

1  
2ej



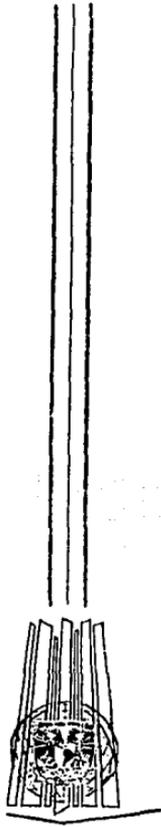
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
"ARAGON"**

**FALLA DE ORIGEN**

**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA  
ESTACION GARIBALDI DEL TREN  
METROPOLITANO LINEA "B"**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**INGENIERO CIVIL**  
**P R E S E N T A :**  
**JORGE AGUILAR DE LA ROSA**





## **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

- I.- INTRODUCCION
- II.- CARACTERISTICAS GEOLOGICAS
- III.- INSTRUMENTACION
- IV.- OBRA INDUCIDA
- V.- PROYECTO GEOMETRICO DE LA ESTACION GARIBALDI LINEA "B" DEL METROPOLITANO
- VI.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA ESTACION GARIBALDI LINEA "B" DEL METROPOLITANO
- VII.- SELLADO DE FILTRACIONES
- VIII.- INYECCION DE AGUA ALREDEDOR DE LA ESTACION GARIBALDI LINEA "B" DEL METROPOLITANO.
- IX.- CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES.
- X.- PROGRAMAS Y PRESUPUESTOS DE LA ESTACION GARIBALDI LINEA "B" DEL METROPOLITANO.
- XI.- CONCLUSIONES
- XII.- BIBLIOGRAFIA.

## CONTENIDO

I.-	INTRODUCCION	
I.1	ANTECEDENTES .....	1
II.-	CARACTERISTICAS GEOLOGICAS .....	3
II.1	CARACTERISTICAS GEOLOGICAS .....	7
II.2	MARCO GEOLOGICO GENERAL	
II.3	ZONIFICACIÓN GEOTECNICA	
II.4	ZONA DE LAGO	
II.5	LAGO CENTRO	
II.5.1	ESTABILIDAD DEL FONDO DE LA EXCAVACION	
II.5.2	FALLA DE FONDO	
II.5.3	FALLA POR SUPRESION	
II.5.4	PERFIL ESTRATIGRAFICO	
III.-	INSTRUMENTACION TOPOGRAFICA .....	12
III.1	INSTRUMENTACION TOPOGRAFICA	
III.2	CONTROL DE MOVIMIENTOS HORIZONTALES Y VERTICALES	
III.2.1	LINEAS DE COLIMACION	
III.2.2	BANCOS DE NIVEL SEMIPROFUNDA	
III.2.3	BANCO DE NIVEL PROFUNDO	
III.2.4	MEDICION DE CARGA DE PUNTALES	
III.2.5	MOVIMIENTOS HORIZONTALES SUBTERRANEOS	
III.2.6	NIVELES PIEZOMÉTRICOS	
III.3	INSTRUMENTACION DEL CENTRO HISTORICO	
III.4	INSTRUMENTACION DE LA ESTACION GARIBALDI	

**IV.- OBRAS INDUCIDAS .....32**

**IV.- 1.-DEFINICION**

**IV.- 2.-PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LOS  
CRUZAMIENTOS.**

- A) LINEAS SECUNDARIAS DE AGUA POTABLE**
- B) LINEAS DE DRENAJE; ATARJEAS 30, 38, 45.**

**V. PROYECTO GEOMETRICO DE LA ESTACION GARIBALDI...55  
LÍNEA "B" DEL METROPOLITANO.**

**V.1 TRAZO DE LA ESTACION**

**V.2 TRAZO DE PERFIL**

**V.3 TRAZO DE GALIBOS**

**V.4 DIMENSIONAMIENTO Y LOCALIZACION DE REJILLAS  
VENTILACION NATURAL.**

**VI. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO .....59**

**VI.1 GENERALIDADES DE ESTACION**

**VI.2 BROCAL**

**VI.3 FLUIDO ESTABILIZADOR**

**V.I.3.1 ESTABILIZACION DE LAS ZANJAS CON LODO  
BENTONITICO.**

**VI.4 MURO TABLESTACA**

**VI.4.1 MUROS DE CONCRETO COLADOS EN ZANJAS**

**VI.4.2 MUROS DE CONCRETO EN ESTACION.**

**VI.5 ABATIMIENTO DE EL NIVEL DE AGUAS FREATICAS.**

**VI.5.1 ABATIMIENTO DE NIVEL DE AGUAS  
FREATICAS**

**VI.5.2 ABATIMIENTO DEL NIVEL DE AGUAS  
FREATICAS DE LA ESTACION GARIBALDI  
LÍNEA "B" DEL METROPOLITANO.**

VI.6.	EXCAVACION DE NUCLEO A CIELO ABIERTO	
VI.6.1	ETAPAS DE EXCAVACION.	
VI.6.1.A	PLANTILLAS	
VI.6.1.B.	LOSA DE FONDO	
VI.6.1.C.	MURO ESTRUCTURAL Y/O MURO CHAPEO	
VI.7.	PREFABRICADOS (TT).	
VI.8.	FIRME DE COMPRESION	
VI.9.	LASTRE O RELLENO	
VI.10	RESTITUCION DE PAVIMENTO	
VII	FILTRACIONES .....	158
VII.1	SOLUCION PARA ELIMINAR POSIBLES FILTRACIONES	
VIII.-	INYECCION DE AGUA ALREDEDOR DE LA ... ESTACION GARIBALDI .....	172
IX.-	CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES .....	182
X	PROGRAMAS Y PRESUPUESTOS .....	198
XI	CONCLUSIONES .....	201
XII	BIBLIOGRAFIA. ....	202

