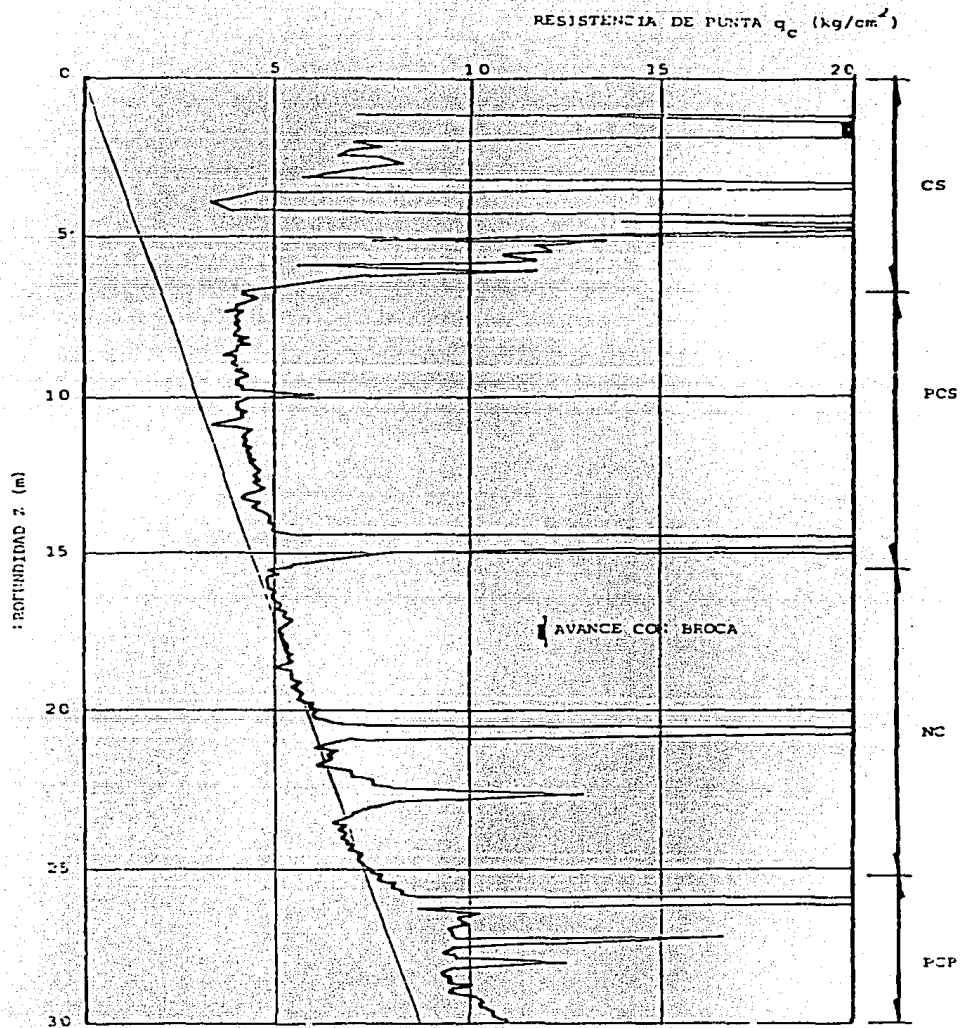


Fig 5 Sondeo con cono eléctrico en la Zona Centro de la Ciudad

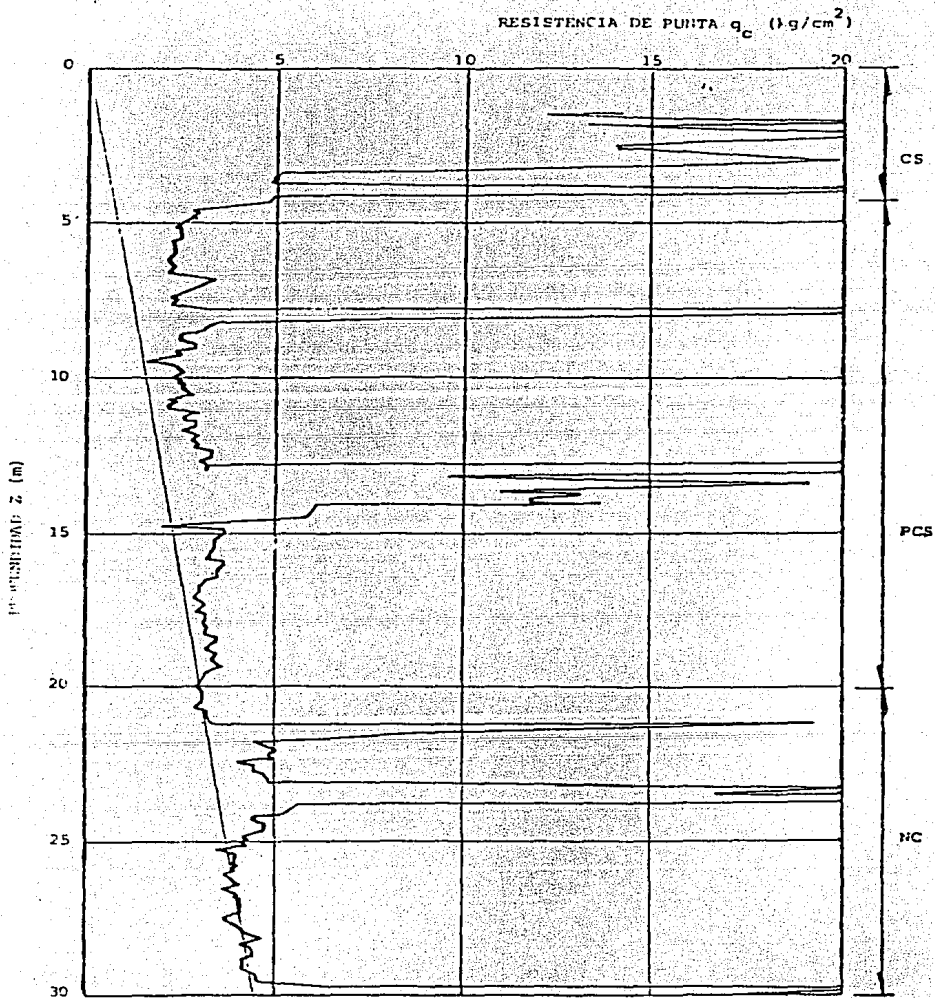


Fig. 5. Sondeo con cono eléctrico en 5 de febrero esq. JH. Ozilón.

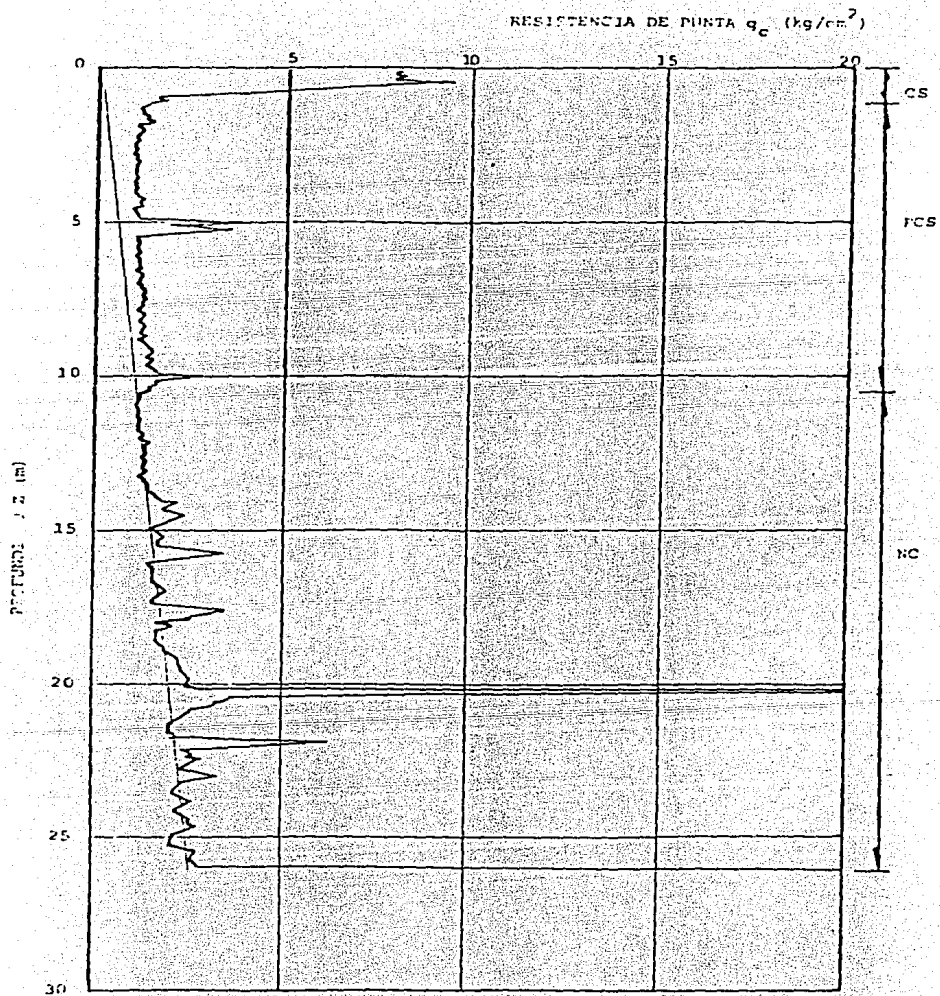
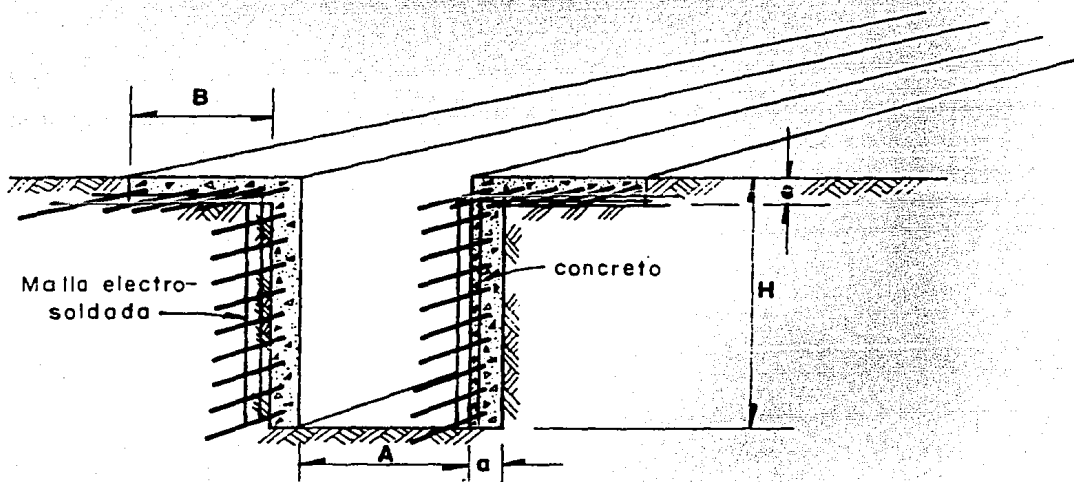


Fig. 7 Sondaje con cono eléctrico en Anagón.



ANCHO DEL MURO MILAN	A	H	B	a	e
cm	cm	cm	cm	cm	cm
60	65	150	50	10	10
80	85	150	50	10	10

FIG. 8 Detalles de brocales

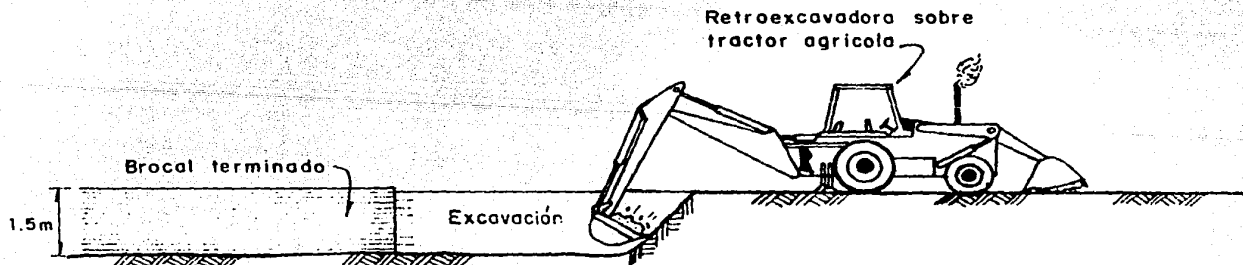


FIG. 9 Preexcavación para la construcción de brocales para muros milón en zonas sin interferencia



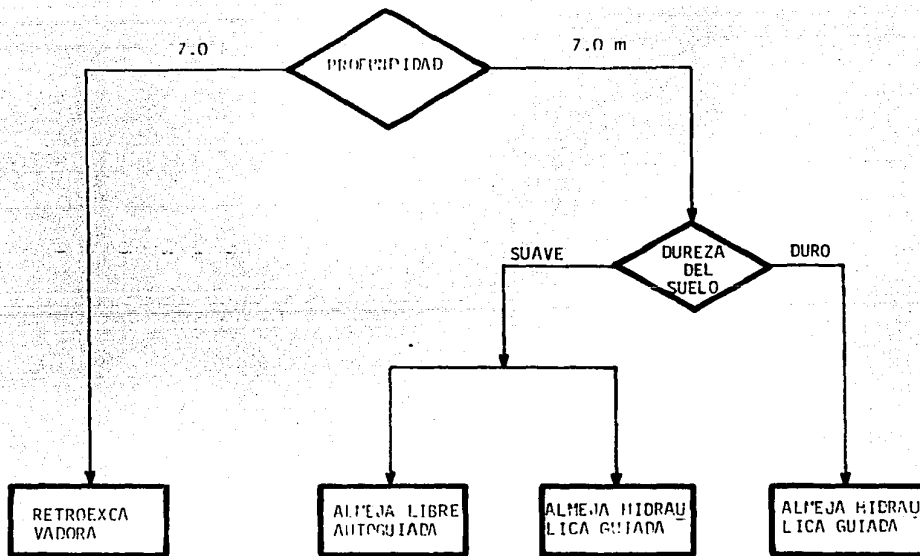


Fig. 10 Diagrama de flujo para la selección del equipo de excavación de zanjas para muro Milán

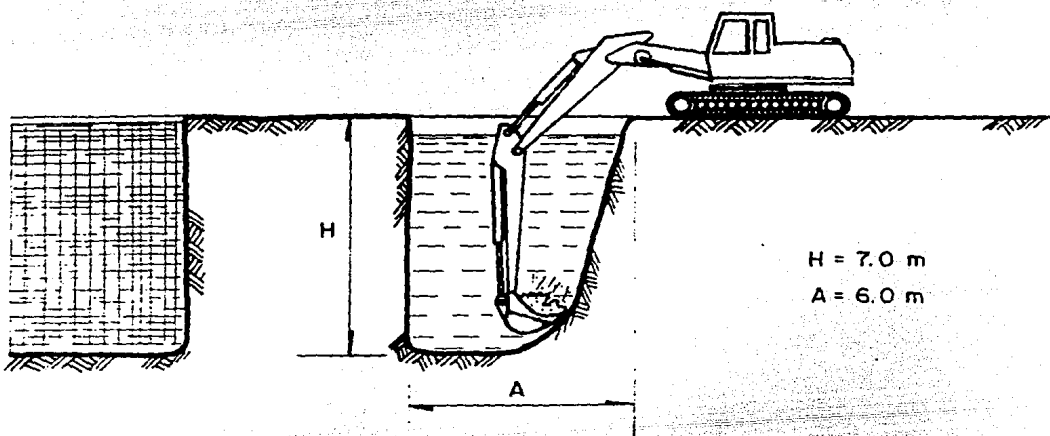


FIG. 11 Excavación de zanjas con retroexcavadora

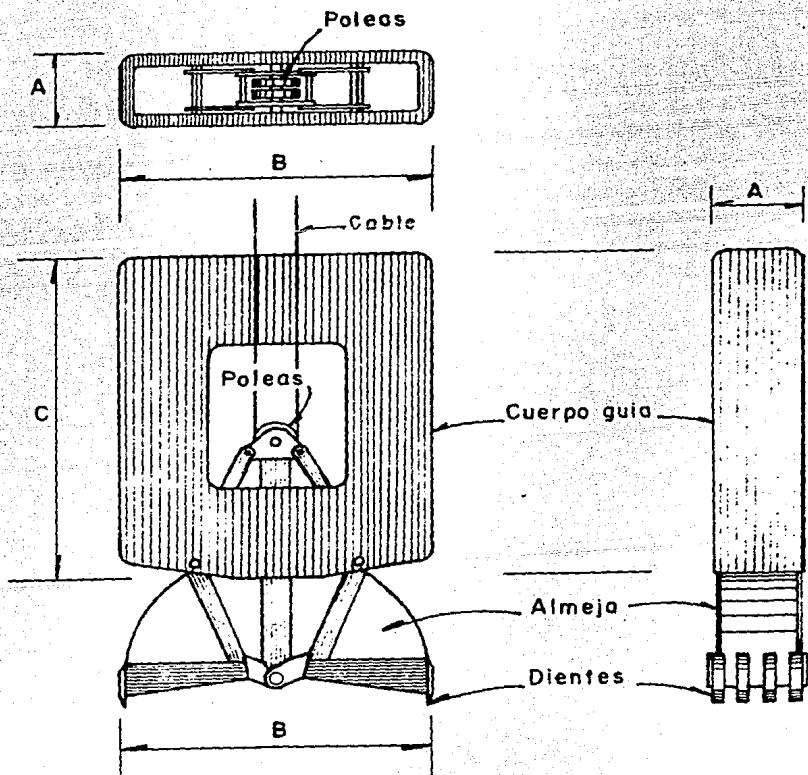


FIG. 12 Almeja libre autoguiada operada con cables

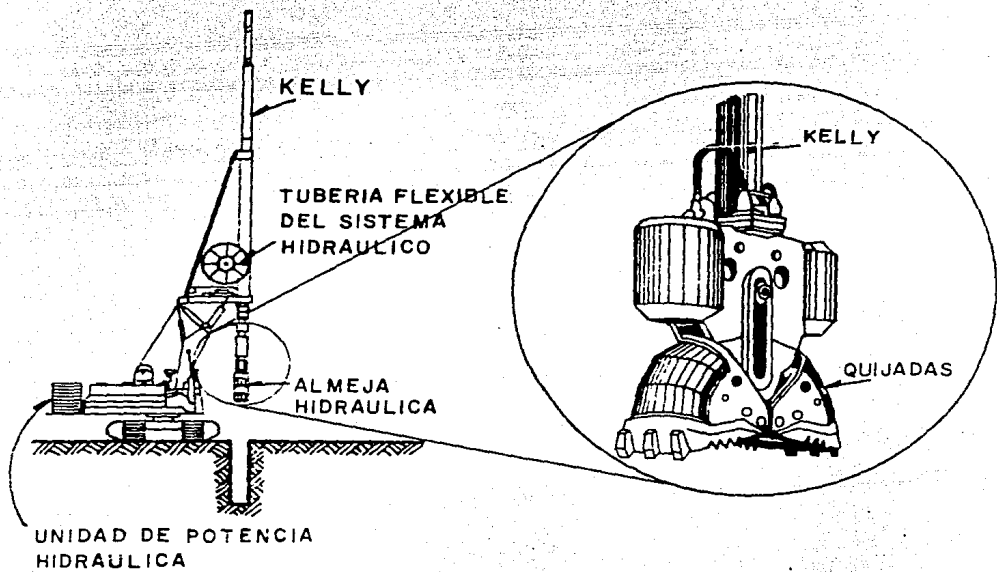


FIG. 13 Almeja hidráulica guiada

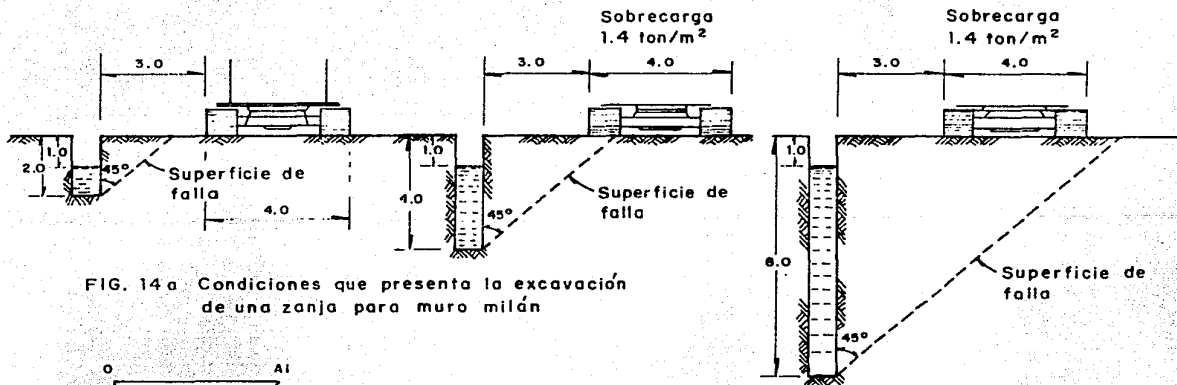
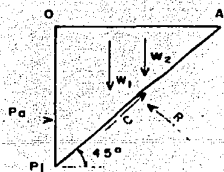