Jorge Aguilar de la Rosa

A mi Padre:

Andrés Aguilar Castro †

A su recuerdo por todos los principios que con sus consejos me inculcó de niño; por su ejemplo, cariño y apoyo que siempre me brindo y que fueron muy importantes para mi formación como persona y ahora como profesionista.

Y si estuvieras conmigo en este momento, compartirías este logro como si fuera tuyo; por que es el fruto de tu esfuerzo.

A mi Mamá:

Martina Pérez Gutiérrez

Por todo su cariño incalculable que siempre me ha dado sin pedir nada a cambio, también por sus enseñanzas que siempre me ha dado y que siempre me han guiado por el camino de la verdad.

**De manera especial me es grato mencionar el agradecimiento a la Ing. Celia Martínez Rayón por la paciencia y dedicación desinteresada que me brindó en la dirección y asesoría de esta tesis.**

**Su experiencia, conocimientos y amistad fueron los mejores alicientes para el término de este trabajo.**



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ARAGÓN  
DIRECCION

JORGE AGUILAR DE LA ROSA  
P r e s e n t e .

En referencia a su atento escrito de fecha 30 de agosto del año en curso, por el que solicita autorización para cambio de título de su trabajo de Tesis, mismo que propone se denomine "PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA ESTACION GARIBALDI DEL TREN METROPOLITANO LINEA "B" ", dirigido por la profesora, Ing. CELIA MARTINEZ RAYON, con fundamento en el punto 6 y siguientes del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

San Juan de Aragón, Edo. de Méx., septiembre 2 de 1994

EL DIRECTOR M.

M en I CLAUDIO C. MERRIÉLDI GASTRO



- c c p Lic. Alberto Ibarra Rosas, Jefe de la Unidad Académica.
- c c p Ing. Daniel Velázquez Vázquez, Jefe de Carrera de Ingeniería Civil.
- c c p Ing. Celia Martínez Rayón, Asesor de Tesis.

CCMC/AIR/vr

## **I. INTRODUCCION**

## I. INTRODUCCION

I.- Desde el principio de la humanidad, el transporte ha sido una de las principales necesidades del ser humano, ya que sin el sería imposible el desarrollo de la industria, el comercio, el traslado de personas de un lugar a otro.

En nuestro tiempo el transporte es un factor tan importante que ha llegado a ser un problema social considerable ya que con él se ha resuelto el problema de la transportación de personas.

A la medida que las ciudades crecen y el trabajo se diversifica, dentro de las mismas o fuera de ellas, se hace indispensable contar con suficientes medios de transporte que permitan a sus habitantes desplazarse con comodidad y en el menor tiempo posible, ya sea de las unidades habitacionales a los sitios de trabajo, de recreación o en sentido contrario.

Es por eso la búsqueda constante por eficientar el funcionamiento del sistema de transporte colectivos a través del desarrollo de la tecnología de punta, expansión de redes de transporte por vía férrea no contaminantes, optimización en el intercambio de modos, entre otros; para nuestro caso es el metro.

Por ello, es necesario dar importancia relevante a los esfuerzos realizados por ampliar, construir y perfeccionar el sistema de transporte colectivo.

La información del presente trabajo, no pretende ser un manual de procedimientos constructivos tipo, si no más bien es una recopilación del proyecto, normas, especificaciones y experiencias adquiridas en campo.

## I.II ANTECEDENTES

La ciudad de México es en la actualidad una metrópoli gigantesca la más grande del mundo, la cual requiere de modernos sistemas de transporte colectivo como es el metro, para comunicar las distintas zonas de la urbe.

Avanzar hacia un sistema de tal magnitud demanda hoy en día, reunir todos los esfuerzos que puedan incidir en una mejor construcción: conocer de manera clara y apegada a la realidad los problemas que debe resolver y aún más importante, optimizar las altas inversiones que es necesario aplicar en el sistema.

En lo que se refiere a la construcción y proyecto de la red vial del metro se diseñó el «Programa Maestro del Metro» (PMM), que es un instrumento de planeación apegado al plan nacional de desarrollo, rige y marca las pautas en la ampliación sistemática de la red y es congruente también con las políticas y objetivos de otros programas con los que se entrelaza, como el desarrollo de la zona metropolitana de la ciudad de México y la región centro, el desarrollo urbano del Distrito Federal y por último, el integral de transporte y vialidad, a cuyos lineamientos se apega.

Para definir objetivos y metas específicas del programa intervinieron todas las dependencias gubernamentales involucradas, y se recopilaron documentos cuyo contenido se relaciona con el PMM a fin de obtener precisión y congruencia al máximo.

Previamente, a la aplicación de la encuesta origen destino se definieron criterios para delimitar y zonificar las áreas de estudio de población, acordándose que abarcaría las 16 delegaciones políticas del Distrito Federal y 27 Municipios conurbados del Estado de México, con el propósito de darle a la máxima representatividad al considerar los 16 millones 342 mil 400 personas que poblaban en este año el área de estudio.

Así fué posible después de procesar la información obtenida, conocer datos confiables de gran significación y trascendencia. Diariamente se realizan 28 millones 518 mil 208 viajes – persona a través de 13 formas de transporte, incluido el traslado a pié. Se observó que en ese momento el metro cubría el 29% de la demanda diaria, es decir, 6 millones 515 mil 716 viajes, seguido por el autobús urbano que alcanzaba un 25.98 % en contraste con el camión y la motocicleta que satisfacían apenas el 0.13 y el 0.07% respectivamente.

Otro aspecto que perfila el programa es la definición de una red del metro equilibrada, es decir, el que la oferta de servicios de todas las líneas corresponda con

la hora de máximo demanda (HMD) a fin de evitar saturaciones o sub-utilización, según se trate de equipo e instalaciones.

El horizonte de planeación año 2010, fecha en que la red, según el PMM, deberá alcanzar a lo largo de 25 años 315.349 Kms., con un total de 19 líneas, 274 estaciones y 838 trenes que atenderán una demanda, según pronósticos de 13.23 millones de pasajeros diarios y en la HMD 2.99 millones de viajes.

Después de esta labor de conjunto y coordinación se definieron los objetivos generales que tiene el PMM mismos que se intenta alcanzar a lo largo de las diferentes etapas.

Los primeros objetivos subrayan el aspecto social:

Brindar un servicio eficiente y satisfactorio, cuyas inversiones se justifiquen plenamente, alcanzado el máximo beneficio social, tres objetivos más se orientan hacia acciones para reordenar la estructura urbana, desestimular el uso de automóvil ofreciendo servicio de transporte colectivo y apoyar programas de mejoramiento ecológico.

La ejecución del programa vigente aspira, así mismo, a conformar la Red del Metro como elemento estructurador del transporte metropolitano y conectarlo con el interurbano, en este contexto, la meta es equilibrar internamente el sistema para evitar congestionamientos o sub-utilización de líneas, mismas que de acuerdo al programa, deben incrementar las opciones de traslado hacia los centros de trabajo, servicio y recreación al mismo tiempo, facilitar la sustitución de medios de transporte en los corredores cuya demanda futura requerirá de una línea del metro.

En el ámbito tecnológico y financiero, los objetivos del PMM, generan normas y especificaciones que proporcionan el desarrollo de la tecnología y la industria nacional que a la vez promuevan la sustitución de importaciones y generación de empleos.

En el «Programa Maestro» se determinan las etapas de ampliación de la red.

La primera comprende las obras realizadas entre 1967 y 1970 de la línea 1 (Zaragoza-Observatorio), 2 (Tacubaya-Tasqueña) y 3 (Tlatelolco-Centro Médico).

En 1977 se inicia la segunda etapa que abarca el proyecto y la construcción de las líneas 4 (Martín Carrera - Santa Anita), 5 (Pantitlán - Politécnico) y 6 (Instituto del Petróleo - El Rosario). Así como la ampliación de la línea 3, en su parte norte. (Tlatelolco - Indios Verdes) y sur ( Hospital General - Zapata).

La tercera, que da principio hacia 1982, incluye ampliaciones a la línea 1 oriente, (Zaragoza - Pantitlán), 2 poniente (Tacuba - Cuatro Caminos), 3 sur (Zapata - Universidad) y el proyecto de la línea 7 (Tacuba - Barranca del Muerto).

Finalmente, la cuarta etapa corresponde a las ampliaciones de las líneas 6 (Instituto del Petróleo - Martín Carrera) y 7 (Tacuba - El Rosario), además de la construcción de la línea 9 (Tacubaya - Pantitlán).

Para 1994, el PMM contempla la ampliación de algunas de las ejecuciones completas de la 8 y la 10 para llegar a un total de 197.9 kilómetros, a fin de enfrentar una demanda de 6.44 millones de viajes diarios y la oferta de 2.33 millones de pasajeros en la HMD.

Al sistema de transporte colectivo le corresponde integrar al Distrito Federal, comunicándolo con los diferentes puntos de la ciudad además de agilizar y facilitar la movilización de personas que usen este servicio.

De los distintos modos de transporte destaca el sistema de transporte colectivo metro, el cuál tiene vital importancia como servicio público por su eficiencia, bajo costo y además permite tener una relación directa del D.F. y el Estado de México.

El Distrito Federal cuenta actualmente con nueve líneas que forman el sistema de transporte colectivo, pero para seguir avanzando, se hizo necesario realizar otra línea más, como el caso de la línea B del tren metropolitano de la que nos ocuparemos en este trabajo de tesis.



## **II CARACTERISTICAS GEOLOGICAS**

## **II.-1.- CARACTERISTICAS GEOLOGICAS**

En la zonificación del subsuelo se observa cómo se ha podido precisar la compleja estratigrafía de la zona poniente de la ciudad, gracias a los sondeos y experiencia en la construcción de la línea 7. En cuanto a las zonas del lago y de transición, la exploración del subsuelo con el cono eléctrico ha permitido la definición de los perfiles estratigráficos más precisos, demostrando con ello que esta herramienta de exploración es una técnica muy eficiente y económica para los estudios del subsuelo en estas zonas.