FIG. 14 a Condiciones que presenta la excavación de una zanja para muro milán



- $W_1$  = Peso de cuña OAi Pi
- $W_2$  = Sobrecarga
- $P_o$  = Empuje del agua o lodo
- $C$  = Resistencia del terreno sobre la superficie de falla
- $R$  = Resultante

FIG. 14 b Fuerzas actuantes

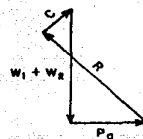


FIG. 14 c Polígono de fuerzas

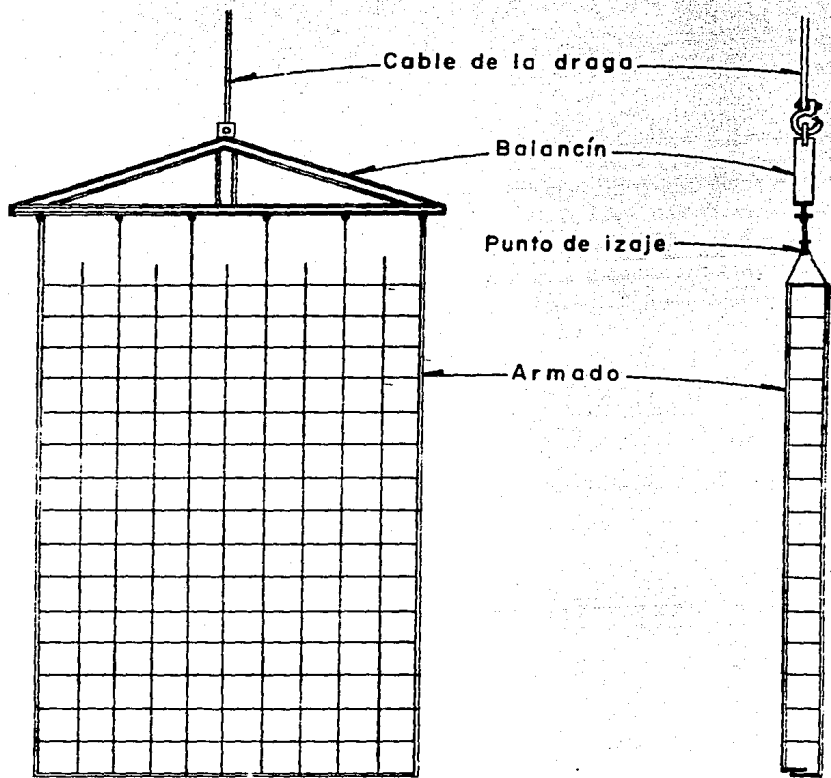


FIG. 15 Empleo de balancín con 6 puntos de izaje para el manejo de los armados

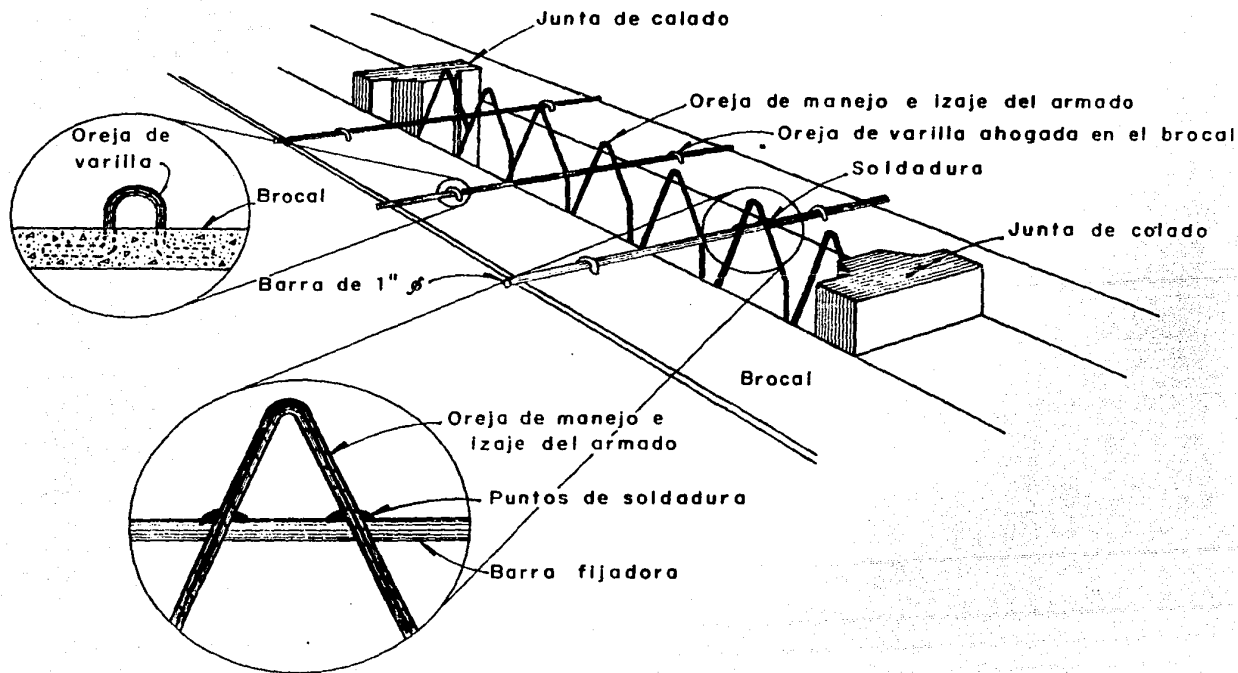
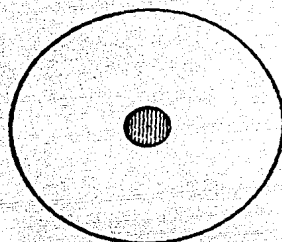
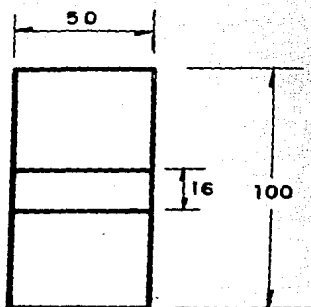
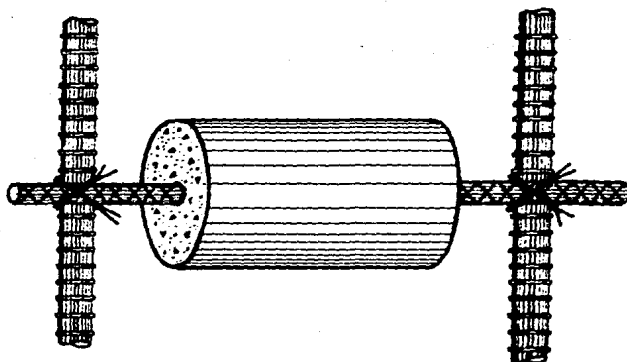
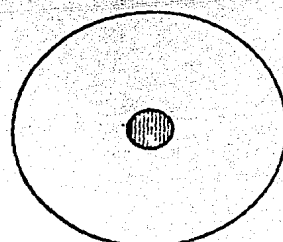
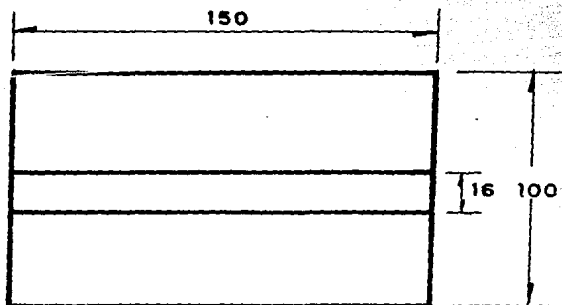


FIG. 15a Anclaje del acero de refuerzo

a) Para suelos duros



b) Para suelos blandos



Acotaciones  
en metros

FIG. 16 Centradores a base de rodillos de concreto



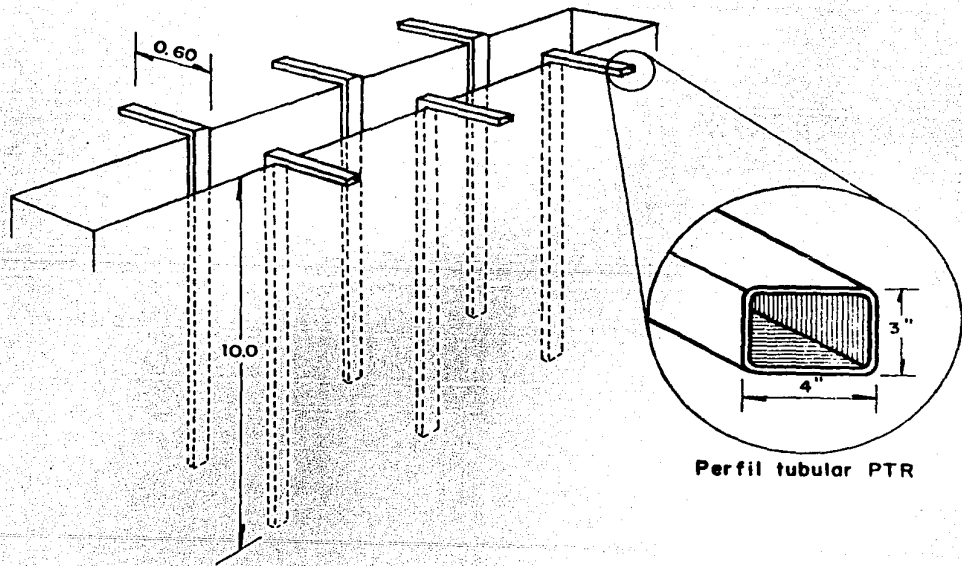
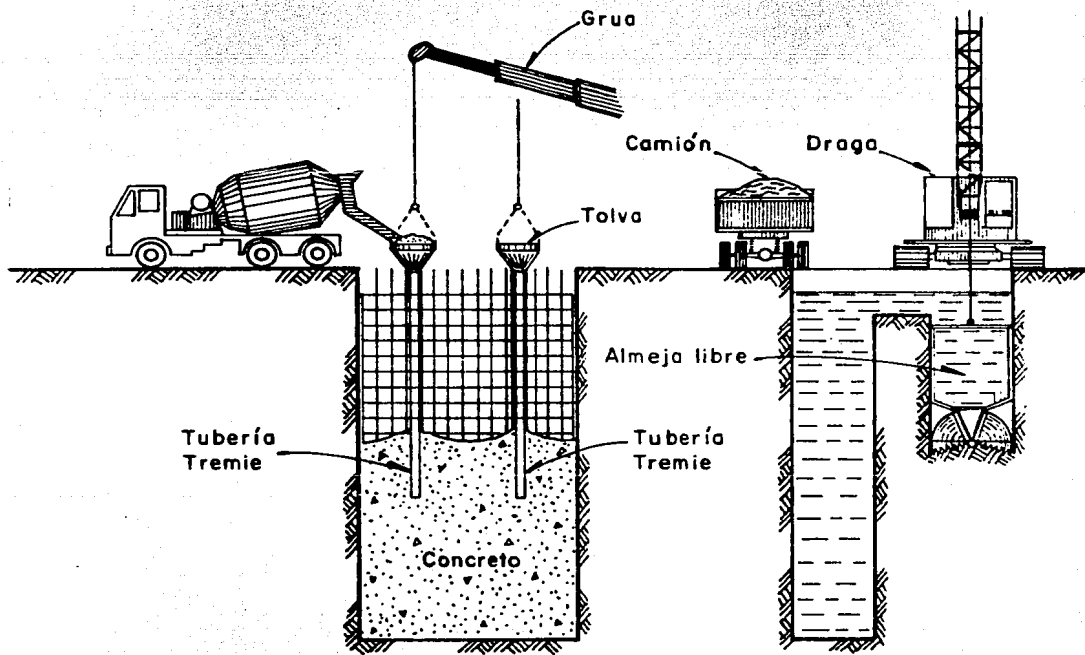


FIG. 17. Colocación de centradores en una zanja excavada



**FIG. 18** Secuencia de construcción de tableros para muros milán

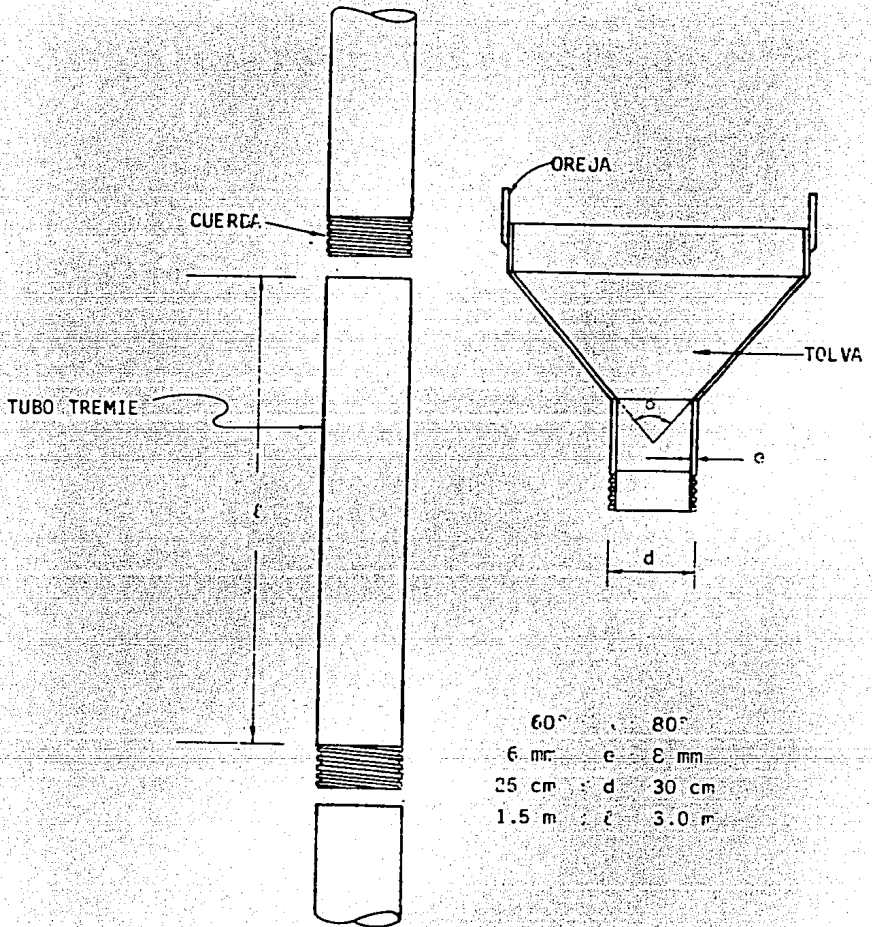


Fig 19 Detalles de tubería tremie

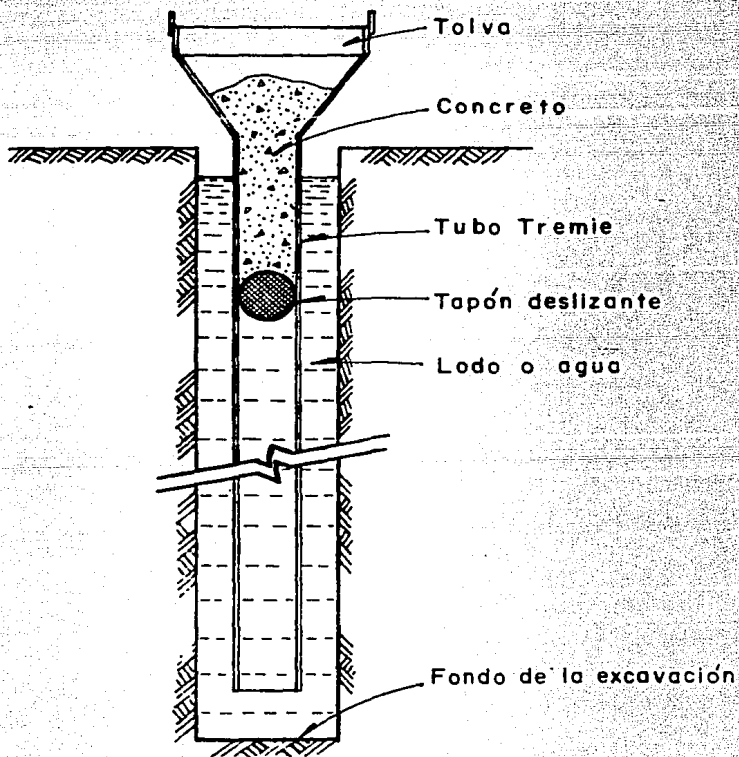


FIG. 20 Tapón deslizante para el colado con tubo tremie

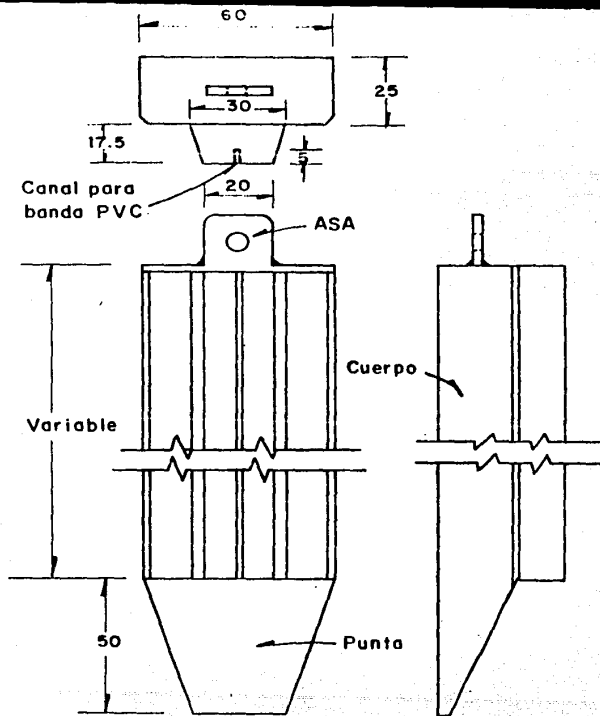
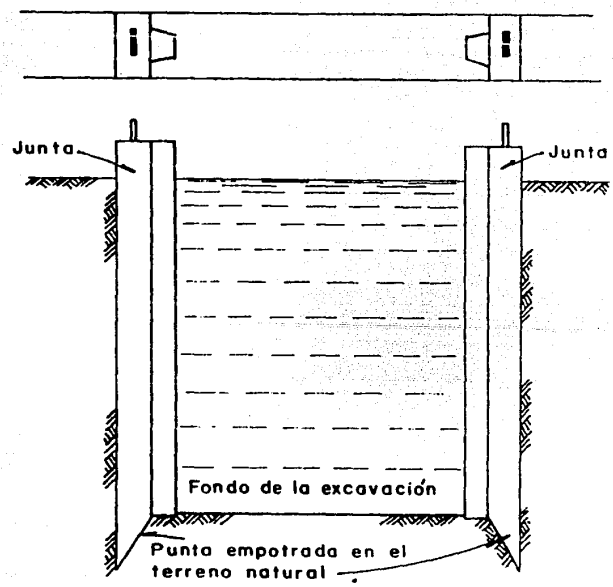


FIG. 21 Juntas para muro milán



Excavación para un tablero con las juntas colocadas lista para recibir el acero de refuerzo

LINEA 9 PONIENTE  
 TRAMO INSURGENTES - TACUBAYA  
 SUBTRAMO INSURGENTES - NUEVO LEON

TABLERO 50  
 CADENAMIENTO DEL B+424  
 AL B+430  
 NIVEL DEL BROCAL +0.753

**EXCAVACION**

PROFUNDIDAD DE PROYECTO 11.35 m.

FECHA 7 DE FEBRERO DE 1987

POSICIONAMIENTO		PROF. REAL	INICIO	TERMINO
1a. POSICION	<input checked="" type="checkbox"/> CORRECTO	11.50 m	17:25	18:15
2a. POSICION	<input checked="" type="checkbox"/>	11.45	18:35	19:55
3a. POSICION	<input checked="" type="checkbox"/>	11.60	20:10	20:40

PROF. PROMEDIO 11.52 m.