En relación con las propiedades mecánicas de los suelos, particularmente en las zonas del lago y de transición de la zona metropolitana, ocurre una constante evolución, observándose una disminución de la comprensibilidad y de aumento de la resistencia al esfuerzo cortante, fenómenos que ocurren en pocos años, y aún en meses como consecuencia de:

- a) El bombeo profundo para el abastecimiento de agua potable.
- b) El efecto de sobrecarga de antiguos rellenos superficiales.
- c) El peso de las estructuras.
- d) El abatimiento del nivel freático por bombeo superficial para la construcción de cimentaciones y mantenimiento de sótanos entre los más importantes.

El conocimiento del subsuelo de la ciudad de México evolucionará solo si se mejoran las técnicas de campo, de laboratorio e instrumentación.

## **II.-2.- MARCO GEOLOGICO GENERAL**

La cuenca del valle de México asemeja una enorme presa azolvada; la cortina situada en el sur, esta representada por los basaltos de la sierra de Chichinautzin, mientras que los rellenos de base están constituidos en su parte superior por arcillas lacustres y en su parte inferior por clásticos derivados de la acción de los ríos, arroyos glaciares y volcanes.

## **II.-3.- ZONIFICACION GEOTECNICA**

Durante el estudio de una línea específica del metro, deben consultarse para definir en forma preliminar los problemas geotécnicos que se pueden anticipar, relacionados con el diseño y construcción de las estaciones y tramos intermedios, la zonificación se completa con información estratigráfica típica, la cual permitirá desarrollar la siguiente etapa inicial del estudio:

Análisis preliminar de las condiciones de estabilidad y comportamiento de la estructura durante la construcción y funcionamiento de la línea, así podrán identificarse las alternativas de solución factibles y estudiar durante el diseño definitivo.

La estación Garibaldi está ubicada en la zona del lago centro de la cual se mencionan a continuación algunas de sus características.

## **II.-4.- ZONA DEL LAGO**

Esta zona se caracteriza por grandes espesores de arcilla blanda de alta compresibilidad, que subyacen a una costra endurecida superficial de espesor variable en cada sitio, dependiendo de la localización e historia de cargas, por ello la zona del lago se ha dividido en tres subzonas extendiendo a la importancia relativa de dos factores independientes

- a) Espesor y propiedad de la costra superficial.
- b) La consolidación inducida en cada sitio.

## **II.5 LAGO CENTRO**

Esta zona corresponde con la antigua trazada de la ciudad, donde la historia de cargas aplicadas en la superficie ha sido muy variable, esta situación ha provocado que en esta subzona se encuentren las siguientes condiciones extremas:

a) Arcillas fuertemente consolidadas por efecto de rellenos y de grandes sobrecargas ocasionadas por las construcciones.

b) Arcillas blandas, asociadas a lugares que han alojado plazas y jardines durante largos períodos de tiempo.

c) Arcillas muy blandas en los cruces de antiguos canales.

Así mismo, el intenso bombeo para surtir de agua a la ciudad, se refleja en el aumento general de la resistencia de los estratos de arcillas por efecto de la consolidación inducida.

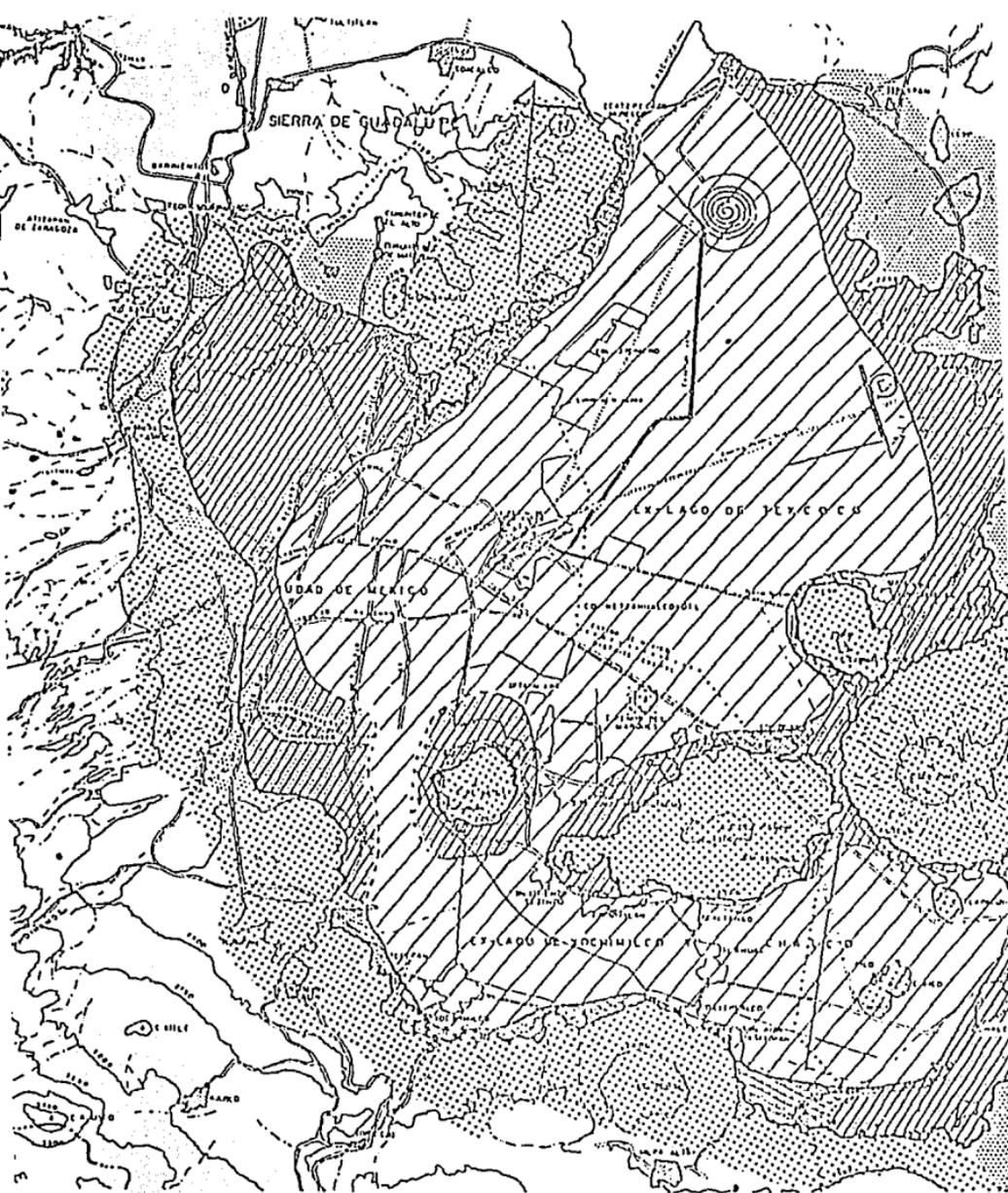
### Mecánica de Suelos:

#### Estabilidad del fondo de las excavaciones.

En el análisis de la estabilidad del fondo de las excavaciones deberán revisarse las fallas siguientes:

**Falla de fondo:** las excavaciones ademas y apuntaladas en arcilla deberán revisarse para evitar el riesgo de la falla general del fondo por cortante, que se manifiesta por el levantamiento repentino del fondo por el asentamiento del terreno circundante. El factor de seguridad mínimo aceptable será del 1.5 de tolerancia.

**Falla por supresión:** cuando exista un estrato de material permeable confinado por arcilla bajo el fondo de la excavación, deberá revisarse la falla por la supresión ejercida en dicho estrato, cuyo factor de seguridad no será menor de 1.3 de tolerancia.



 Zona I

 Zona II

 Zona III

### **III INSTRUMENTACION TOPOGRAFICA**

### **III.- INSTRUMENTACION**

III.- 1.-El objetivo de la instrumentación y del programa de observación será conocer y registrar el comportamiento de las estructuras principales y vecinas del metro, tanto durante su construcción y vida útil, como cuando se presente algún evento que pudiera afectar su estabilidad.

Las características geotécnicas del subsuelo en el sitio de emplazamiento y el tipo de solución para la estructura principal del metro condicionarán el tipo, de precisión de la instrumentación y el período de observaciones o mediciones.

#### **Solución en cajón subterráneo:**

En esta solución, en la que la estructura del metro está constituido por un cajón de concreto armado situado bajo la superficie del terreno, la instrumentación tendrá la finalidad de detectar los movimientos y las variaciones de los niveles piezométricos durante y después de la construcción.

#### **III.-2 CONTROL DE MOVIMIENTOS HORIZONTALES Y VERTICALES.**

Para la medición de los movimientos horizontales y verticales en la solución en cajón subterráneo, se deberá contar con la instrumentación siguiente:

##### **III. 2.1 Líneas de colimación:**

Para llevar un control de los desplazamientos horizontales se deberán instalar líneas de colimación, localizadas en las fronteras de la excavación.

La ubicación y frecuencia de las lecturas de las líneas de colimación, se fijarán de acuerdo con cada partícula.

##### **III. 2.2 Bancos de Nivel Semiprofundos.**

Con el fin de medir las expansiones y/o asentamientos que ocurran antes, durante y después del proceso de excavación, deberán instalarse bancos de nivel semiprofundos, en el fondo de la excavación.

### III. 2.3 Bancos de Nivel Profundos.

Estos bancos se instalarán dentro de los depósitos profundos y servirán de apoyo para la nivelación de los puntos de control de los incisos antes mencionados. La cota de estos bancos estará referenciada a partir del banco fijo de Atzacolco.

### III. 2.4 Medición de cargas en Puntales.

En la solución de cajón subterráneo, se instrumentarán algunos de los puntales con el propósito de medir y controlar la evolución de las cargas y deformaciones de los mismos, durante la excavación y construcción de las losas de fondo, techo y muros interiores del cajón.

La instrumentación arriba expuesta consistirá en una celda de carga hidráulica tipo cato plano, o celda Freyssinet, colocada entre uno de sus apoyos y la estructura de contención, para la medición de las cargas así como un deformímetro eléctrico (Straigage) adherido a su superficie lateral, para la medición de la variación de la deformación.