LIMPIEZA FINAL DE LA EXCAVACION OK. PROF. FINAL 11.60

OBSERVACIONES EL NIVEL DEL AGUA EN LA EXCAVACION SE MANTUVO A 0.80 m. DE PROFUNDIDAD. PARADOS DE 18:40 HRS A 19:05 POR FALTA DE AGUA PARA LA EXCAVACION.

**ACERO DE REFUERZO**

**DIMENSIONES DE LA PARRILLA**

LARGO 10.00  
 ANCHO 5.90  
 ESPESOR 0.50

CALIDAD DEL ARMADO BUENA

IZAJE Y COLOCACION OK.

INICIO 21:00 TERMINO 21:20

CENTRADORES 6

NIVEL SUPERIOR DEL ARMADO

DE PROYECTO	REAL
+0.55	+0.55

**TUBERIA TREMIE**

**TRAMOS**

- 1 3.0 m
- 2 1.50
- 3 1.50
- 4 3.0
- 5 2.5
- 6
- 7

**COLOCACION DE TAPON DESLIZANTE**

SI  NO

TOTAL 11.50 m.

FIG. 22 Reporte de construcción de muros mildn

**COLADO**

OLLA No.	VOLUMEN m <sup>3</sup>	HORA VACIADO	REVENIM. cm	N I V E L		TUBERIA m
				Teorico	Real	
36	6.0	22.00	18	8.33	8.50	11.00
47	6.0	22.10	19	6.66	6.80	11.00
124	6.0	22.30	17	5.00	5.32	9.00
75	6.0	22.45	20	3.33	3.56	6.00
36	6.0	23.05	17	1.66	1.90	6.00
4	7.0	23.20	19	0.00	0.00	6.00

**TOTAL 36 m<sup>3</sup>**

**FIG. 23 Reporte de colado**

### III.3 INSTRUMENTACION DE LA ESTACION "CENTRO MEDICO".

Con el objeto de observar el comportamiento de la excavación durante la construcción de la estación Centro Médico así como de los edificios aledaños a la misma, será necesario instalar la instrumentación que se describe a continuación.

#### A) BANCOS DE NIVEL SEMIPROFUNDO.

Deberán instalarse tres bancos de nivel semiprofundo, desplantados 3.00 m. bajo de la máxima profundidad de excavación correspondiente a la zona de andén y localizados de acuerdo con lo indicado en la fig. 1

Los bancos se irán recortando a medida que avance la excavación, tomando las debidas precauciones para que no sean dañados por las máquinas de excavación. En la zona vecina al andén del banco, la excavación deberá efectuarse a mano.

La instalación del banco deberá realizarse de acuerdo a la fig. 2.

La frecuencia de las lecturas de estos bancos de nivel será la siguiente:

- a) Una vez por la semana durante los 15 días previos al inicio de la excavación.
- b) Durante el proceso de la excavación una vez al día hasta el colado de la losa correspondiente.
- c) La cota de los bancos semiprofundos deberá trasladarse posteriormente hacia la losa de piso sobre la línea de subrasante, para poder continuar con el control de movimientos de la estación y cuando esto se haya realizado, se tomarán las lecturas una vez a la semana hasta finalizar la construcción de la obra.
- d) Posteriormente se tomarán las lecturas una vez al mes hasta el inicio de operaciones del sistema.

#### B) CONTROL DE MOVIMIENTOS EN LA SUPERFICIE.

Este control se realizará mediante líneas de colimación con puestas por bancos de nivel superficial ubicados a cada 10.00 m. en toda la longitud de la estación, tal como se indica en la fig. 1. Las líneas de colimación serán paralelas a los muros tablestaca y se localizarán a 1.00 m. de distancia a partir del paño exterior de dichos muros.



Los bancos superficiales a nivelar, serán cubos de concreto simple de 0.30 m. de lado con una marca de pintura, clavo o tachuela en el centro de la cara superior.

Todos los puntos de las líneas de colimación se ubicarán sobre un eje y posteriormente se mediran las posibles deformaciones transversales y verticales que sufra cada uno de ellos.

La frecuencia de las lecturas en estos bancos sera la misma que la indicada para los bancos de nivel semiprofundo mencionados anteriormente.

Además de las líneas de colimación se deberan marcar puntos de desplome y palomas en los paramentos de los edificios alledaños y a la estación y posteriormente se mediran los posibles desplazamientos que presentan cada uno de ellos.

Los puntos de desplome se ubicarán a cada 0.50 m. de las líneas de colindancia entre construcciones y a 2.00 m. de altura medidos a partir del nivel de banquetta; a su vez, las palomas se localizarán a cada 15,00 m. de distancia y a 1.00 m. de altura medidos también a partir de dicho nivel (ver figs. 1 y 3).

La frecuencia de las lecturas en los puntos de desplome y palomas será la misma que la indicada en el inciso "A" anteriormente descrito.

### C) INCLINOMETROS.

Con la finalidad de tener una mejor interpretación de los posibles desplazamientos horizontales con la profundidad, que sufra el terreno en el fondo de la excavación así como de las construcciones alledañas, se deberan instalar dos inclinómetros localizados de acuerdo con lo que se indica en la fig. 1 y desplantados 10.00 m. abajo de la máxima profundidad de excavación correspondiente a la zona de andén.

Debera tenerse especial cuidado en al instalación de estos instrumentos, colocando la tubería de inclinómetro inmediatamente despues de perforar el pozo. Asimismo se deberá rellenar con arena fina

\*\*

\*\*

el espacio comprendido entre las paredes de dicho pozo y la tubería del inclinómetro.

La frecuencia de las lecturas en estos instrumentos será de una vez por semana durante el tiempo que dure la construcción de la obra.

#### D) ESTACIONES PIEZOMETRICAS.

Con el objeto de conocer las variaciones en la presión hidrostática se instalarán dos piezómetros neumáticos desplantados 3.00 m. abajo de la máxima profundidad de excavación correspondiente a la zona de andén y cuya ubicación se muestra en la fig. 1.

Estos piezómetros estarán alojados dentro de una perforación de 6" de diámetro embebidos en un filtro de arena bien graduada, ver fig. 4.

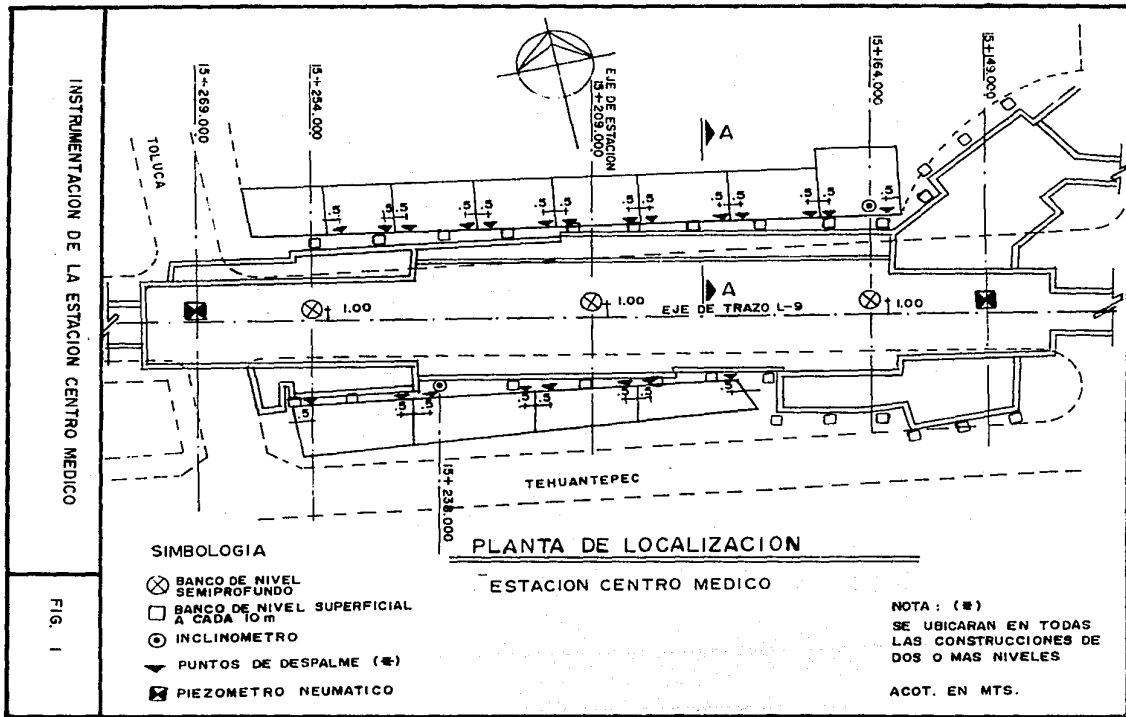
Arriba del filtro se colocará un sello de 0,50 m. de espesor constituido por bolas de bentonita unidas con una mezcla de agua-cemento-bentonita, sobre este sello se colocará nuevamente material de relleno.

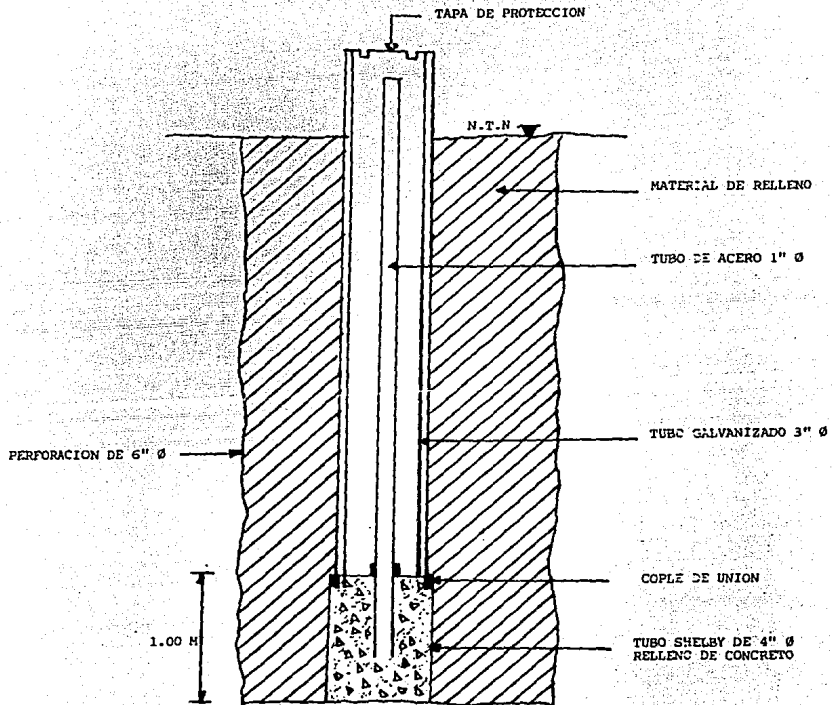
Los piezómetros se alojarán dentro de un ademe de PVC o tubo metálico de 2" de diámetro, el cual se deberá recortar cuidadosamente a medida que avance la excavación, tomando las medidas necesarias para no dañarlos con las máquinas de excavación. En la zona vecina al ademe de los piezómetros la excavación se deberá efectuar a mano.

La frecuencia de las lecturas en los piezómetros será la misma que la indicada para los bancos de nivel semiprofundos.

Con la información resultante de las lecturas antes mencionadas se elaborarán gráficas de tiempo contra pérdidas de presión las cuales se llevarán al día.

**NOTA IMPORTANTE:** En caso de que cualquiera de los elementos de medición resulte dañado deberá reponerse a la brevedad posible y continuar con sus lecturas.





DIBUJO ESQUEMATICO  
ACOT. EN METROS

BANCO DE NIVEL SEMI-PROFUNDO.

FIG. # 2

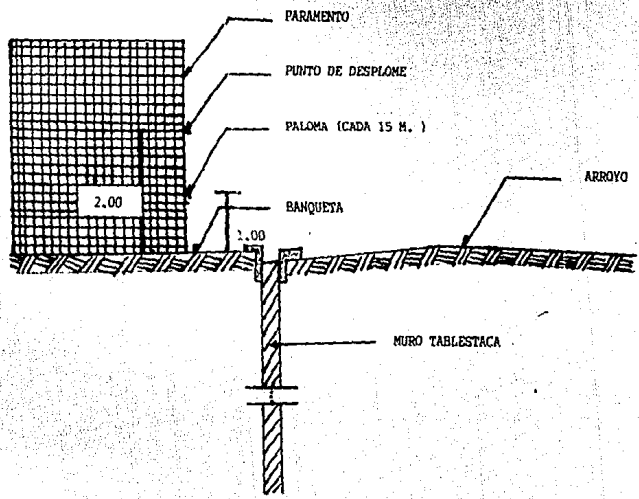
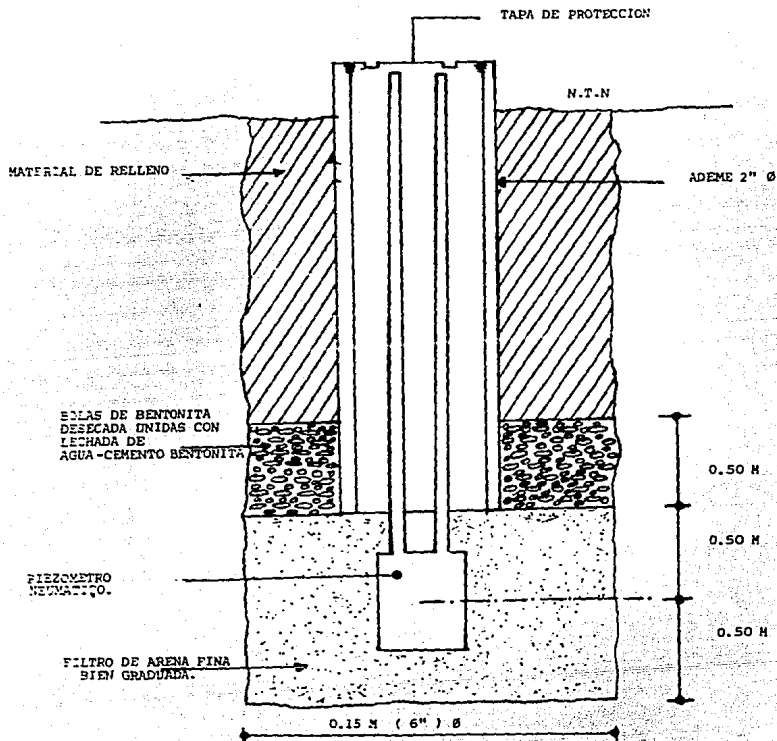


FIG. # 3

CORTE A - A

DIBUJO ESQUEMATICO  
ACOT. EN METROS



DIBUJO ESQUEMATICO  
ACOT. EN METROS.

PIEZOMETRO NEUMATICO.

FIG. # 4.

### III.4 CONDICIONES DE CIMENTACION EN EL VALLE DE MEXICO.

Se puede zonificar la ciudad de México en tres grandes áreas, atendiendo a un punto de vista estratigráfico.

#### Primera zona:

Zona de Lomas. Está constituida por terrenos compactos, arenosos, con alto contenido de grava unas veces y con tobas plúmificas bien cementadas otras.

Es buena zona para la cimentación de estructuras; y la capacidad de carga es alta.

#### Segunda zona:

Zona de Transición. Las condiciones del subsuelo desde el punto de vista estratigráfico varían demasiado de un punto a otro de la zona urbanizada. En general aparecen depósitos superficiales arcillosos o limosos, orgánicos, cubriendo arcillas volcánicas muy comprensibles que se presentan en espesores muy variables, con intercalaciones de arenas limosas o limpias, compactadas; todo el conjunto sobreyace sobre mantos grandes, predominantemente de arena y grava.

Esta zona tiene problemas de capacidad de carga y de asentamientos diferenciales.

#### Tercera zona:

Zona de Lago. Llamada así por corresponder a los terrenos que constituyeron al antiguo Lago de Texcoco.

Tiene depósitos arena—arcillosos o limosos de hasta 10 m. de espesor, arcillas de origen volcánico altamente comprensibles, estratos alternados con arena y grava y limo o arcilla arenosa.

Las arcillas del Valle de México son altamente comprensibles, existiendo problemas de asentamientos.

Las arcillas están normalmente consolidadas, sin embargo, el intenso bombeo que se ha efectuado últimamente en los mantos acuíferos ha aumentado las cargas de preconsolidación en los materiales sujetos a dicho fenómeno.

### A) FALLAS DE TALUDES.

- 1) Aparecen en la mitad del talud , la grieta es longitudinal.
- 2) Suele agrietarse la corona del talud, lo que induce con concentraciones de esfuerzo hacia el pie, donde existe pro ba bi li dad de estratos de arcillas blandas, causa de fa l l a pro g r e s i v a.
- 3) Es frecuente que los frentes arcillosos estén naturalmen te fi sur ad os o que la resistencia se reduz ca no ta blemen te con el tiempo por lo cambios de contenido de agua propiciados por la descarga de la excavación.

### B) ESTABILIDAD DE TALUDES.

Se comprende bajo el nombre genérico de taludes a cualquier de las superficies inclinadas respecto de la horizontal que hayan de adoptar permanentemente las estructuras de tierra, bien sea en forma natural o como consecuencia de la intervención humana en una obra de ingeniería. Desde este primer punto de vista los taludes se dividen en: naturales (laderas) o artificiales (cortes y terraplenes).

El moderno desarrollo de las actuales vías de comunicación tales como canales, caminos o ferrocarriles, así como el impulso de la construcción de presas de tierra ha recibido en todo el mundo en los últimos años el desenvolvimiento de obras de protección contra la acción de ríos, por medio de bordos, etc.; han puesto el diseño en construcción de taludes en un plano de importancia ingenieril de primer orden.

Taludes recomendables hasta 15 m. de altura.

Condiciones:

- 1) Que se haya efectuado una visita al sitio, identifican do el tipo de roca o suelo y su estado.
- 2) Que se tenga la capacidad de que no existan condicio nes es pe cia les que ameriten análisis: Existencia de superficies probables de deslizamiento con una orientación desfavorable, flujo de agua y vibraciones causadas por explosivos.



En nuestro caso se tienen recomendaciones para arcillas.

### TALUD RECOMENDABLE.

TIPO DE MATERIAL	HASTA 5 M.	DE 5 A 10 M.	DE 10 A 15 M.
Arcillas poco arenosas y firmes (homogéneas).			
Arcillas muy suaves expansivas y compresibles.			

### C) TIPOS Y CAUSAS DE FALLA MAS COMUNES.

#### a) Falla por Deslizamiento Superficial.

Cualquier talud está sujeto a fuerzas naturales que tienden a hacer que las partículas y porciones del suelo próximas a su frontera se deslicen hacia abajo; el fenómeno es más intenso cerca de la superficie inclinada del talud a causa de la falta de presión confinante que allí existe. Como consecuencia, la zona puede quedar sujeta a flujo viscoso hacia abajo que generalmente, se desarrolla con extraordinaria lentitud. El desequilibrio puede producirse por un aumento en las cargas actuales en la corona del talud, por una disminución en la resistencia del suelo al esfuerzo cortante o en el caso de laderas naturales por razones de conformación geológica que escapan a un análisis local detallado.

El fenómeno es muy frecuente y peligroso en laderas naturales y en este caso, generalmente abarca áreas tan importantes que cualquier solución para estabilizar una estructura alojada en esa zona escapa de los límites de lo económico, no quedando entonces más recurso que un cambio en la localización de la obra de que se trate, que evite la zona de deslizamiento.

El fenómeno se pone de manifiesto por una serie de efectos notables, tales como inclinación de los árboles, por el efecto de arrastre producido por las capas superiores del terreno en que enraizan; inclinación de postes, por la misma razón; movimientos relativos y ruptura de bardas, muros, etc.; acumulación de suelos en las depresio-

nes, valles y falta de los mismos en las zonas altas, y otras señales del mismo tipo.

b) Deslizamiento en las laderas naturales sobre superficies de falla existentes.

Estos movimientos, a veces son tan lentos que pasan inadvertidos, hasta que el Ingeniero ha de actuar en la zona, en alguna obra.

Si los movimientos se aceleran se puede llegar a producir un deslizamiento de tierras. Parece ser que la mayor parte de este tipo de movimientos están asociados a ciertas estratigrafías favorables a ellos, al mismo tiempo que flujos estacionales de agua en el interior de la ladera. Un caso frecuente y tal vez el más sencillo es el que aparece en laderas formadas por depósitos de talud sobre otros materiales firmes estratificados, que siguen más o menos la inclinación de la ladera. En estos casos se observan con frecuencia superficies de falla prácticamente planas, que siguen los contactos entre los depósitos de talud y los materiales más resistentes de apoyo.

c) Falla por movimiento del cuerpo del talud.

Este es un movimiento superficial brusco que afecta a masas considerables de suelo, con superficies de falla que penetran profundamente en su cuerpo. Estos fenómenos reciben comúnmente el nombre de deslizamiento de tierras. Dentro de estos existen dos tipos claramente diferenciados. En primer lugar, un caso en el cual se define una superficie de falla curva, a lo largo de la cual ocurre el movimiento del talud; esta superficie forma una traza con el plano del papel que puede asimilarse, por facilidad y sin error mayor, a una circunferencia, éstas son las llamadas fallas por rotación. En segundo lugar, se tienen las fallas que ocurren a lo largo de superficies débiles, asimilables a un plano en el cuerpo del talud o en su terreno de cimentación.

Estos planos débiles suelen ser horizontales o muy poco inclinados respecto a la horizontal. Estas son fallas por traslación.

\*\*

## d) Flujos.

Este tipo de falla consiste en movimientos más o menos rápidos de zonas localizadas de una ladera natural, de manera que el movimiento en sí y la distribución aparente de las velocidades y los desplazamientos acemejan el fluir de un líquido viscoso. No existe, en sí, una superficie de falla o ésta se desarrolla en un lapso muy breve al inicio del fenómeno.

Estas fallas pueden ocurrir en cualquier formación no cementada, desde fragmentos de roca, hasta arcillas francas; suceden tanto en materiales secos, como húmedos. Muchos flujos rápidos en materiales secos ocurren asociados a fenómenos de presión de aire, en los que éste juega un papel análogo al del agua en los fenómenos de licuación de suelos. Otros flujos, en suelos muy húmedos, son verdaderos procesos de licuación.

## e) Fallas por erosión.

Estas son también fallas de tipo superficial provocadas por arrastres de viento, agua, etc.; en los taludes. El fenómeno es tanto más notorio cuanto más empinadas sean las laderas de los taludes. Una manifestación típica del fenómeno suele ser la apariencia de irregularidades en el talud, originalmente uniforme. Desde el punto de vista teórico, esta falla suele ser imposible de cuantificar detalladamente, pero la experiencia ha proporcionado normas que la atenúan grandemente si se les aplican con cuidado.

## f) Falla por licuación.

Estas fallas ocurren cuando en la zona del deslizamiento el suelo pasa rápidamente de una condición más o menos firme a la correspondiente a una suspensión, con pérdida casi total de resistencia al esfuerzo cortante. El fenómeno puede ocurrir tanto en arcillas extensas como en arenas poco compactas.

\*\*

- g) Falla por falta de capacidad de carga en el terreno de cimentación.

-Suelo con cohesión y fricción ( $c \neq 0$ ;  $\phi \neq 0$ ).

-Análisis con esfuerzos totales.

-Método de las "dovelas" o de fellenius.

Los suelos tienen una ley de resistencia al esfuerzo cortantes del tipo:

$$S = c + \tau \operatorname{tg} \phi$$

$\phi$  = ángulo de fricción interna de la arena.

$c$  = parámetro de resistencia, llamada cohesión.

#### Procedimiento:

- 1) Se propone un círculo de falla a elección y la masa de tierra deslizante se divide en dovelas. Fig. I.

El número de dovelas, hasta cierto punto, es cuestión de elección, teniendo que a mayor número de dovelas se tendrán resultados más confiables.

- 2) Equilibrio de cada dovela. Fig. II.

$W_i$  es el peso de la dovela de espesor unitario.

$N_i$ , reacción normal del suelo a lo largo de la superficie de deslizamiento  $\Delta L_i$ .

$T_i$ , reacción tangencial del suelo a lo largo de la superficie de deslizamiento  $\Delta L_i$ .

Las dovelas adyacentes a la  $i$ -ésima, bajo estudio, ejercen ciertas acciones sobre ésta ( $P_1, P_2$ ) y ( $T_1, T_2$ ).

- 3) Hipótesis.

a) El efecto de las fuerzas  $P_1, P_2$  se contrarresta o sea  $P_1 = P_2$  y coliales y contrarias.

b) El momento producido por las fuerzas  $T_1$  y  $T_2$ , que se consideran de igual magnitud, es despreciable.

O sea que cada dovela actúa en forma independiente de las demás y  $N_i$  y  $T_i$  equilibran a  $W_i$ .

- 4) Cálculo del momento motor debido al peso de las dovelas.

$$M_m = R \sum (T_i)$$

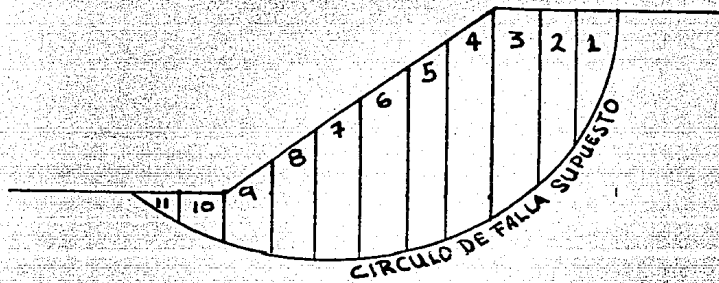


FIG No I

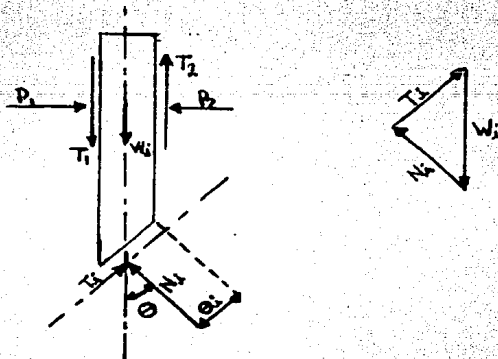


FIG No. II

\*\*

- 5) Momento resistente es debido a ala resistencia al esfuerzo cortante,  $i$ , que se desarrolla en la superficie de deslizamiento de cada dovela y vale:

$$M_R = R_{ci} A L_i$$

- 6) Factor seguridad.  $F_s$ .

Definición: Es la relación entre la resistencia promedio al esfuerzo cortante a lo largo de la superficie de falla y los esfuerzos cortantes medios en dicha superficie.

$$F_s = \frac{M_R}{\sum T_i}$$

Si  $F_s \geq 1.5$  es estable

Este método también consiste en un procedimiento de tanteos en el cual se fijan distintos círculos de fallas, calculando el  $F_s$  ligado a cada uno; donde se fija que  $F_s$  min no sea menor que 1.5, para garantizar en la práctica la estabilidad de un talud.

El procedimiento se aplica en general a círculos de falla de base y por el pie del talud.

La presencia de flujo de agua en el cuerpo del talud ejerce importante influencia en la estabilidad de este.

#### D) MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES.

- a) Tendido de taludes.

En suelos "cohesivos" la estabilidad del talud está condicionada sobre todo por la altura del mismo y la ganancia al tender talud es siempre escasa y, en ocasiones, nula.

En suelos con "cohesión" y "fricción"; el tender el talud producirá un aumento en la estabilidad general.

El tendido de taludes puede estar restringido por invasión de zonas urbanas, condiciones económicas emanadas del movimiento de grandes volúmenes de tierra, etc.

- b) Empleo de bermas laterales o frontales.

Berma es una masa generalmente del mismo material que el propio talud, se colocan adecuadamente en el lado exterior del mismo a fin de aumentar su estabilidad.

\*\*

Incremento en la estabilidad del talud. Motivos.

- 1) Por su propio peso. Disminuye el momento motor.
- 2) Aumenta el momento resistente, por el incremento en la longitud del arco de falla por efecto de la propia berma.
- 3) La redistribución de esfuerzos cortantes que su presencia produce en el terreno de cimentación.

### III.5 ABATIMIENTO DEL NIVEL FREÁTICO.

El objetivo es mantener la excavación estanca, controlar las fuerzas de filtración y reducir las expansiones del fondo de la excavación.

#### SECUENCIA DE ETAPAS.

- I. Ademe de los pozos de bombeo.
- II. Bombas de extracción de agua.
- III. Localización y profundidad de los pozos de bombeo.
- IV. Tiempo de bombeo.

Para la ejecución de cada pozo deben seguirse los siguientes pasos:

- Perforación.
  - Colocación de adame.
  - Colocación de filtro.
  - Colocación de bombas eyectoras.
- 1) Localización de los pozos de bombeo.
  - 2) Profundidad de los pozos de bombeo.
  - 3) Perforación de los pozos de bombeo.
  - 4) Limpieza de las perforaciones.
  - 5) Ademes de los pozos de bombeo.
  - 6) Ranurado de los ademes.
  - 7) Malla alrededor del ademe.
  - 8) Filtro.
  - 9) Desarrollo del flujo hidráulico.
  - 10) Bombas.
  - 11) Profundidad de instalación de las bombas.
  - 12) Presión de operación de las bombas.
  - 13) Control

\*\*

14) Tiempo de bombeo.

15) Longitud de bombeo.

I. ADEME DE LOS POZOS DE BOMBEO.

Los ademes de los pozos de bombeo están constituidas por tubos de fierro de 4" de diámetro, ranurados en toda su longitud, excepto 1.50 m. en su extremo superior y 1.00 m. en el extremo inferior. Estos tubos para que queden ajustados a las paredes de la excavación, deben estar provistos de tres aletas constituidas por varillas de 3/4" localizadas en puntos equidistantes a lo largo del ademe.

II. BOMBAS DE EXTRACCION DE AGUA.

Se emplean bombas de pozo profundo, del tipo eyector de 1" x 1 1/4" con su nivel de succión colocado a 1.50 m. abajo de la máxima profundidad de excavación y trabajando a una presión de 5 kg./cm<sup>2</sup>.

III. LOCALIZACION Y PROFUNDIDAD DE LOS POZOS DE BOMBEO.

La ubicación de los pozos de bombeo, así como la profundidad de instalación se presenta en planc anexo a este trabajo.

IV. TIEMPO DE BOMBEO.

El bombeo se inicia diez días antes de empezar el procedimiento de excavación: adicionalmente se bombea en los pozos que se encuentran a una distancia de 10.0 m. a partir del hombro de los taludes que limiten a la etapa en la que se esté efectuando la excavación.

El bombeo se suspende durante el colado de la losa de piso de la etapa correspondiente.

1. LOCALIZACION DE LOS POZOS DE BOMBEO.

Esta localización de los pozos se presentan en el plano anexo a este trabajo.

\*\*



\*\*

## 2. PROFUNDIDAD DE LOS POZOS DE BOMBEO.

Mismo que el plano anterior.

## 3. PERFORACION DE LOS POZOS DE BOMBEO.

Estos pozos tienen un diámetro de 30 cm. y se perforan con broca de aleta o escalonada. Con cualquiera de las dos herramientas se debe utilizar en el lavado y limpieza de la perforación exclusivamente agua a presión. Por ningún motivo se debe usar lodo para la perforación de los pozos.

## 4. LIMPIEZA DE LAS PERFORACIONES.

Deben estar limpias y libres de azolve para que se puedan instalar dentro de ellas el equipo de bombeo. Para la limpieza, se emplea cucharas de percusión para extraer el azolve grueso y, después se lava la perforación con agua a presión. Se considera que la tubería está limpia, hasta que el agua retorne libre de partículas.

## 5. ADEMES DE LOS POZOS DE BOMBEO.

Los ademes de los pozos de bombeo son tubos de fierro de 4" ó 6" de diámetro. Antes de ademar la perforación, es necesario mantener llena de agua la perforación hasta rebosar, para evitar que sus paredes se cierren.

## 6. RANURADO DE LOS ADEMES.

Esto se hace con el objeto de que el agua por bombear penetre libremente a su interior. Las ranuras son de 30 cm. de longitud y 3 mm. de ancho (1/8). El porcentaje de área de filtración del tubo no es menor de 3% ni mayor de 5% del área perimetral del tubo.

## 7. MALLA ALREDEDOR DEL ADEME.

Esta malla sirve para evitar que el filtro pase al interior del ademe la malla a colocar es del número ocho, alrededor del ademe, la malla queda sujeta firmemente al ademe con objeto de que no se vaya a desprender durante las maniobras de instalación y cubra perfectamente las ranuras.

\*\*

## 8. FILTRO.

Este filtro se coloca entre las paredes del pozo y las del ademe.

Consta de arena gruesa, grava fina limpias, cuya granulometría está comprendida entre los siguientes tamaños: 1.0 cm. para el máximo y 0.25 para el mínimo.

Este material empleado contiene partículas de todos los tamaños intermedios y debe lavarse arribarse previamente a sus colocaciones para eliminar todos los materiales finos que contenga y que pueden obstruir el filtro durante su funcionamiento.

## 9. DESARROLLO DEL FLUJO HIDRAULICO.

Para establecer el flujo hidráulico en el pozo y hacer con ello más eficaz el bombeo, después de colocado el ademe y el filtro se agita el interior del ademe con una cuchara de percusión.

Si con esta operación no resulta suficiente para actuar el flujo hidráulico, se arroja hielo seco al fondo del pozo para que el monóxido de carbono liberado destape los espacios entre partículas que hayan sido bloqueadas.

## 10. BOMBAS.

Las bombas a emplear son de pozo profundo del tipo eyector de 1" x 1/4" ó de 1/4" x 1 1/2", siendo la primera para un ademe de 4" y la segunda para el de 6".

## 11. PROFUNDIDAD DE INSTALACION DE LAS BOMBAS.

## 12. PRESION DE OPERACION DE LAS BOMBAS.

Se operan a una presión de 5 kg./cm<sup>2</sup>.

## 13. CONTROL.

Para el control del abatimiento del nivel freático, se registrarán en cada turno la presión de operación de las bombas, el gasto de extracción, y el nivel dinámico en cada pozo, y con estos datos se elaboran gráficas tiempo contra presión de operación, tiempo con-

tra gastos extraídos y tiempo contra nivel dinámico.

#### 14. TIEMPO DE BOMBEO.

El bombeo se inicia dos días antes de empezar la excavación y se suspende en cada pozo después que se haya colocado la losa de piso correspondiente.

#### 15 LONGITUD DE BOMBEO.

30.0 m. medida a partir del frente donde se esté construyendo la losa al piso.

#### NOTAS IMPORTANTES.

- 1.- El bombeo solo podrá iniciarse cuando se encuentren construidos los muros tablestaca correspondientes a la zona por bombear.
- 2.- No se podrá iniciar ninguna etapa de excavación si no se ha bombeado previamente durante un período de dos ( 2 ) días.
- 3.- En caso de que ya se haya bombeado durante dos (2) días y no se inicie la excavación, deberá suspenderse el bombeo respetando la condición de que cuando se vaya a iniciar cualquier excavación en alguna etapa deberá cumplirse con el tiempo previo de bombeo especificado.
- 4.- Durante la excavación para la construcción de la losa de techo, se deberán dejar las preparaciones necesarias en los sitios donde se instalarán los pozos de bombeo.
- 5.- Previamente a la instalación de los pozos de bombeo deberá descubrirse el ducto de cables de alta tensión existente en la zona, con objeto de ubicar los pozos de bombeo a una distancia de 0.50 m. del paño de dicho ducto tal como se muestra en la figura 1.

### III.6 EXCAVACION, APUNTALAMIENTO Y CONSTRUCCION.

Antes de iniciar la excavación de cualquier etapa será necesario efectuar en toda la longitud de la estación, un rasero de 2.00 m. de profundidad medidos a partir del nivel de terreno natural.

La construcción de la zona de andén se realizará en dos frentes, mediante de la excavación de una etapa central seguida de dos etapas laterales excavadas simultáneamente, exceptuando las zonas correspondientes a la pasarela de comunicación con la línea 3 sur del metro y los locales técnicos, en cuyo caso la excavación se realizará en etapas consecutivas, tal como se muestra en el plano de etapas de excavación de la estación.

La excavación para la construcción de la estación deberá efectuarse de tal manera, que las distancias entre el frente de excavación y los diferentes frentes de construcción, cumplan las restricciones indicadas en la figura No. 1 y no podrá continuar la excavación si estas limitaciones no se cumplen.

El orden de ejecución de las etapas de excavación deberá llevarse a cabo de acuerdo con lo indicado en el plano No. 85-MS-100904-111-3-405-P modificación No. 6 y por ningún motivo podrá alterarse.

Las etapas de excavación indicadas con el mismo número podrán atacarse simultáneamente respetando las restricciones señaladas para cada una de ellas.

A) ETAPAS CENTRALES (FRENTE PONIENTE): 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29, 31, 33, 35, 37, 39, 41, 43, 45, 47, 49, 51, 53, 55, 57, 59, 61, 63 y 65.

La excavación de estas etapas estará confinada lateralmente por muros tablestaca hasta 30 cm. abajo del tercer nivel de puntas y la excavación se ejecutará entre taludes laterales con inclinación 0.5:1, exclusivamente en la zona central con el ancho indicado en el plano de etapas de la estación, hasta alcanzar la profundidad de proyecto.

\*\*\*

La excavación se iniciará desde el nivel de terreno natural hasta 30 cm. abajo del primer nivel de puntales suspendiéndose momentaneamente para proceder a la colocación de estos.

Se continuará con la excavación hasta 30 cm. abajo del segundo nivel de puntales procediendo de inmediato a la colocación de dicho nivel y posteriormente se continuará la excavación hasta alcanzar el nivel vestibulo.

Las elevaciones en que se colocarán los puntales se muestran en el plano de cortes generales de la estación.

No podrá continuarse la excavación si los puntales no han sido colocados en las elevaciones especificadas.

Una vez alcanzado el nivel vestibulo, se procederá de inmediato a colar una plantilla de 20 cm. de espesor provista con aditivo acelerante de fraguado, en el área comprendida entre los ejes A-B y B-C en el lado norte de la estación y entre los ejes Ga y F en el lado sur.

Alcanzada la máxima profundidad de excavación, se procederá de inmediato a colocar una plantilla de concreto pobre de 40 cm. de espesor con aditivo acelerante de fraguado. El colado de esta plantilla deberá efectuarse en un tiempo máximo de 3 horas.

Dos horas despues de colocada la plantilla se deberá armar y colocar la losa de piso en un ancho equivalente a las  $3/4$  partes del claro comprendido entre el muro tablestaca auxiliar y el perimetral, medido a partir de éste último; ligando dicha losa con el muro tablestaca estructural o dejando en ellas las preparaciones necesarias para efectuar posteriormente la liga con los muros estructurales, con la losa de tapa adyacente y con la losa restante del nivel vestibulo, la cual se indica en el inciso B.

El tiempo para transcurrir para el colado de plantilla y losa no debera exceder de 9 horas contadas a partir del momento en que se alcance la profundidad de proyecto del nivel vestibulo.

De manera simultanea con el colado de la plantilla del nivel vestibulo se proseguira con la excavación exclusivamente en la zona de anden hasta alcanzar 30 cm. abajo del tercer nivel de puntales, procediendo de inmediato a la colocación de estos.

Colocado el tercer nivel de puntales, la excavación deberá continuarse hasta alcanzar la profundidad máxima de proyecto entre taludes, cuya inclinación sera de 0.5:1 horizontal a vertical.

El tiempo máximo a emplear para la excavación y colocación de puntales no deberá exceder de 36 horas para cada etapa.

Alcanzada la máxima profundidad de excavación, se precedera de inmediato a colocar una plantilla de concreto pobre de 40 cm. de espesor con aditivo acelerante de fraguado. El colado de esta plantilla deberá efectuarse en un tiempo máximo de 3 horas, contadas a partir del momento en que se alcance la profundidad del proyecto.

El plano dice no más de tres horas después de terminado el colado de la plantilla, se procedera a armar y colar la losa de piso; durante el armado de esta, deberán dejarse las preparaciones para su liga posterior con los muretes de anden y con el armadado de las losas de etapas adyacentes.

El tiempo máximo a transcurrir para el armado y colado de la losa de piso será de 10 horas para cada etapa, contadas a partir de la terminación del colado de la plantilla.

El colado de la plantilla y la losa de piso de la etapa 59, 61, 63, 65 y 67, deberán suspenderse a 1.50 m. medidos a partir del sitio en que quedarán ubicados los paños exteriores de los muros del carcamo, cuya excavación y construcción se describe a continuación.

B. ETAPAS LATERALES (FRENTE PONIENTE) 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 44, 46, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62, 64 y 66.

La excavación de estas etapas se realizó entre muros tablastaca, conservando en el sentido de avance un talud con inclinación 1.25:1 horizontal y vertical, tal como se muestra en el plano de cortes generales de la estación.

La excavación se iniciará 30 cm. abajo del tercer nivel de puntales y 30 cm. abajo del cuarto nivel de apuntalamiento se suspenderá.

Veinticuatro horas después de colada la losa de piso y plantilla laterales (lastres), se deberá retirar el cuarto nivel de puntales, a excepción de los ubicados en la zona del caracamo, los que se retirarán como se indica en el inciso G.