### III. 2.5 Movimientos Horizontales Subterráneos.

Para la medición de desplazamientos horizontales con respecto a la profundidad, se instalarán inclinómetros adyacentes a la estructura de contención o en el hombro de los taludes, si la excavación permanece abierta por largo tiempo o existen construcciones importantes, susceptibles de ser dañados por los movimientos generados durante la excavación.

### III. 2.6 Niveles Piezométricos.

La medición de niveles piezométricos se llevará a cabo a lo largo del eje de la estructura del metro, en sitios especiales como el de los "cruzamientos" de la línea del metro con estructuras o vialidades importantes que deben protegerse durante y después de la construcción.

### III.-3 Instalaciones de la Instrumentación Previa a la Construcción de la Línea B del Metro.

Será necesario instalar la instrumentación que se describe a continuación con el objeto de observar el comportamiento de las construcciones catalogadas vecinas al trazo de la línea B previamente y durante la construcción de la estación.

#### III.- 3.1 Tornillos y Palomas.

Con la finalidad de conocer los movimientos que se pudieran presentar en los edificios aledaños a la estación, se procederá a colocar en los paramentos de los edificios catalogados tornillos y marcas de pintura (paloma) en los restantes, los cuales se nivelarán con la frecuencia indicada en el capítulo IV de este escrito.

Los tornillos serán de 0.5 cm. de diámetro y se introducirán en los paramentos de los edificios catalogados mediante una perforación previa a la holgura la cual será rellenada con mortero para asegurar su fijación.

En las edificaciones no catalogadas en lugar de tornillos se utilizarán marcas de pintura (Palomas).

La ubicación de los tornillos será a cada 10 m y la correspondiente a las palomas será a cada 20 m (ver figuras 1 a 5).

Deberá procurarse que siempre queden tornillo o paloma, cercana al lindero de cada predio, con el objeto de registrar los movimientos de cada uno de los edificios.

Los tornillos o marcas se colocarán a 1.50 m de altura, medido a partir del nivel de banqueta, tal como se muestra en la figura N° 1.

## II.- Puntos de Desplome

Además de los tornillos y palomas, se deberán marcar puntos de desplome en los edificios catalogados, utilizando los botaguas de algunas edificaciones o fijando ménsulas o perfiles de fierro en las azoteas o en donde lo permita la construcción, (ver figuras 1 a 5) y posteriormente se medirán los posibles desplazamientos que presenta cada uno de ellos, «bajándolos» al piso referenciándolos a la base del edificio.

La frecuencia de las lecturas será similar a la indicada para los tornillos y palomas.

## III.- Piezometría.

Para verificar posibles modificaciones en la presión del poro del subsuelo adyacente a los monumentos históricos, se instalarán estaciones piezométricas en el sitio indicado en las figuras 1 a 5.

Estas estaciones estarán constituidas por un piezómetro abierto instalado de acuerdo con lo indicado en la figura, aproximadamente, su posición exacta deberá determinarse en campo una vez detectado dicho estrato. Además se instalarán pozos de observación del nivel freático, los cuales estarán constituidos cada uno por un tubo de PVC de 4" de diámetro ranurado en toda su longitud y desplantado a 5.0 m de profundidad, la frecuencia en la toma de lecturas se indica en el siguiente capítulo.

## IV.- Frecuencia de lecturas.

- a) Una lectura por mes previamente al inicio de la excavación.
- b) Una lectura al día durante la construcción.
- c) Una lectura por semana después de la construcción, durante cuatro meses.
- d) Posteriormente, una lectura por mes durante dos meses.

## Notas importantes.

1.- Con las lecturas de la instrumentación, se elaborarán gráficas de movimiento contra tiempo, en todas las gráficas se deberán anexar la historia de la excavación, anotando la fecha y hora con que se inicie el bombeo, la excavación, cuando se alcance la máxima profundidad, el colado de la plantilla, losa de piso, etc.

2.- Estas gráficas se llevarán al día, y se deberán tener en un lugar visible en la obra, también deberán mandarse copias a COVITUR y a ISTME, para su interpretación.

3.- En caso de que cualquiera de los elementos de medición resulte dañado deberá reponerse a la brevedad posible para continuar con las lecturas.

4.- Todas las mediciones deberán realizarse por la mañana antes que la reverberación impida obtener lecturas confiables, en caso de que algún elemento obstaculice la lectura de un instrumento de medición, se deberá reportarse de inmediato al representante de obra civil de la autoridad correspondiente (COVITUR).

### **III.- 4 Instrumentación de la Estación Garibaldi Perteneciente a la Línea B del Metro.**

Para efectuar la construcción de la estación Garibaldi de la línea B del metro, se recurrirá al uso de muros tablestaca auxiliares los cuales formarán «celdas» en toda el área que ocupa la estación.

Se deberá considerar la instrumentación previa indicada en la especificación correspondiente para la línea B del Centro Histórico (Periferia); por lo cual en este documento se indica la instrumentación adicional a la indicada en dicha especificación.

A continuación se describen los lineamientos que se deberán seguir para la instalación y medición de la instrumentación en la estación Garibaldi correspondiente a la línea B del metro.