Veinticuatro horas después de colada la losa de piso en cada etapa, se procederá al armado, combrado y colado de las columnas o muros estructurales hasta el paño inferior de las tablas que constituirán la losa del nivel vestibulo, dejandolas preparaciones necesarias para ligarse posteriormente con el armado de dicha losa.

Durante el colado de los muros deberán dejarse sin collar, cajas de sección cuadrada en los sitios donde el tercer nivel de puntales interfiera con el colado de dichos muros. Estas cajas se rellenarán con concreto provisto de un aditivo estabilizador de volumen posteriormente al retiro de los puntales.

Para el armado, cimbrado y colado de estos muros no deberá emplearse un tiempo mayor de treinta y seis horas.

\*\*

En el caso de los muros tablestaca estructurales, deberá colarse con un espesor adicional (chapeo) de 20 cm. dejando también cajas sin colar en los sitios donde interfieran los puntales, asimismo, en las etapas 2, 4, 6 y 8 el colado adicional será de 30 cm. de espesor.

Alcanzada la resistencia de proyecto de los muros estructurales o columnas, se continuará con la colación de las tabletas que integran la losa del nivel vestibulo y posteriormente se efectuará el armado y colado de firme de compresión de la misma, asimismo se deberá efectuar la liga estructural con la losa de piso del nivel vestibulo colada en sitio, indicada en el inciso A.

Setenta y dos horas después de colado el firme de compresión podrá retirarse el tercer nivel de puntales continuando con el armado, cimbrado y colado de los muros estructurales y columnas del nivel vestibulo hasta paño inferior de las tabletas que integran la losa de techo; asimismo se continuará con el chapeo del muro tablestaca estructural, dejando en ambos casos cajas sin colar en los sitios donde interfiera el segundo nivel de puntales.

En el caso de las etapas 66 y 64, el retiro del tercero y segundo niveles de puntales se realizará 72 horas después de colado el firme de compresión de la losa de techa y el primer nivel cuando el material de relleno alcance su punto de aplicación.

Alcanzada la resistencia de proyecto de los muros y columnas, se colocarán las tabletas y posteriormente se efectuará el armado y colado del firme de compresión de dicha losa.

En las etapas que contengan a las galerías de ventilación, deberá procederse al armado, cimbrado y colado en sitio de la losa superior, diafragmas y muretes que servirán de apoyo a las rejillas. Esta actividad se desarrollará de manera simultanea con el colado del firme de compresión de la losa de techo.

Una vez que el firme de compresión, la losa colada en sitio y los diafragmas alcancen su resistencia de proyecto se podrán retirar el segundo y primer nivel de puntales, prosiguiendo de inmediato a colar sobre la losa de techo, un lastre de concreto pobre

\*\*



\*\*

de 0.90 a 1.20 m. de espesor, ver fig. 2.

Efectuando lo anterior se proseguirá con la colocación del material de relleno y restitución del pavimento.

**C. FRENTE ORIENTE, PASARELA DE COMUNICACION CON LA LINEA 3 SUR ETAPAS. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11.**

La excavación de estas etapas se realizará entre muros tablestaca conservando en el sentido de avance un talud con inclinación 0.5:1 horizontal a vertical.

En las etapas 1' y 2', a medida que la excavación se profundice se deberá demoler el muro tablestaca existente correspondiente a la línea 3 sur del metro, con objeto de poder apoyar el primero y segundo niveles de puntales en las losas de techo y vestibulo previamente construídas, tal como se indica en los planos de apuntalamiento y cortes generales de la estación.

La excavación se iniciará desde el nivel de terreno natural hasta alcanzar 30 cm. abajo del primer nivel de puntales suspendiéndose temporalmente y procediendo de inmediato a la colocación de estos.

Se continuará con la excavación hasta alcanzar 30 cm. abajo del segundo y último nivel de puntales, colocando en seguida dicho nivel. Efectuando lo anterior, se reanudará la excavación hasta alcanzar la profundidad de proyecto del nivel vestibulo.

El tiempo máximo a emplear para la excavación y colocación de puntales será de 8 horas para cada etapa.

Alcanzada la profundidad antes citada se procederá a colocar una plantilla de 10 cm. de espesor provista de un aditivo acelerante de fraguado. En la etapa 7' bajo la losa de escaleras no se colocará plantillas.

\*\*

\*\*

Tres horas despues de colada la plantilla se realizará el armado y colado de la losa de piso dejando en ella las preparaciones necesarias para posteriormente efectuar la liga estructural con las losas de etapas adyacentes y con los muros estructurales correspondientes así mismo esta losa deberá ligarse con los muros tablestaca estructurales correspondientes a la galería de ventilación.

De manera simultanea con al construcción de la losa de piso en las etapas 5' y 6', bajo la zona de escaleras se deberá colar la parte restante de la plantilla hasta completar un espesor total de 0.50 m., ver plano de cortes generales de la estación.

La losa de piso de las etapas 8' y 11', se deberán dejar las preparaciones requeridas para posteriormente, poder efectuar la liga estructural con las losas del nivel vestibulo en las etapas 32' a 42'.

La losa de piso de las etapas 1' y 2' se ligaran estructuralmente con la losa ubicada en al línea 3 sur del metro, efectuando de manera previa la demolición de los muros tablestaca existentes, tal como se muestra en el plano de cortes generales y estructurales de la estación.

Durante el colado de la losa de piso correspondiente a las etapas 8' y 11', se deberán dejar las preparaciones necesarias para posteriormente apoyar en ellas puntales inclinados, como se muestra en el detalle "B" del plano antes citado.

El armado y colado de la losa de piso en cada etapa deberá efectuarse en un tiempo no mayor de 10 horas contada a partir de la terminación del colado de la plantilla.

Veinticuatro horas después de colada la losa de piso y la plantilla de 0.50 m. de espesor, se podrá retirar al segundo nivel de puntales y se procedera al armado, cimbrado y colado

\*\*

\*\*

de los muros estructurales en un tiempo no mayor de 36 horas. De manera simultanea en los muros tablestaca estructurales correspondientes a la galería de ventilación se colará un chapeo de 20 cm. de espesor.

Una vez que los muros alcanzan su resistencia especificada se procederá a cimbrar, armar y colar la losa de techo correspondiente así como los diafragmas y muretes en la galería antes citada. En los sitios donde el primer nivel de puntales interfiera con el colado de la losa, deberán dejarse franjas sin colar las cuales se colaran posteriormente al retiro de los puntales empleando concreto previsto de un aditivo estabilizador de volúmen.

Cuando la losa de techo y los diafragmas alcancen su resistencia especificada, se podrá retirar el primer nivel de puntales procediendo de inmediato al colado de las franjas mencionadas anteriormente.

Una vez que las franjas adquieran su resistencia de proyecto se procederá a colar el relleno y restituir el pavimento de acuerdo con lo descrito en el inciso B.

D) FRENTE ORIENTE DE LA ESTACION, ETAPAS 11', 12', 13', 14', ..., 44' y 45'.

La excavación y construcción de estas etapas se llevara a cabo de acuerdo con lo descrito en los incisos A y B, considerando además lo siguiente:

-Para poder iniciar la excavación de las etapas 11' y 12' es condición necesaria que las primeras cinco etapas centrales y laterales del frente poniente, hayan sido estructuradas hasta la losa del techo.

-Los muros tapón ubicados tanto en la parte central de la estación como en la cabecera oriente, se deberán demoler conforme se profundice la excavación de las etapas 11' y 12', 45' y 46', respectivamente.

\*\*

-Así mismo, se deberá demoler el muro tablestaca auxiliar adyacente a la pasarela de comunicación conforme sea des cubierto por la excavación. Adicionalmente se deberá tomar una cuenta que el primero y segundo niveles de puntales ubicados entre las etapas 32' y 42', se colocarán inclinados, apoyando uno de sus extremos en la losa de piso de la pasarela y por lo cual sera necesario colocarlos en zanja abriendo previamente "ventanas" o ranuras de dicho muro.

E) LOCALES TECNICOS, ETAPAS 47', 48', 49', 50', 51', 52', 53', 53', 54', 55', 56', 57', 58' y 59'.

La excavación de las etapas se realizará entre muros tablestaca perimetrales y auxiliares conservando en el sentido de avance un talud con inclinación 1.25: 1 horizontal a vertical.

A medida que la excavación se profundice se deberá demoler el muro tablestaca auxiliar con el fin de poder apoyar un extremo de los puntales en la losa de techo, en la losa de vestibulo y sobre el muñon de anden construidos anteriormente, tal como se muestra en los planos de apuntalamiento y de cortes generales de la estación.

La excavación se iniciara a partir del terreno natural y 30 cm. abajo del primer nivel de puntales se suspendera temporalmente procediendo de inmediato a la colocación de estos, apoyando uno de sus extremos en la losa del nivel vestibulo y el otro en el muro tablestaca.

El proceso de excavación, demolición y apuntalamiento se continuara segun lo descrito en parrafos anteriores hasta alcanzar la profundidad máxima de proyecto. El tercero y cuarto niveles de puntales se apoyarán sobre el muñon de la losa de anden.

\*\*

La excavación y apuntalamiento de estas etapas debera efectuarse en un tiempo no mayor de 36 horas.

Posteriormente, el colado de la plantilla de 40 cm. de espesor, así como la construcción de la losa de piso y los muros de locales tecnicos se realizarán en la forma y con los tiempos indicados en el inciso B, debiendo efectuar la liga estructural con la losa de piso y con los muros construídos anteriormente en la etapa 16' a 42'.

En los sitios donde el tercer nivel de puntales interfiera con la construcción de los muros estructurales se dejaran cajas de sección cuadrada sin colar, las que se rellenaran de concreto provisto de un aditivo estabilizador de volúmen posteriormente al retiro de los puntales.

Cuando los muros de los locales tecnicos hayan adquirido su resistencias especificada, se procedera a rellenar con material areno-limoso tipo tepetate o concreto simple, el espacio comprendido entre estos y la pared de excavación. Este relleno se efectuará hasta alcanzar el desplante correspondiente a la plantilla del nivel vestibulo.

Despues de colado el relleno entre el talud y el muro del local tecnico, se podra retirar el cuarto nivel de puntales.

Una vez que los muros de nivel anden hayan alcan zado su resistencia de proyecto se procedera a armar , cimbrar y colar en sitio la losa del nivel vestibulo, dejando en esta las preparaciones para posteriormente efectuar la liga estructural con los muros del nivel vestibulo y con la losa de la etapa siguiente.

\*\*

En los sitios donde el segundo nivel de puntales interfiera con el colado de la losa deberan dejarse franjas sin colar, las cuales se colaran posteriormente al retiro de los puntales empleando concreto provisto con aditivo estabilizador de volúmen.

Esta losa debera ligarse estructuralmente con las losas correspondientes a las etapas 16' a 42'.

Cuando la losa colada en sitio adquiera su resistencia de proyecto, se podrán retirar el tercero y segundo niveles de puntales, continuando enseguida con el armado, cimbrado y colado de los muros estructurales correspondientes al nivel vestibulo.

El colado de la losa de techo, diafragmas, muretes y lastres de concreto pobre, así como la colocación del material de relleno y restitución del pavimento se realizará de acuerdo con lo descrito en el inciso B, considerando lo siguiente:

-Se dejaran franjas sin colar en los sitios donde el primer nivel de puntales interfiera con el colado de la losa de techo.

-Cuando la losa de techo alcance su resistencia de proyecto se podra retirar el primer nivel de puntales procediendo de inmediato a colar las franjas antes sitadas empleando concreto provisto de un aditivo estabilizador de volúmen.

#### F) ACCESOS, ETAPAS 69.

La excavación, apuntalamiento y construcción de estos accesos se efectuara con la secuencia y con los tiempos de colado indicados en el inciso C.

\*\*

G) CARCAMO, ETAPAS A, B y C.

La excavación del carcamo se realizará en tres etapas a partir de la máxima profundidad de proyecto correspondiente a la zona de andén y se efectuará confinada por un muro tablestaca y por taludes cuya inclinación sera 0.3:1 horizontal a vertical.

Para poder iniciar la excavación del carcamo será necesario que se haya colado la losa de piso de las etapas adyacentes en una longitud mínima de 10.00 m. medidos a partir de los extremos del carcamo y tambien que ya se tengan construídos los muros estructurales así como la losa de vestibulo.

La escavación de cada etapa se llevará hasta alcanzar la máxima profundidad de proyecto suspendiendose momentaneamente para colocar los puntales una vez descubiertos sus puntos de aplicación, los cuales se indican en el plano de cortes generales de la estación.

Alcanzada la profundidad de proyecto de inmediato se colará una plantilla de 10 cm. de espesor provista de un aditivo acelerante de fraguado.

Dos horas después de colada la plantilla se proseguirá con el cimbrado, armado y colado tanto en la losa como con los muros del carcamo.

En los sitios donde existan interferencias entre los muros del carcamo y el nivel de puntales, se dejaran huecos en los muros, los que se rellenarán mediante concreto provisto con aditivo estabilizador de volúmen una vez que los puntales hayan sido retirados, lo cual sucederá una vez que los muros alcancen su resistencia de proyecto.

Veinticuatro horas después de colados los muros del carcamo, se rellenará el espacio comprendido entre los taludes de la excavación y los muros de dicha estructura; el relleno que se empleara será un material areno-limoso tipo tepetate o concreto simple e inmediatamente despues se continuará con el colado de la plantilla y losa de piso faltantes a nivel andén.

\*\*

Efectuada la liga estructural con la losa de andén, podrá retirarse el cuarto nivel de puntales perteneciente a dicha zona, continuando con el proceso constructivo correspondiente.

H) GALERIA PARA CABLES, ETAPAS A', B', C', D', E', F' y G'.

La excavación para la construcción de la galería se realizará entre taludes 0.3:1 horizontal a vertical de acuerdo con lo descrito en el inciso G, considerando que el muro tablestaca ubicado en la etapa G' se demolerá conforme avance la excavación, ver plano de etapas de excavación.

I) CABECERA PONIENTE, ETAPAS 67 y 68.

La excavación, apuntalamiento y estructuración de estas etapas, se efectuará de acuerdo con los lineamientos del inciso E considerando además, que el cuarto nivel de puntales se retirará 24 horas después de colada la losa de piso; el tercer nivel se retirará 72 horas después de colado el firme de compresión de la losa de techo y finalmente, el segundo y primer nivel de puntales se retiraran cuando el material de relleno alcance sus puntos de apoyo.

NOTAS IMPORTANTES:

- 1.- Deberá respetarse el orden de las etapas de excavación indicadas en el plano No. 85-MS-100904-111-3-405-P modificación No. 6
- 2.- No podrá iniciarse la excavación de cualquier etapa si no se ha abatido el nivel freático de acuerdo con el plano No. 85-MS-100904-111-1-392-P modificación No. 4.
- 3.- Antes de iniciar la excavación de cualquier etapa será condición necesaria el haber efectuado el desvío del colector existente; asimismo todas las tuberías de agua potable alé daña o los muros tablestaca de la estación se deberán desviar suprficialmente en forma provisional durante el tiempo que dure la ejecución de la obra.



4.- A medida que avance la excavación se deberá efectuar la demolición y extracción de la tubería del colector antes citado.

5.- La excavación y estructuración de la estación de bera efectuarse de tal manera, que las distancias entre el frente de excavación y los diferentes frentes de estructuración cumplan las restricciones indicadas en la figura NO. 1 y no se permitirá continuar la excavación si estas limitaciones no se cumplen.

6.- Para iniciar la excavación de una etapa cuyo número sea mayor que el de las tapas aledañas, es necesario que en estas últimas ya se haya colado la losa de piso correspondiente.

7.- Una vez indicada la excavación de una etapa de terminada, no es conveniente interrumpirla si no se ha alcanzado la máxima profundidad de proyecto; en caso que sea necesario interrumpirla por un fin de semana, día festivo o cualquier otra causa, la profundidad en que se suspenderá no deberá ser mayor que el 50% con respecto al nivel máximo de excavación.

8.- No deberá colarse la plantilla, ni losa de piso en la etapas donde quedara ubicado el carcamo ( 62, 24, 66) la galería para cables (27', 28', 29', 30', 52' y 53'), asimismo, se suspenderá en una distancia de 1.50 m., medidos a partir de los paños exteriores de los muros del carcamo y de la galería respectivamente.

9.- En las zonas en las que quedarán ubicados tanto el carcamo como la galería y debido a que temporalmente no se colará la losa, deberá colarse a base de tabletas o material producto de la excavación cuyo peso sea equivalente a  $2.00 \text{ Ton/m}^2$ .

Por ningún motivo se permitirá que la excavación continúe si los puntales no han sido colados en sus elevaciones correspondientes.

11.- Todos los puntales deberan colocarse con una precarga de 30 Ton. debiendo llevar un riguroso control en la aplicaci3n de la misma.

12.- En el espacio ubicado en el bajo-anden, debera colarse un lastre de concreto simple en toda su longitud, con la geometrfa indicada en la figura No. 2, asimismo tambien se colocara en las zonas laterales y en las losas de vestibulo y techo, tal como se muestra en dicha figura.

13.- El espacio localizado bajo las escaleras, debera rellenarse con concreto despues de haber construido los muros estructurales adjunto, exceptuando la escalera ubicada en las etapas 5', 6' y 7' de la pasarela de comunicaci3n donde la rampa se conformara mediante la colocaci3n de capas de material arenolimoso tipo tepetate, compactadas al 90% de su peso volumetrico seco m3ximo, este relleno debera efectuarse de tal forma que respete la geometrfa y pendientes de dichas escaleras.

14.- Con el fin de agilizar la colocaci3n del lastre sobre la losa de techo, la impermeabilizaci3n debera efectuarse sobre el lastre de concreto pobre.

RESTRICCIONES ENTRE FRENTES DE EXCAVACION Y ESTRUCTURACION

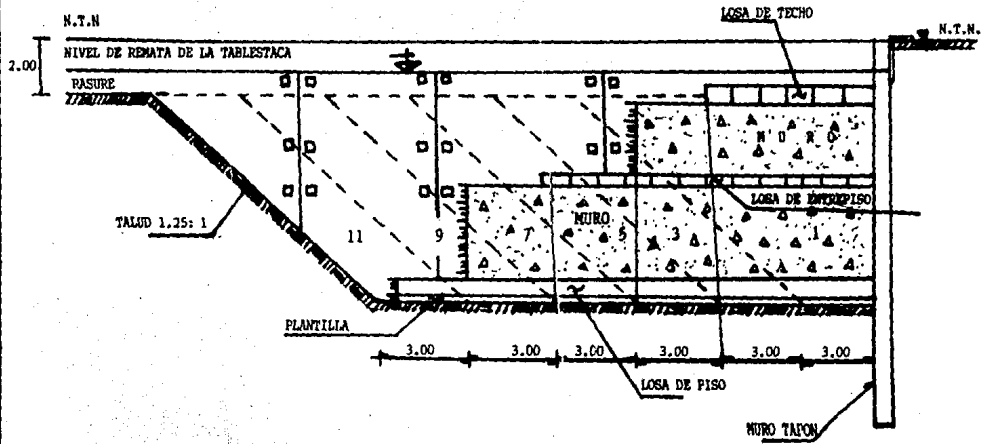
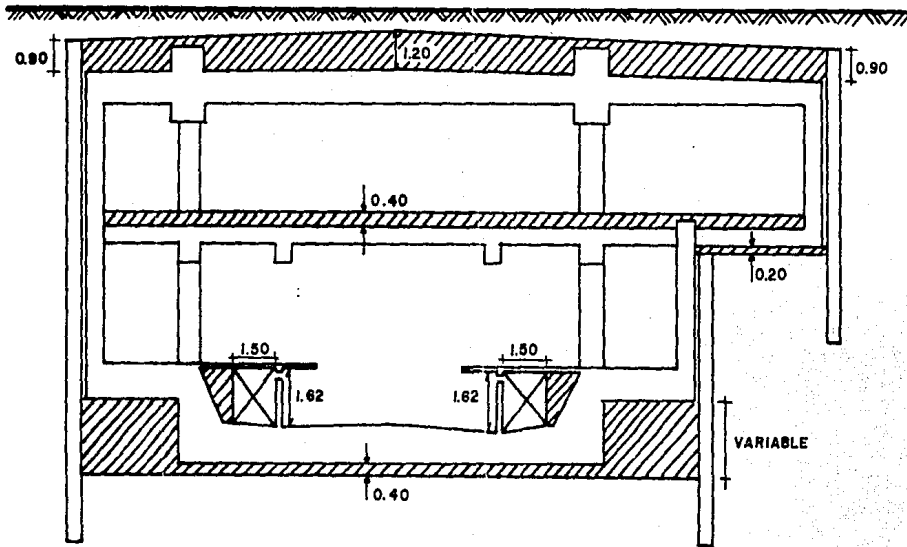


FIG. # 1

DIBUJO ESQUEMATICO.  
ACOT. EN METROS.

ESPECIFICACION PARA EL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO  
DE LA ESTACION CENTRO MEDICO PERTENECIENTE A LA  
LINEA 9 DEL METRO



ESTACION CENTRO MEDICO  
( LASTRES DE CONCRETO )

 ZONAS DE LASTRE

FIG. 2

ACOT. EN MTS.

### III. 7 IMPERMEABILIZACION DE LA ESTACION CENTRO MEDICO.

#### A) LOSAS.

##### 1.- ANTECEDENTES.

Para reducir el mínimo la probabilidad de que el agua de lluvia o del subsuelo pueda filtrarse por las losas de azotea de la estación y pueda llegar al interior de la misma, se impermeabilizara toda la parte superior de dicha losa, incluyendo los muretes perimetrales y los interiores que existan.

Para ello se utilizará un producto específicamente fabricado como impermeabilizante y que consiste en una membrana prefabricada, la cual sera totalmente adherida a la superficie de concreto que cubrira, empleando para ello un material denominado mortero plus multicolor "extra" de 4 mm. de espesor.

La membrana impermeabilizante debera protegerse contra daños inmediatamente despues del termino de su colocación; se utilizará para ello un firme de concreto de 5 cm. de espesor.

##### II.- MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS DE IMPERMEABILIZACION.

###### II. 1 PREPARACION DE LA SUPERFICIE A IMPERMEABILIZAR.

Dado que el sistema de impermeabilización propuesto requiere de la completa adhesión de la membrana a la losa, de beran llevarse a cabo los siguientes preparativos.

1.- En caso de haber utilizado para el curado del re lleno de concreto que forman las pendientes de las azoteas, mem branas a base de parafinas, los residuos de ésta deberán ser e liminados aplicando una solución de ácido muriático diluído al 10%, mismo que tendra que neutralizarse después, aplicando una solución de sosa cáustica diluída al 5%, para finalmente lavar la superficie con agua.

\*\*

\*\*

2.- La superficie de las losas sobre las que se colocará el impermeabilizante, no deberá presentar protuberancias lo cales, aristas ni oquedades notablea a la vista; tampoco deberá presentar varillas, tubos, clavos o salientes que pudieran cau-- sar daño a la capa impermeabilizante. La superficie por impermeabilizar deberá estar libre de todo material extraño y además deberá retirarse el polvo que pueda haberse acumulado en ella mediante el sopleteado con aire comprimido. Dado que el exceso de agua en la losa evita una firme adhesión, es necesario que la colocación de la membrana impermeabilizante se lleve a cabo estando la losa seca.

3.- En los rincones deberán construirse chaflanes de 10 x 10 cms. de concreto colados monolíticamente con los elemen tos estructurales o complementarios, (solamente en los casos en que se demuestre que esto no sea posible se construirán a base de mortero cemento-arena); las aristas, tanto verticales como ho rizontales, deberán ser redondeadas o achaflanadas en 2 cm. En las paredes verticales de las trabes y de los muros de acompa-- ñamiento deberán retirarse, si existen, los residuos de mortero que pudieran haber quedado y se dará un acabado fino a base de plana de madera.

4.- En caso de ductos o galerías perpendiculares que atraviesen la losa, deberán ser monolíticos y aplanarse en su totalidad con acabado fino a base de plana de madera y los rin cones deberán llevar un chaflán de 10 x 10 cm. Los tubos de respiración prefabricados, como asbesto, P.V.C., cobre, etc., en caso de existir, deberán estar perfectamente recibidos y emboqui llados, llevando el chaflán perimetral de 10 x 10 cm. formado con mortero cemento-arena.

## 11.2 IMPREGNACION DE LA SUPERFICIE CON UN PREPARATIVO.

Sobre la superficie limpia de las losas, de las trabes, de los muros de acompañamiento y, en general, en toda la super ficie por impermeabilizar, se aplicará un material preparador (EMUPRIMER); se mezclará este producto con agua limpia en pro--

\*\*

\*\*

porción volumétrica 1:1 y enseguida se aplicará la mezcla con brocha, rodillo o equipo neumático, aplicándolo a razón de 4 a 5 m<sup>2</sup>/lt., dependiendo de la porosidad.

### 11.3 COLOCACION DE LA MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE.

La capa impermeabilizante adoptada es una membrana laminar prefabricada, compuesta por una hoja central de polietileno de alta densidad de 90 micras de espesor, protegida con asfalto catalítico modificado por ambos lados, recubierto en su lado inferior por una película de plástico siliconado desprendible y en su lado superior por una tela de fibras no tejidas de poliéster. El espesor de la membrana impermeable es de 4 mm. y está disponible en rollos de 1.10 m. de ancho y 10 m. de largo.

#### 11.3.1 COLACION GENERAL.

Los rollos de la membrana impermeable deberán desenrollarse cuidadosamente sobre la superficie preparada con el sellador y en el sitio que vaya a ocupar el lienzo desenrollado. La colocación de los lienzos siempre deberá empezarse por la parte baja de la superficie a impermeabilizar, continuando hacia arriba, en sentido perpendicular de la pendiente. Los lienzos subsecuentes se colocarán siguiendo la alineación del primero, de manera tal que los lienzos queden paralelos y traslapados 10 cm. con el escalón a favor de la pendiente.

La adhesión de la membrana impermeable a la superficie será a base de fuego de soplete. Los rollos se presentarán en el lugar previsto para su colocación y en seguida se procederá a calentar su parte inferior, previo desprendimiento del plástico siliconado conforme se va desenrollando el lienzo. (Fig. No.1).

Hecho lo anterior se procederá a retirar la tira plástica, siliconada desprendible que es protectora del traslape. Los rollos subsecuentes se colocarán en alineación con el anterior y su adhesión se hará de la misma manera antes descrita, soldándose simultáneamente la franja de traslape con el lienzo inferior.

\*\*

\*\*

En la colocación de los lienzos se deberá tener cuidado de no dejar pliegues, para ello será necesario estirar los lienzos y posteriormente alisarlos mediante cepillo de raíz.

Las uniones de los traslapes transversales serán de 10 cm. y deberán llevarse a cabo a base de fuego de soplete, de tal manera que ambos lienzos queden unidos mediante una sola soldadura continua. (Fig. No. 2).

**NO DEBERA EXCEDERSE EL CALENTAMIENTO PARA NO DAÑAR EL ALMA CENTRAL DE LA MEMBRANA IMPERMEABLE.**

Las paredes de los ductos y galerías sobresalientes de la losa de azotea se cubrirán perimetralmente con la misma membrana en toda su altura y su parte superior formando el remate que se señala enseguida para los muros de acompañamiento y los muros tablaestaca, que son perimetrales a la estación: la membrana impermeable se rematará sobre ellos cubriendo su parte superior después de enrasada (ver figura 3). La membrana impermeabilizante se deberá colocar sobre cualquier elemento estructural que sobresalga de la superficie general de la losa de azotea. (Fig. No. 4).

### 11.3.2. REPARACION DURANTE LA COLOCACION.

Cualquier daño que se produzca en la membrana impermeable durante las labores de colocación, deberá ser reparado de inmediato usando una pieza del mismo material, soldada a fuego sobre el daño producido, cubriendo una extensión de por lo menos de cm. fuera de los límites del área que sea necesario reparar.

El área que se cubra en una jornada de trabajo de la cuadrilla de colocación del impermeabilizante, deberá ser protegida después de haber sido revisada y recibida, con el firme de concreto en ese mismo día. No deberá dejarse descubierta una superficie con membrana colocada, sin colocar el firme de protección, por un lapso mayor de 4 horas, después de recibida.

\*\*



\*\*

NO DEBERA PERMITIRSE EL PASO DE PERSONAL AJENO A LA CUADRILLA DE COLOCACION DE LA MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE SOBRE EL AREA PREPARADA PARA RECIBIRLA NO SOBRE EL AREA EN QUE ESTE COLOCADA LA MEMBRANA O EL FIRME DE PROTECCION RECIEN COLADO.

Se deberán prever PASARELAS A BASE DE TABLONES para no dañar las preparaciones para impermeabilizar y las ya impermeabilizadas.

Las partes verticales de muros, muretes y de otros elementos estructurales, así como las paredes de ducto, galerías o cualquier otro sobresaliente de la losa, serán impermeabilizados con la membrana y también deben ser protegidos con una capa de mortero, que es estos paramentos verticales se colocará como aplanado en dos capas de 2 a 2.5 cm. de espesor cada una; entre ellas se colocará sin perforar la membrana una malla de alambre (tela de gallinero) y la segunda capa se aplicará tan pronto como se pueda sostener sobre la primera capa; sin embargo, no deberán transcurrir más de 4 horas entre la colocación de la primera y la segunda capas.

La capa de mortero de protección deberá curarse por un período no menor de 7 días, manteniéndola constantemente húmeda o mediante la aplicación de un producto que evite la pérdida del agua de mezclado del mortero.

### III. PRUEBA DE VERIFICACION.

#### III. 1. PRUEBA EN LA AZOTEA DE LA ESTACION IMPERMEABILIZADA.

Con el fin de certificar que la impermeabilización terminada cumple apropiadamente su función, el contratista deberá realizar pruebas de verificación de impermeabilidad mediante la formación de una caja estanca que cubra una zona de la azotea de la estación, de al menos 100 m<sup>2</sup>. En esta caja se acumulará agua hasta que se alcance un tirante de 15 cm. medidos sobre el punto más alto del área seleccionada. Durante un mínimo de 24 horas.

\*\*

Para que la zona probada y la estación completa sea aceptada, se deberá comprobar que no existen fugas de agua en parte alguna de las superficies impermeabilizadas, mediante la observación directa de la caja impermeabilizada y del interior de la estación sometida a verificación.

En caso de que la zona sometida a verificación presente fugas de agua; el contratista someterá a la aprobación de COVITUR su propuesta para remediar la situación observada; si COVITUR la aprueba, procederá a realizarla; en caso contrario el contratista deberá reponer la impermeabilización en toda la zona que no mostró resultados satisfactorios y una vez que el contratista indique, dentro de un lapso de 15 días, que la zona haya sido reparada apropiadamente, procederá a realizar nuevamente la prueba de certificación, la cual, de arrojar resultados satisfactorios, conducirá a la aceptación de la zona verificada y para poder aceptar la estación completa, el contratista deberá realizar otra prueba de verificación de estanqueidad en la misma estación, en otra zona que será elegida por COVITUR.

Las pruebas de verificación señaladas, serán a cargo del contratista.

#### IV. CONTROL DE LA COLOCACION.

IV.1. El procedimiento de colocación de la membrana impermeable deberá efectuarse con un estricto control de calidad, para lo cual el personal de lleve a cabo dicho procedimiento deberá sujetarse a las normas siguientes:

- 1.- Los aplicadores de la membrana (incluyendo el primario), deberán ser aplicadores calificados y RECONOCIDOS por el fabricante del MORTER PLAS. El contratista deberá someter a la aprobación de COVITUR los aplicadores seleccionados para la aplicación.
- 2.- No se permitirá el paso de personal ajeno a la cuadrilla de aplicadores de la membrana sobre el área preparada para recibirla, ni sobre el área en que esté colocada la membrana o el firme de protección recién colado.
- 3.- Durante la aplicación de la membrana los equipos para alimentar el soplete, no deberán colocarse sobre la membrana recién aplicada, sino que siempre deberá colocarse sobre la losa de concreto para evitar un deterioro accidental de la membrana. (véase croquis anexo NO. 2)

- 4.- Todo el personal de aplicadores de la membrana, así como las cuadrillas que coloquen el firme de protección, deberán usar en todo momento calzado de suela de hule tipo "tenis".
- 5.- En caso de transportar concreto para el firme de protección deberá hacerse con carretillas de rueda de hule y no deberá golpearse la membrana al detenerse y apoyar las patas traseras de la carretilla, ni al volcar ésta para descarga del concreto. El peso de la carretilla sobre la membrana sólo se permitirá cuando se demuestre que no es posible transitar por las pasarelas a base de tablonés en el inciso 11.4.
- 6.- No se deberá arrastrar la malla de alambre de refuerzo (tela de gallinero) sobre la membrana, ni se almacenará sobre ésta.
- 7.- La prohibición de paso a personal ajeno a esas labores, será vigente hasta el fraguado total del firme de protección y de los aplanados de protección de mortero en paños verticales y en otros elementos.

#### **B. JUNTAS DE PROTECCION.**

1.- Las bandas de PVC especificadas en planos correspondientes (ojilladas en caso de colocación simétrica en el elemento) deberán amarrarse perfectamente al armado, a fin de evitar su desplazamiento durante el colado. Deberán soldarse sus extremos a la banda siguiente (ver inciso No. 4). En ningún caso estos extremos pueden quedar únicamente "traslapados". El contratista deberá solicitar de COVITUR la autorización de proceder con el vaciado de concreto una vez que COVITUR apuebe la correcta colocación de las bandas.

2.- En caso de juntas no " anulares " , es decir que no se continúen en elementos adyacentes, se dejará un extremo de banda PVC de 50 cm. mínimo, que deberá quedar embebido en el concreto que formará el elemento adyacente.

3.- Deberán existir los elementos y recursos necesarios para que en el caso de una posible interrupción de colado, se le de el tratamiento de una junta fría según las especificaciones de concreto correspondiente.

4.- Para efectuar la soldadura entre dos bandas se procederá como sigue:

- 4.1. En caso de unión en sentido longitudinal se efectuará un corte de 45° en ambas bandas. Estos cortes deberán "casar" perfectamente entre sí. En el caso de unión perpendicular se acomodarán las dos bandas de manera que "asienten" perfectamente entre sí. (Véase croquis anexo No. 5)
- 4.2. Se calentará una solera provista de mango de madera, la hoja de un machete, o un caudín con punta de cobre mediante la llama de un soplete a fuego directo.
- 4.3. Se colocarán los dos extremos de las dos bandas por unir en contacto con el metal caliente, y cuando empiecen a derretirse se retirará el metal y se presionará de inmediato los dos extremos.

5.- En el caso de colados efectuados durante la noche la contratista deberá proveer suficiente iluminación para observar en todo momento las bandas de PVC, su comportamiento y posición bajo el peso y presión del concreto durante su vaciado.

## ANEXO No. 1

ESPECIFICACIONES DE CALIDAD DE LA MEMBRANA MORTER-PLAS MULTI-COLOR DE 4 mm. DE ESPESOR QUE DEBERAN CERTIFICARSE MEDIANTE ENSAYES DE LABORATORIO.

PROPIEDAD	RESULTADO *
RESISTENCIA A LA TENSION	20 kg/cm <sup>2</sup> ± 10% tolerancia
ELONGACION EN %	300%**
RESISTENCIA A LA PENETRACION.	50 kg/cm <sup>2</sup>

\* Se indican resultados mínimos que se deberán cumplir.

\*\* Se refiere unicamente al asfalto y a la película de polietileno.

## NOTAS:

- 1.- Esta serie de 3 ensayos deberá hacerse sobre membranas entregadas en obra seleccionadas de manera aleatoria por cada 1,000 m<sup>2</sup> de membrana por colocar.
- 2.- El almacenamiento en obra de la membrana deberá hacerse en forma tal que ésta quede protegida de los rayos solares directos a fin de evitar un posible deterioro del asfalto.

## ANEXO No. 2

## JUNTA PREVIA AL INICIO DE LOS TRABAJOS DE IMPERMEABILIZACION.

1.- Antes de iniciar los trabajos de impermeabilización, se efectuará una junta para planear su ejecución, con los representantes de:

- La Jefatura de Residentes de COVITUR.
- El Contratista General
- El Subcontratista de Impermeabilización
- El Proyectista
- La Supervisión.

Los asistentes tendrán la jerarquía necesaria para responsabilizarse en la toma de decisiones.

2.- El Proyectista explicará la intención de la junta, que es la de familiarizarse con los planos y especificaciones del sistema de impermeabilización, mismos que se revisarán conjuntamente para aclarar dudas, hacer observaciones, objeciones debidas a las condiciones de obra, etc.

De haber algún cambio, que no altere la esencia ni el costo del proyecto, que sea aceptado por los presentes, deberá consignarse por escrito y boletínarse a todos los interesados.

3.- El Subcontratista de Impermeabilización presentará su programa de trabajo, avalado por el Contratista General, quien asumirá la responsabilidad total de la correcta ejecución del sistema de impermeabilización especificada. Dicho programa deberá contener:

- Zona de almacenamiento.
- Area de trabajo para manejo de sus productos.
- Areas por impermeabilizar que requieren estar completamente libres de interferencias.
- Forma de confinar perimetralmente el área de trabajo y vigilancia de la misma.

\*\*

\*\*

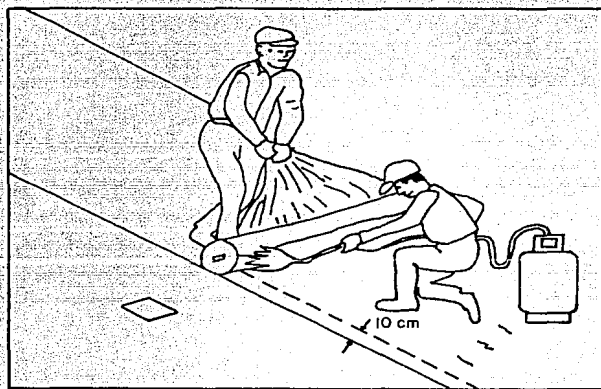
-Condiciones aceptables para iniciar los trabajos (Accesibilidad, terminación de albañilería, instalaciones, etc.)

-Tiempos de ejecución, con avances diarios.

-Fecha de recepción de cada una de las áreas, terminadas. (Incluyendo la ejecución de la prueba de estanqueidad).

-Fecha límite para colocación del firme u otro elemento de protección.

- 4.- Quedará establecido claramente que el Contratista General es el responsable del cumplimiento de este programa, así como de las medidas que sean necesarias para proteger adecuadamente el trabajo ejecutado por el Subcontratista.
- 5.- Se elaborará una minuta de la junta, conservándola como documento permanente para referencia futura.
- 6.- A juicio de la Residencia, o a petición expresa de alguna de las partes, se celebrarán juntas subsecuentes, con la participación de los involucrados en los temas a tratar.