Con el fin de observar el comportamiento de la excavación durante la construcción de la estación, cuya localización se muestra en la figura N° 1, así como el de los edificios aledaños a la misma, será necesario instalar la instrumentación que se describe a continuación; la cual consistirá en referencias superficiales (Palomas) y puntos de desplome, bancos de nivel semiprofundos, inclinómetros instalados tanto en el suelo como en muros tablestaca de acompañamiento y un piezómetro de tipo abierto.

La distribución y localización de esta instrumentación se indica en las figuras anexas a este escrito.

#### **1.- Puntos de nivel de predios (palomas).**

Para conocer los movimientos verticales que se pudieran presentar en las construcciones localizadas paralelas al cajón del metro y de la estación, se deberán colocar

marcas de pintura (palomas) sobre el paramento en las colindancias con los predios aledaños y al centro de las edificaciones señaladas en la figura N° 1, estas referencias se ubicarán a una altura de 1.50 m a partir del nivel de banqueteta.

## II.- Puntos de Desplome

En las construcciones señaladas en la figura N° 1, adicionalmente a las «Palomas», se colocarán puntos de desplome «Plomos», para poder llevar un control de los posibles desplomes de dichas edificaciones.

Los puntos de desplome se colocarán en los extremos de las estructuras, fijando ménsulas al paramento, la cual deberá tener en el extremo suelto, un orificio. Este orificio se referirá al nivel de banqueteta para posteriormente, medir la distancia entre este punto y el paramento, ver figura N° 3.

La frecuencia de toma de lecturas para las palomas, así como los puntos de desplome será la que a continuación se indica:

a) Primera lectura: 15 días previos al inicio de la excavación.

Segunda lectura: 3 días antes del inicio del bombeo.

b) Se deberá efectuar una lectura al día durante el tiempo en el cual se realice el bombeo, así como el proceso de excavación.

c) Una vez iniciado el proceso de estructuración (colado de plantillas), se tomarán lecturas dos veces por semana hasta la restitución del pavimento.

Una vez terminada la construcción se tomarán lecturas una vez a la semana.

Se suspenderá esta actividad cuatro meses después de concluida la construcción de la estación.

## III.- Bancos de nivel Semiprofundo.

Los bancos de nivel semiprofundo que servirán para determinar los movimientos verticales causados por las probables expansiones y hundimientos generales en el fondo de la excavación.

Una vez construidos los muros milán correspondiente a la celda donde se instalará el instrumento, se procederá a colocar el mismo en la posición indicada en la figura N° 2 y en el centro geométrico del área en la planta definida por dichos muros; de acuerdo con lo siguiente y con lo indicado en la figura N° 2.

Se instalarán cuatro bancos de nivel semiprofundo desplantados 1.20 m. abajo de la máxima profundidad de excavación correspondiente a la zona de andén.

Las paredes de la perforación de 6" de diámetro necesarias para la instalación de los bancos, se deberán estabilizar con lodo bentonítico.

Una vez colocado el banco de nivel semiprofundo en toda la profundidad, el espacio anular de la perforación se rellenará con grava de 3/4" en toda su longitud.

Los bancos se irán recortando a medida que avance la excavación, tomando las debidas precauciones para que no sean dañados por el equipo que efectúa la excavación, en la zona vecina al ademe del banco, la excavación deberá realizarse a mano.

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

a) Primera lectura: 15 días previos al inicio de la excavación.

Segunda lectura: 3 días previos al inicio del bombeo.

b) Se deberá efectuar una lectura al día, durante el tiempo en el cual se realice el bombeo, así como durante el proceso de excavación.

c) Las cotas de los bancos de nivel semiprofundos deberán 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 lecturas dos veces por semana hasta la restitución del pavimento.

Una vez colocado el asfalto, se traslada la cota a los muretes laterales.

d) Una vez terminada la construcción, las lecturas se realizarán una vez por semana.

Se suspenderá la toma de lecturas cuatro meses después de concluida la construcción.

#### IV.- Inclinómetro.

Consisten en una tubería en tramos de 75 cm. de longitud y de 7.77 cm de diámetro interior, unidos entre sí mediante coples; la tubería tiene cuatro ranuras verticales diametralmente opuestas que sirven de guía a la sonda de medición, los coples que unen los tramos de tubería, consisten en dos secciones media caña, de 8.79 cm de diámetro interior y 30 cm de longitud; éstas abrazan la tubería con la que tiene un traslape de 7.5 cm, luego el cople se envuelve en toda su longitud con cinta adhesiva.

Los inclinómetros servirá para determinar los movimientos horizontales que se pudieran presentar debido a la excavación de las celdas para la construcción de la estación.

Estos instrumentos se instalarán en perforaciones verticales limpias de azolves.

El procedimiento de instalación se describe a continuación:

Se perfora el suelo en un diámetro de 6" hasta alcanzar 22.50 m de profundidad, usando lodo bentonítico para estabilizar las paredes de la perforación y extraer los recortes de la misma.

En el caso de los inclinómetros instalados en los muros tablestaca de acompañamiento, la profundidad a la cual se desplantan será de 20.65 m.

Simultáneamente, con la actividad anterior se procederá a ensamblar los tramos de tubería y los coples para iniciar su instalación tan pronto se termine la perforación,

deberá cuidarse que no existan torsiones de la tubería pero en caso de presentarse, estas se compensarán en segmentos consecutivos. La tubería deberá llevar en su extremo inferior un tapón que se fijará con remaches o pegamento, en función del material constitutivo de la tubería.