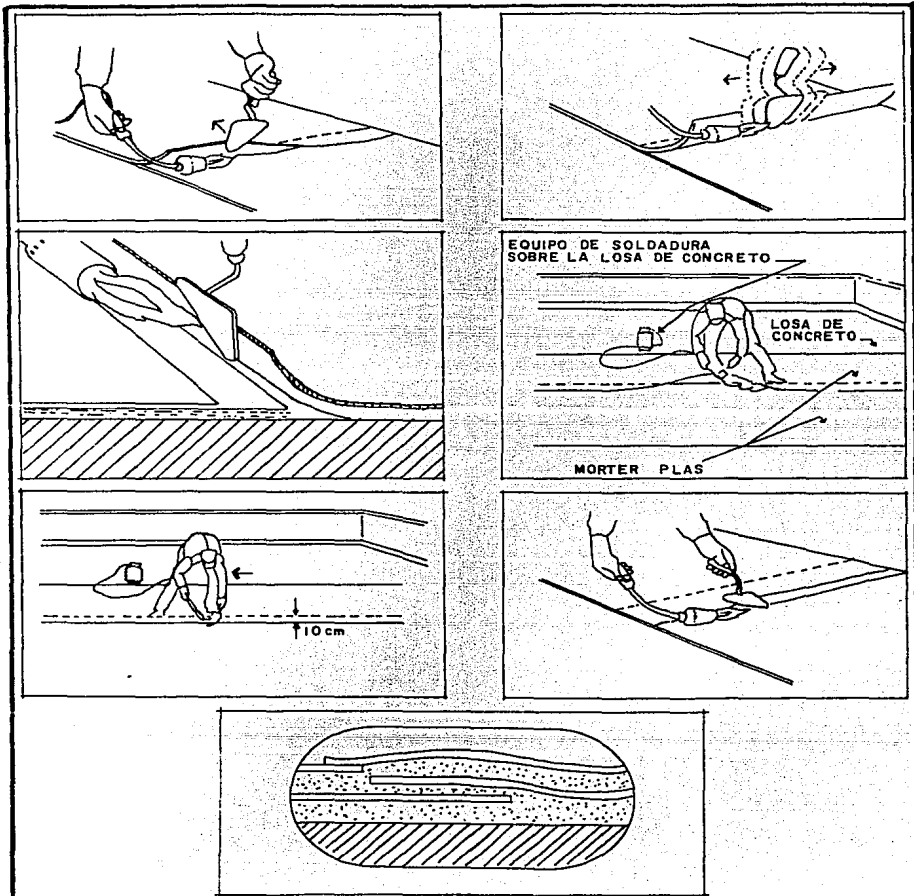


**COLOCACION DE LA MEMBRANA**

IMPERMEABILIZACION DE LA ESTACION CENTRO MEDICO

FIG. I

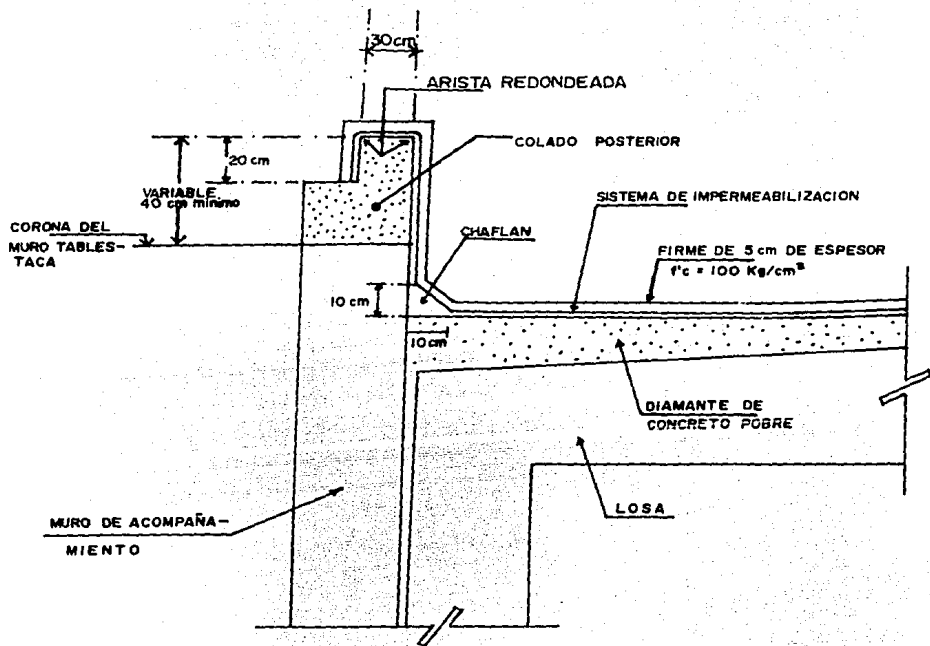




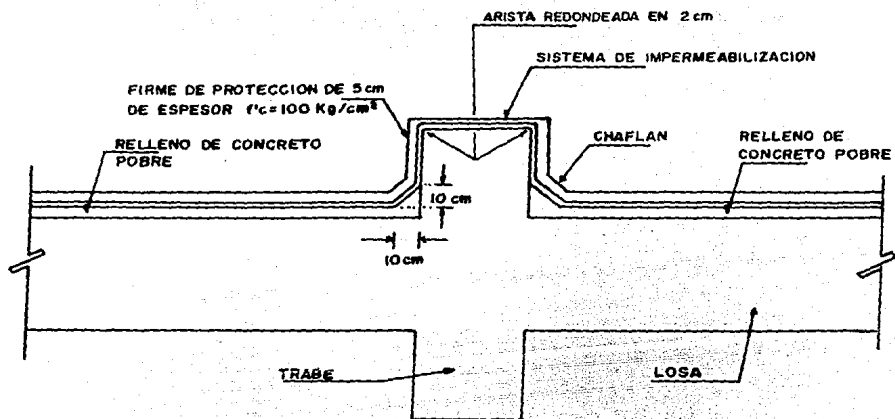
**SOLDADURA DE TRASLAPES**

IMPERMEABILIZACION DE LA ESTACION CENTRO MEDICO

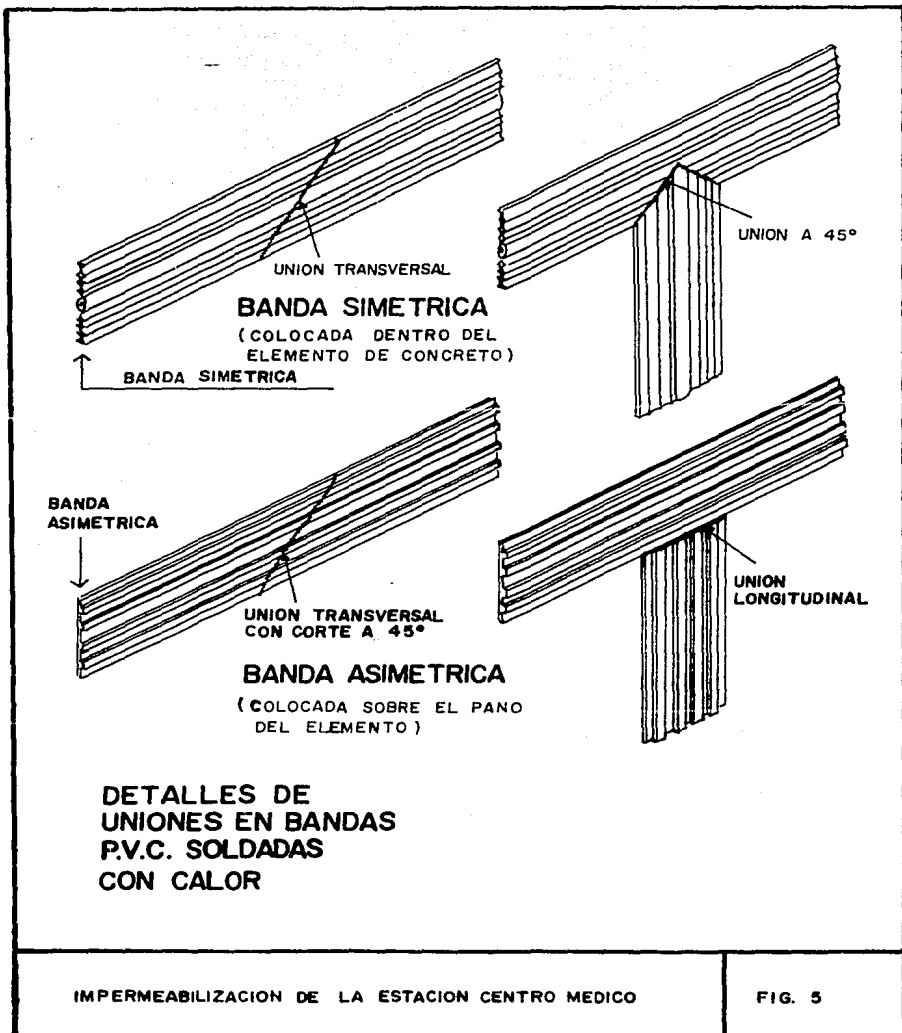
FIG. 2



**REMATE DE IMPERMEABILIZACION DE MUROS**



**DETALLE DE IMPERMEABILIZACION DE TRABES**



### III.8 RELLENO SOBRE EL CAJON SUBTERRANEO DE LA ESTACION CEN - TRO MEDICO.

El relleno deberá efectuarse después de que el concreto empleado en la losa de techo, haya alcanzado su resistencia de proyecto, a los 14 ó 28 días, dependiendo del tipo de cemento. La calidad y colocación de los materiales para los rellenos deberán cumplir con los siguientes requisitos:

#### I. CALIDAD DEL MATERIAL.

Los materiales que se empleen para formar los rellenos sobre las trabes precoladas del cajon subterraneo del metro, se podrán emplear de las siguientes clases, respectivamente.

- A) Cuando en los procedimientos constructivos se indique un relleno con peso volumétrico menor de 1.6 ton/m<sup>3</sup>, el material a emplearse deberá ser "tepetate" de la siguiente calidad:
- 1.- Material predominantemente areno-limoso.
  - 2.- No deberá contener troncos, ramas, raíces, etc., y en general estará libre de toda materia orgánica en partes o cantidades visibles; no contendrá cascajo, fragmentos de materiales extraños ni piedras mayores de 7 cm. de tamaño medio.
  - 3.- La contracción lineal máxima admisible será de 3.0 % y un límite líquido máximo del material equivalente a 50%.
  - 4.- El valor relativo de soporte deberá ser como mínimo, de 10.0%.
  - 5.- El porcentaje máximo de partículas que pasen la malla No. 200, no deberá ser mayor del 50%.
- B) Cuando los procedimientos constructivos se indique un peso volumétrico mayor de 1.6 ton/m<sup>3</sup>, el material a emplearse podrá ser grava cementada con "tepetate" y deberá cumplir los requisitos de calidad que a continuación se enuncian:

\*\*

- 1.- El "tepetate" que se emplee para cementar la grava deberá cumplir los requisitos descritos en el inciso A, de este capítulo.
- 2.- La grava deberá tener un peso específico (para muestra seca) mayor o igual a 2.3, permitiendo se una absorción máxima de 6.0%; además, deberá ser menor de 7.6 cm. (3").
- 3.- La dosificación grava cementante deberá ser tal que garantice el peso volumétrico "in-situ" requerido en cada tramo, según lo indicado en el procedimiento constructivo.

## II EQUIPO DE ACOMODO Y COMPACTACION.

El equipo que se emplee para la formación y compactación de las capas de relleno sobre las trabes precoladas del cajón subterráneo, deberá cumplir con los siguientes requisitos.

- A) Se podrá emplear cualquier manual para la compactación, pero deberá lograrse el peso volumétrico "In-situ" especificado.
- B) El equipo autopropulsado que se emplee para el acomodo y compactación del material podrá ser de rueda neumática o metálica, o a base de oru gas, pero en ningún caso deberá arrojar, sobre la losa de techo, una presión mayor a 3.0 ton/m<sup>2</sup>., tomando en consideración el peso del equipo y el peso del material de la primera capa, cuyo espesor compacto no deberá ser menor a 30 cm.
- C) Se deberá contar con el equipo suficiente, para compactar las zonas (por ejemplo las orillas), donde no pueda pasar el equipo voluminoso empleado para la compactación general.
- D) Se podrá utilizar equipo vibratorio autopropulsado después de haber constuido la segunda capa de relleno, y el peso de este no deberá ser mayor de 2 toneladas.

\*\*

### III. PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION.

#### A) TENDIDO DEL MATERIAL.

El tendido del material se realizará con el equipo necesario para garantizar una buena incorporación al material terreo, del agua requerida para alcanzar la humedad optima correspondiente al material empleado. El peso del equipo no será mayor al especificado en el inciso II.

#### B) COMPACTACION DEL MATERIAL.

- 1.- Primera capa. La capa que se forme directamente sobre las traveses que techarán el cajón subterráneo, tendrán un espesor compacto no menor de 30 cm. La compactación de la primera capa deberá alcanzar un 90% de su peso volumétrico seco máximo, correspondiente al material empleado y además el peso volumétrico húmedo, compactado al 90% deberá cumplir con lo indicado para cada tramo procedimiento constructivo.
- 2.- Después de la primera capa. Los rellenos deberán hacerse por capas con espesor compacto, no mayor de 30 cm.; en cada capa deberá alcanzar se por lo menos el 90% del peso volumétrico seco máximo del material y un peso volumétrico "In-situ".
- 3.- Última capa. La compactación de la última capa, que hará las veces de sub-rasante, deberá efectuarse al 95% del peso volumétrico seco máximo del material.
- 4.- Se admitirá una variación del peso volumétrico "In-situ" con respecto al peso volumétrico indicado en los procedimientos constructivos, de hasta ± 5%.

#### IV. CONTROL DE CALIDAD.

##### A) CALIDAD DE LOS MATERIALES.

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

La frecuencia con que se realicen estos muestreos dependerá del cambio de homogeneidad que se observe en el material del frente de explotación en el banco.

##### B) CALIDAD DEL TRAMO CONSTRUIDO.

Se requerirá un mínimo de tres determinaciones del grado de compactación y del espesor de la capa compactada, por cada 150 m<sup>2</sup> ó fracción de cada capa tendida y compactada



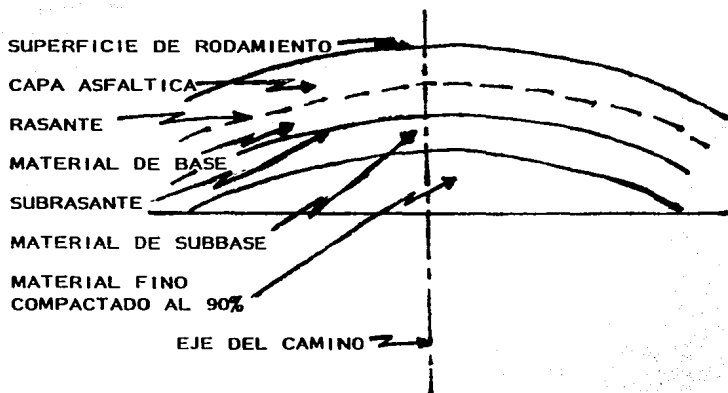
### III.9 RESTITUCION DEL PAVIMENTO.

Para las zonas correspondientes a la sub-base, se emplearán materiales que cumplan con las especificaciones indicadas en el proyecto y se mejorará con cemento al 8% en peso, el cual compactará con el equipo adecuado hasta lograr un mínimo de 95% de su P.V.S.M. en capas no mayores de 30 cm.

En la zona que corresponde a la base hidráulica se empleará material nuevo mejorado al 8% en peso con cemento y se compactará al 98% de su P.V.S.M.

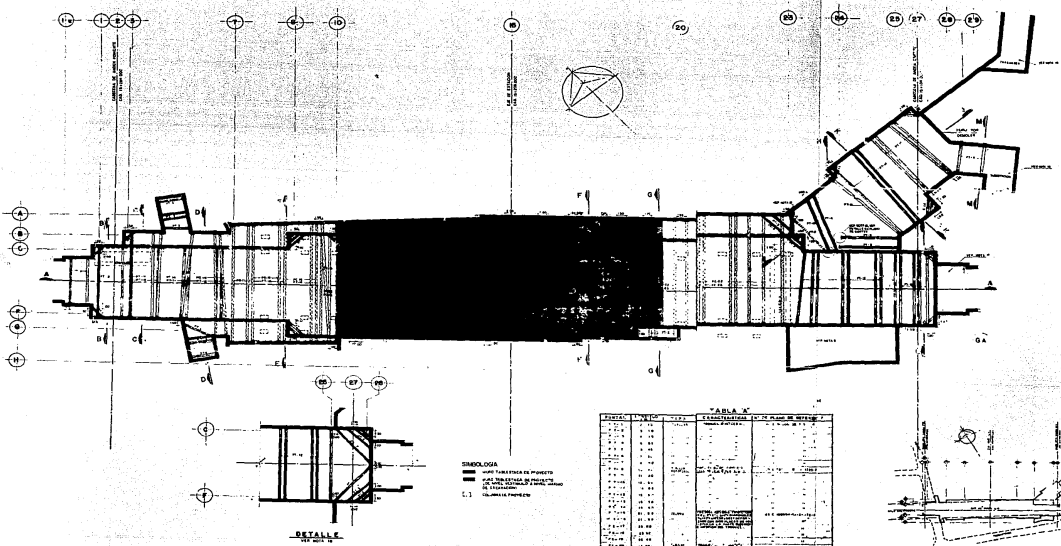
En las zonas correspondientes a las carpetas asfálticas, se empleará mezcla asfáltica de 3/4" con cemento asfáltico No. 6, compactada en capas no mayores de 7.5 cm. de material suelto hasta alcanzar un grado mínimo del 90% de su densidad teórica máxima (D. T.M.) debiendo quedar al nivel de proyecto.

Por lo tanto el cuerpo de pavimento está integrado por capas de terracería, sub-base, base y carpeta asfáltica. A continuación presentamos una sección típica.







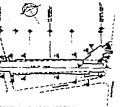
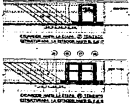
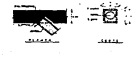
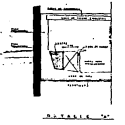
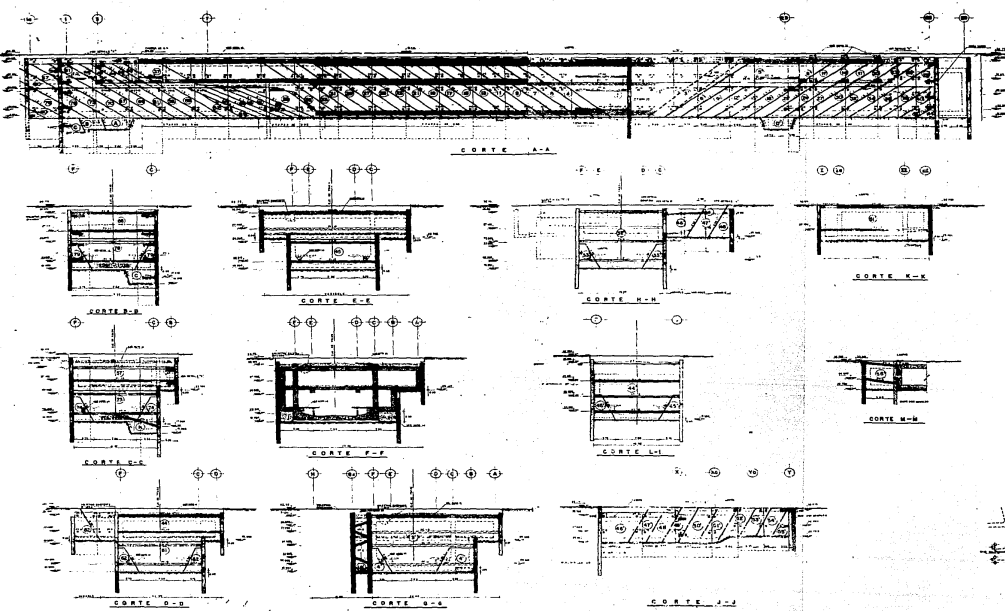


**"TABLA X"**

INDICADOR	UNIDAD	VALOR	INDICADOR	UNIDAD	VALOR
1.1	m <sup>2</sup>	100.00	1.1	m <sup>2</sup>	100.00
1.2	m <sup>2</sup>	100.00	1.2	m <sup>2</sup>	100.00
1.3	m <sup>2</sup>	100.00	1.3	m <sup>2</sup>	100.00
1.4	m <sup>2</sup>	100.00	1.4	m <sup>2</sup>	100.00
1.5	m <sup>2</sup>	100.00	1.5	m <sup>2</sup>	100.00
1.6	m <sup>2</sup>	100.00	1.6	m <sup>2</sup>	100.00
1.7	m <sup>2</sup>	100.00	1.7	m <sup>2</sup>	100.00
1.8	m <sup>2</sup>	100.00	1.8	m <sup>2</sup>	100.00
1.9	m <sup>2</sup>	100.00	1.9	m <sup>2</sup>	100.00
1.10	m <sup>2</sup>	100.00	1.10	m <sup>2</sup>	100.00
1.11	m <sup>2</sup>	100.00	1.11	m <sup>2</sup>	100.00
1.12	m <sup>2</sup>	100.00	1.12	m <sup>2</sup>	100.00
1.13	m <sup>2</sup>	100.00	1.13	m <sup>2</sup>	100.00
1.14	m <sup>2</sup>	100.00	1.14	m <sup>2</sup>	100.00
1.15	m <sup>2</sup>	100.00	1.15	m <sup>2</sup>	100.00
1.16	m <sup>2</sup>	100.00	1.16	m <sup>2</sup>	100.00
1.17	m <sup>2</sup>	100.00	1.17	m <sup>2</sup>	100.00
1.18	m <sup>2</sup>	100.00	1.18	m <sup>2</sup>	100.00
1.19	m <sup>2</sup>	100.00	1.19	m <sup>2</sup>	100.00
1.20	m <sup>2</sup>	100.00	1.20	m <sup>2</sup>	100.00

- NOTAS GENERALES**
1. EL DISEÑO SE HA HECHO EN UNO DE LOS SENTIDOS DE CALIDAD.
  2. EL DISEÑO SE HA HECHO EN UNO DE LOS SENTIDOS DE CALIDAD.
  3. EL DISEÑO SE HA HECHO EN UNO DE LOS SENTIDOS DE CALIDAD.
  4. EL DISEÑO SE HA HECHO EN UNO DE LOS SENTIDOS DE CALIDAD.
  5. EL DISEÑO SE HA HECHO EN UNO DE LOS SENTIDOS DE CALIDAD.
  6. EL DISEÑO SE HA HECHO EN UNO DE LOS SENTIDOS DE CALIDAD.
  7. EL DISEÑO SE HA HECHO EN UNO DE LOS SENTIDOS DE CALIDAD.
  8. EL DISEÑO SE HA HECHO EN UNO DE LOS SENTIDOS DE CALIDAD.
  9. EL DISEÑO SE HA HECHO EN UNO DE LOS SENTIDOS DE CALIDAD.
  10. EL DISEÑO SE HA HECHO EN UNO DE LOS SENTIDOS DE CALIDAD.
  11. EL DISEÑO SE HA HECHO EN UNO DE LOS SENTIDOS DE CALIDAD.
  12. EL DISEÑO SE HA HECHO EN UNO DE LOS SENTIDOS DE CALIDAD.
  13. EL DISEÑO SE HA HECHO EN UNO DE LOS SENTIDOS DE CALIDAD.
  14. EL DISEÑO SE HA HECHO EN UNO DE LOS SENTIDOS DE CALIDAD.
  15. EL DISEÑO SE HA HECHO EN UNO DE LOS SENTIDOS DE CALIDAD.
  16. EL DISEÑO SE HA HECHO EN UNO DE LOS SENTIDOS DE CALIDAD.
  17. EL DISEÑO SE HA HECHO EN UNO DE LOS SENTIDOS DE CALIDAD.
  18. EL DISEÑO SE HA HECHO EN UNO DE LOS SENTIDOS DE CALIDAD.
  19. EL DISEÑO SE HA HECHO EN UNO DE LOS SENTIDOS DE CALIDAD.
  20. EL DISEÑO SE HA HECHO EN UNO DE LOS SENTIDOS DE CALIDAD.

DEPARTAMENTO DEL GOBIERNO FEDERAL Comisión de Planeación y Logística Urbana	
SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO LINEA 54	
LOCALIZACIÓN DE APARTALAMIENTOS ESTACION: CENTRO MÉDICO	
LINEA 54	



**NOTAS GENERALES**

1. Este proyecto de obra está sujeto a la aprobación de la Comisión de Obras Públicas de la Municipalidad de Santiago, Chile.

2. El propietario se compromete a cumplir con todas las obligaciones que le correspondan de acuerdo a la legislación vigente.

3. El arquitecto no se responsabiliza por los errores de construcción que se produzcan durante la ejecución de la obra.

4. El presupuesto de esta obra es de \$ 1.200.000.000 (un billón doscientos millones).

5. El plazo de ejecución de la obra es de 18 meses.

6. El terreno que ocupa esta obra tiene una superficie de 1.500 m<sup>2</sup>.

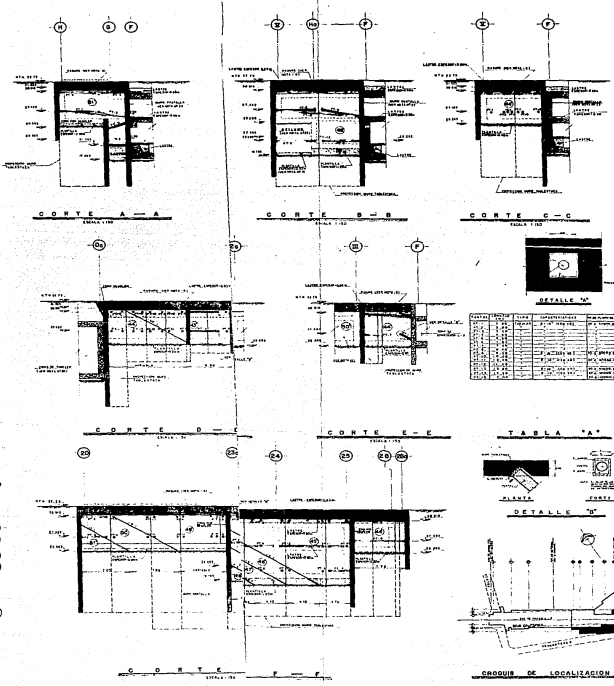
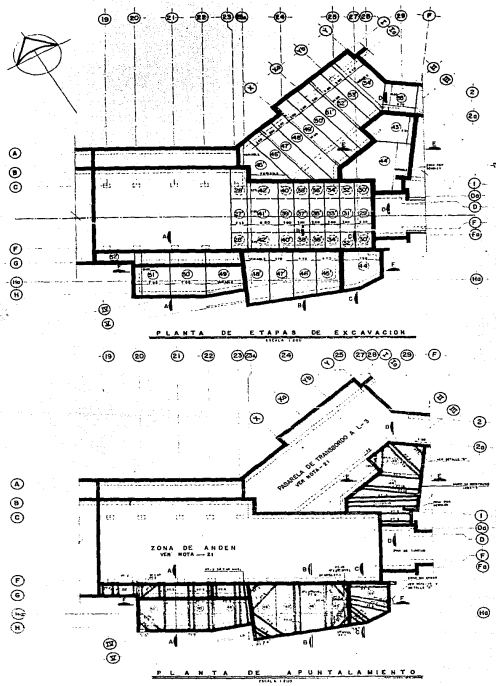
7. El proyecto de obra está sujeto a las normas de urbanismo y construcción vigentes en Chile.

8. El arquitecto se reserva el derecho de modificar el proyecto de obra en cualquier momento.

9. El propietario se compromete a pagar el costo de la obra de acuerdo a los avances de obra.

10. El arquitecto no se responsabiliza por los daños que se produzcan durante la ejecución de la obra.

<b>INSTITUTO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS</b> DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS	
<b>PROYECTO:</b> ESTACION CENTRO MEDICO	<b>UBICACION:</b> AV. B. O'HIGGINS, 12345
<b>FECHA:</b> 15/10/2023	<b>ESCALA:</b> 1:50
<b>PROYECTISTA:</b> J. P. GARCIA	<b>REVISOR:</b> M. L. RODRIGUEZ



**NOTAS GENERALES:**

1. Se proyecta el sistema de excavación y apuntalamiento de la zona de andeh...
2. El sistema de excavación y apuntalamiento se proyecta en base a los datos...
3. El sistema de excavación y apuntalamiento se proyecta en base a los datos...
4. El sistema de excavación y apuntalamiento se proyecta en base a los datos...
5. El sistema de excavación y apuntalamiento se proyecta en base a los datos...
6. El sistema de excavación y apuntalamiento se proyecta en base a los datos...
7. El sistema de excavación y apuntalamiento se proyecta en base a los datos...
8. El sistema de excavación y apuntalamiento se proyecta en base a los datos...
9. El sistema de excavación y apuntalamiento se proyecta en base a los datos...
10. El sistema de excavación y apuntalamiento se proyecta en base a los datos...
11. El sistema de excavación y apuntalamiento se proyecta en base a los datos...
12. El sistema de excavación y apuntalamiento se proyecta en base a los datos...
13. El sistema de excavación y apuntalamiento se proyecta en base a los datos...
14. El sistema de excavación y apuntalamiento se proyecta en base a los datos...
15. El sistema de excavación y apuntalamiento se proyecta en base a los datos...
16. El sistema de excavación y apuntalamiento se proyecta en base a los datos...
17. El sistema de excavación y apuntalamiento se proyecta en base a los datos...
18. El sistema de excavación y apuntalamiento se proyecta en base a los datos...
19. El sistema de excavación y apuntalamiento se proyecta en base a los datos...
20. El sistema de excavación y apuntalamiento se proyecta en base a los datos...
21. El sistema de excavación y apuntalamiento se proyecta en base a los datos...
22. El sistema de excavación y apuntalamiento se proyecta en base a los datos...
23. El sistema de excavación y apuntalamiento se proyecta en base a los datos...
24. El sistema de excavación y apuntalamiento se proyecta en base a los datos...
25. El sistema de excavación y apuntalamiento se proyecta en base a los datos...
26. El sistema de excavación y apuntalamiento se proyecta en base a los datos...
27. El sistema de excavación y apuntalamiento se proyecta en base a los datos...
28. El sistema de excavación y apuntalamiento se proyecta en base a los datos...
29. El sistema de excavación y apuntalamiento se proyecta en base a los datos...
30. El sistema de excavación y apuntalamiento se proyecta en base a los datos...

**REPUBLICA DEL ECUADOR**  
Ministerio de Obras Públicas y Transportes

**SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO**  
LÍNEA 1

**ESTACION DE EXCAVACION, APUNTALAMIENTO Y OTRAS OBRAS DE LA ZONA DE ANDEH**

**ESTACION "CENTRO SUR" LINEA 1**

**PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION Y REPARACION DE LA ZONA DE ANDEH**

**ESTACION "CENTRO SUR" LINEA 1**

**PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION Y REPARACION DE LA ZONA DE ANDEH**

**ESTACION "CENTRO SUR" LINEA 1**

**PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION Y REPARACION DE LA ZONA DE ANDEH**

**111.10 PROGRAMACION Y COSTOS.**

PROGRAMA Y COSTO DE OBRA DE LA ESTACION CENTRO MEDICO

ACTIVIDAD	CANT.	U	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
MURO MILAR	38	M2																									
EXCAVACION	38,000	M3																									
LOSA DE FONDO	4,000	M2																									
MURO ESTRUCTURAL	2,700	M2																									
MURO ANDEN	100	M2																									
LOSA ANDEN	320	M2																									
TABLETAS	380	M2																									
LOSA SUPERIOR	2,000	M2																									
LOCALES TECNICOS Y SERVIDORES	1	LTE																									
INSTALACION ELECTRICA Y TELEFONICA	1	LTE																									
IMPERMEABILIZACION	4,800	M2																									
RELLENOS	6,000	M3																									
OBRA EXTERIOR	1	LTE																									
COLECTOR @ LBR M	17	M																									
OBRA EDUCADA MENOR	1	LTE																									
ACABADOS	1	LTE																									
COSTO MENSUAL			25'000	65'000	65'000	111'000	79'000	158'576	335'400	228'750	228'750	228'750	228'750	228'750	228'750	228'750	228'750	228'750	228'750	228'750	228'750	228'750	228'750	228'750	228'750	228'750	228'750
COSTO ANUAL			3,504'000												1,000'000												



## CAPITULO IV.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Es preciso indicar la importancia de este tipo de obras, ya que generan un gran bien social encaminando al desarrollo de la ciudad, por lo que se debe impulsar cada vez más el fortalecimiento del sistema de transportación para lograr el desarrollo y crecimiento de la ciudad; con lo que es recomendable que en los próximos años se conforme un red vial y otra de transportación colectiva cuya estructura básica sea el Metro.

Esta tesis es una muestra clara del gran esfuerzo que están realizando las autoridades correspondientes encargadas de dar solución al fuerte problema de transportación masiva que hay en la ciudad de México. Ya que con esta etapa de ampliación de Metro, se lograrán grandes mejoras en todo el sistema de transportación colectiva terrestre, de tal forma que tendrá un óptima operación.

La construcción de la estación Centro Médico resolverá en gran parte el tremendo problema de aglomeraciones en la estación Baldeñas en las hora pico. Además los usuarios lograrán un considerable ahorro de tiempo en su transportación por medio de las diferentes rutas e interconexiones de los principales centros de actividad de la ciudad.

Esto aunado a la creación de ampliación de los ejes viales, y la implantación de nuevas rutas por vías rápidas para los autobuses, están dando eficaz reestructuración de los transportes superficiales con lo que se está logrando el descongestionamiento de las arterias de la ciudad y así induciendo a los usuarios de automoviles a utilizar el sistema de transporte colectivo.

Creemos que la solución de unir la línea 1, línea 5 con la construcción de la línea 9, cumple con todos los objetivos de este tipo de obras como son: la economía y la funcionalidad; todo esto gracias a la experiencia adquirida por los Ingenieros, proyectistas y constructores durante la 4a. etapa de construcción del Metro.

\*\*

En lo que concierne al procedimiento constructivo, descrito anteriormente en este trabajo, en la Estación Centro Médico no se presentaron problemas de importancia que alterarán en cualquier aspecto la construcción y avance de la misma.

Es importante mencionar el riesgo de este tipo de obras sabiendo de antemano la clase de terreno sobre la que se está trabajando, en donde las condiciones del subsuelo desde el punto de vista estratigráfico varían mucho de un punto a otro, de la zona urbanizada. En general aparecen depósitos superficiales arcillosos o limosos, orgánicos, cubriendo arcillas volcánicas muy comprensibles que se presentan en espesores muy variables, con intercalaciones de arenas limosas o limpias, compactas; todo el conjunto sobre yace sobre mantos potentes, predominantemente de arena y grava. Los problemas de capacidad de carga y de asentamientos diferenciales pueden ser muy críticos, sobre todo en construcciones extensas sujetas a condiciones de carga dispares. Todo este tipo de variaciones presenta lo que fue el antiguo lago de Texcoco

Así pues, esta ampliación del Metro y Estación se pondrá al servicio de los capitalinos el 26 de agosto de 1987, logrando con ello un descongestionamiento de personas en esta zona de la ciudad y una mayor fluidez de las mismas para su transporte.

También es importante mencionar el elevado costo que se tuvo en la excavación, debido principalmente al uso de los muros milán, pues el ancho disponible en la calle para las excavaciones del cajón no era no suficientemente amplio como para poder prescindir de ellos, y aunque esto encareció más la obra, creemos que en el beneficio que se brindará a los capitalinos de esta zona con la ampliación, caerá la justificación de la obra, como de hecho lo es.

Para dar el mejor servicio posible a los usuarios en una estación de correspondencia de una línea en construcción y otra en operación, cabe señalar la importancia que constituye el no dejar fuera de operación dicha estación; ya que con esto se previenen los servicios provisionales y de enlace con todas sus ad

\*\*

cuaciones civiles y electromecánicas. En nuestro caso en la Estación Centro Medico a nivel operacion de trenes con lógica de señalización no se hizo nada, porque, en línea 3 se hicieron todas las preparaciones necesarias y lo unico que se realizarón fueron las pruebas, estáticas y dinámicas del enlace L-3, L-9 para los locales técnicos y la interfaz entre ellos.

Además dentro de una Estación existen 2 subestaciones cada una de ellas tiene la capacidad de producir el 50% de la carga requerida por esta; o sea, sirven para alimentar el alumbrado, contactos, fuerza, equipos de control, mando y seguridad que gobiernan la marcha del tren, como son: equipos de señalización, pilotaje automático, mando centralizado, telecomunicaciones y tracción.

Por lo que respecta a la estación Centro Médico L-3 se tuvo que cambiar una de las subestaciones eléctricas (S.E.) por quedar dentro del proyecto de construcción de la estación de L-9; para realizar dicho cambio de ubicación y no dejar de dar servicio el L-3 se recomiendo lo siguiente:

- 1.- Se recomienda tener una S. E. fuera de servicio el menor tiempo posible, ya que se corre el riesgo de que la otra S.E. fallara y esto implicaría sacar fuera de servicio a usuarios parte de la línea ( en este caso la estación Centro Médico L-3).
- 2.- Cuando falla la energía eléctrica en una estación, implicaría quedar sin alimentación los equipos de control, mando y seguridad que gobiernan la marcha del tren, ya que con esto solamente podría pasar el tren por medios mecánicos sin dar servicio a usuarios en esta estación y se le dejaría la responsabilidad de este al conductor, que no es deseable, mucho menos recomendable.

Con todo lo anterior realizado en perfectas condiciones el servicio de la Estación Centro Médico L-3 no dejo de funcionar por la construcción de la Estación Centro Médico L-9.

Ademas se deben mejorar los procedimientos constructivos para que en las subsecuentes ampliaciones del Metro no se deje de dar servicio a usuarios en estaciones que van a ser de correspondencia, ya sea mejorando la tecnología empleada hasta el momento o por medio de sistemas prefabricados; por lo anterior las obras se realizarían más rápido y con esto la suspensión del tráfico en avenidas importantes, se reduciría notablemente. Tambien se tendrá que analizar las preparaciones que se deben de dejar en las estaciones futuras de correspondencia de acuerdo a las ampliaciones que se harán en relación a la Red del Metro 2010, ya que realizando lo anterior se tiene menor probabilidad de que se suspenda el servicio a usuarios en la estación de operación.

Por último se presentan algunas recomendaciones de lo que conviene o no hacer cuando se presentan problemas durante la construcción de muros milán.

No.	PROBLEMA	QUE HACER	QUE NO HACER
1.	Equipo de excavación fuera de cadenamien- to correcto antes de iniciar la excavación.	Verificar topográfica- mente y corregir la posición del equipo.	Dejar que ini- cie la excava- ción.
2.	Equipo de excavación desplomado o fuera de eje	Verificar la vertica- lidad en dos direc- ciones y central el equipo.	Dejar que con- tinúe con el error.
3.	Equipo de excavación fuera de cadenamien- to correcto detectado después de iniciada la excavación.	Corregir la posición del equipo y en caso necesario hacer 2 ta bleros especiales de corrección.	Tratar de colo- car el armado cuando la excava- ción es menor o colocarlo den- tro de una ex- cavación mayor.
4.-	Excavación de una o varias posiciones me- nor que la específica da	Volver a colocar la maquinaria de excava- ción en la posi- ción o posiciones co- rrectamente y com- plementar la excava- ción.	Passar a la si- guiente etapa sin corregir el error.

No.	PROBLEMA	QUE HACER	QUE NO HACER.
5.	Excavación excedida en la profundidad en una o varias posiciones.	Verificar que el fondo de la excavación quede libre de azolve y proceder a colocar el armado en su posición de proyecto.	Colocar el armado hasta el fondo de la excavación.
6.	Falta de suministro de agua o lodo durante el proceso de excavación.	Suspender la excavación manteniendo el nivel del lodo o agua a no mas de 1.0 m del brocal. Si es necesario, dejar la almeja dentro de la zanja.	Continuar la excavación permitiendo que el nivel del lodo o agua baje cada vez mas.
7.	Detección de azolve en la excavación antes de colocar el armado.	Reubicar la máquina para limpiar la excavación con la almeja. Emplear un airlift bajado hasta el fondo de la excavación y recorriéndola a todo lo largo	Bajar el armado con el azolve dentro de la excavación.
8.	Descomposturas en el equipo durante la excavación de un tablero.	Sacar el equipo y mantener el nivel del agua o lodo cercano al brocal de la excavación.	Dejar que el nivel del agua o lodo baje mas de lo especificado.
9.	Errores en el armado de la parrilla de refuerzo, falta de varillas, falta de amarres o amarres defectuosos, mal dimensionamiento.	Corregir los errores antes de proceder a izar la parrilla.	Izar la parrilla y colocarla dentro de la zanja.
10.	Falta de balancín para levantar el armado.	Suspender el izaje hasta que se cuente con el equipo adecuado.	Izar el armado sujetándolo de uno o dos puntos.

No.	PROBLEMA	QUE HACER	QUE NO HACER.
11.	Falta de centradores en el armado o en la zanja.	Suspender la colocación del armado hasta colocar los centradores.	Colocar el armado en la zanja sin centradores.
12.	Armado deformado por malas maniobras en el izaje.	Suspender la colocación del armado y cambiarlo por otro. Tener cuidado en que la maniobra de izaje se realice correctamente.	Introducir el armado deformado dentro de la excavación.
13.	Tubería tremie sucia, con concreto fraguado o lodo en las paredes interiores o exteriores.	No permitir su colocación en la zanja hasta que se corrijan las anomalías. Cambiar de línea de colado.	Permitir la colocación de la línea de colado en la zanja y colar
14.	Falta de pelotas de vinil o poliestireno para empujarlas como tapones deslizantes en las líneas de colado.	No iniciar el colado hasta que se cuente con ellas.	Iniciar el colado provocando contaminación del concreto.
15.	Tuberías tremie con juntas defectuosas, no herméticas, o con agujeros en los tramos	Cambiar de tubería; sellar las juntas con cinta adhesiva; corregir defectos en las cuerdas.	Proceder al colado con la tubería defectuosa.
16.	Desconocimiento de las longitudes de cada uno de los tramos de tubería de la línea de colado al tratar de reducir su longitud.	No sacar la tubería hasta tener la seguridad de que el extremo inferior quedará ahogado en el concreto.	Recortar la tubería con el riesgo de que la punta quede fuera del concreto.
17.	Concreto con revenimiento menor de 16 cm. ó endurecido porque haya iniciado su fraguado inicial.	Deshechar la olla con el concreto problemático y continuar el colado.	Vaciar el concreto duro, provocando taponamientos en la tubería y problemas de flujo.

No.	PROBLEMA	QUE HACER	QUE NO HACER.
18.	Tendencia a flotar del acero de refuerzo.	Recortar la tubería de colado. Anclar el cárcamo.	Continuar el colado permitiendo que la parrilla flote.
19.	Juntas pegadas	Excavar el tablero contiguo y despegarla jalándola lateralmente.	Tratar de sacarla poniendo en peligro la estabilidad de la maquinaria o la resistencia de la pluma.