Una vez que se haya alcanzado la profundidad requerida, se limpiará la perforación cuidando que un par de ranuras diametralmente opuestas sean perpendiculares al eje de la excavación; durante esta etapa, se prepara la mezcla de bentonita cemento-agua, para evitar que fragüe antes de su inyección.

La mezcla de bentonita -cemento-agua se inyectará a baja presión, desde el fondo de la perforación hasta alcanzar el nivel correspondiente a 30 cm. por abajo del terreno natural se fijará el extremo superior de la tubería con un soporte y se construirá un muerto de concreto que servirá como registro de protección de cada inclinómetro.

Se deberá marcar el instrumento con alguna referencia que lo identifique, y que además señale su profundidad.

La instalación de inclinómetros, se deberá efectuar tomando en cuenta, las indicaciones aquí descritas, así como el procedimiento recomendado por el proveedor del equipo y las especificaciones de COVITUR.

Es importante destacar, que se instalarán un inclinómetro en el suelo y dos inclinómetros en los muros tablestaca de acompañamiento; la ubicación de estos instrumentos se indica en las figura N° 5.

En el caso de los inclinómetros que se instalarán en los muros tablestaca, se deberán colocar los tramos de tubería correspondiente a los inclinómetros sujetos en el interior de la parrilla de acero de refuerzo de los muros, con ésto la tubería del inclinómetro quedará ahogada en concreto al efectuarse el colado de los muros.

El inicio y suspensión de lecturas de los inclinómetros, se realizarán de acuerdo con lo siguiente:

a) Primera lectura: diez días antes de iniciar el bombeo.

Segunda lectura: Tres días antes de iniciar el bombeo.

b) Se tomarán lecturas dos veces al día durante el bombeo y proceso de excavación.

c) Una vez retirado el sexto y último nivel de puntales, se hará la lectura diariamente.

Se suspenderá la toma de lecturas una semana después de haber retirado el sexto y último nivel de puntales.

#### V.- Instalación del Piezómetro Abierto.

Se instalará un piezómetro abierto en el sitio indicado en la figura N° 4 y de acuerdo con lo señalado en la figura N° 6 la profundidad a la que se desplantará este instrumento será 22.40 m.

El piezómetro abierto consistirá en una celda permeable en su parte inferior y un tubo delgado de PVC de 1/2" de diámetro que comunica a la celda con la superficie del terreno.

La celda queda embebida en una capa de filtro de arena de 90 cm de espesor, confinada por un sello de bentonita de 100 cm de espesor; el resto de la perforación se rellena con lodo arcilloso; el tubo de PVC de 1/2" de diámetro deberá sobresalir 20 cm sobre el terreno natural, llevando un registro de protección.

El piezómetro servirá para conocer, el estado inicial de esfuerzos en el sitio en estudio, las condiciones de flujo de agua y la influencia del procedimiento constructivo en la presión del poro.

Este dispositivo se instalará en una perforación vertical, limpia de azolves. El procedimiento de instalación se describe a continuación:

Se perfora el suelo un diámetro de 6", hasta la profundidad mencionada, utilizando agua como fluido de perforación.

Se bajará un ademe metálico de 2" de diámetro hasta el fondo de la perforación y se hará circular agua limpia, la perforación deberá quedar absolutamente libre de azolves.

Mientras se efectúa la perforación se ensamblará la celda permeable con el tubo delgado, de ser posible en toda la longitud de instalación, en tramos de 3 m para dar tiempo a que el pegamento de los coples pueda endurecerse.

Se llenará el ademe 30 cm y se vaciará lentamente una arena limpia y lavada, graduada entre las mallas N° 4 y N° 40, controlando cuidadosamente el volumen a fin de no exceder la profundidad de instalación de la celda.

Se bajará el piezómetro dentro del pozo comprobando que se quede bien asentado en la arena del fondo.

Se levantará el ademe en tramos de 10 cm vaciando gradualmente la arena dentro del pozo en cada tramo, hasta 30 cm arriba del bulbo, controlando siempre el volumen de arena que se descarga al rededor.

A continuación se rellenará el espacio anular entre el tubo vertical, la pared de la perforación con lodo arcilloso hasta el nivel del terreno natural.

Se colocará un registro de protección con tapa, que albergará la cabeza del tubo vertical con su etiqueta de identificación de la profundidad de la celda y su nivel de referencia.

La periodicidad con la que se tomarán lecturas será la siguiente:

a) Primera lectura: Quince días antes del inicio de la excavación.

Segunda lectura: Tres días antes de iniciar el bombeo.

b) Se harán lecturas diarias hasta la suspensión del sistema de bombeo.

c) Una vez suspendido el bombeo, se tomarán lecturas cada semana.

Se suspenderá esta actividad dos meses después de la suspensión del bombeo.

1.- Con los datos obtenidos de los bancos de nivel semiprofundo se elaborarán gráficas de movimiento contra tiempo, en todas las gráficas se deberá anexar la historia de la excavación, anotando la fecha y hora con que se inicie el bombeo, la excavación, cuando se alcance la máxima profundidad, el colado de la plantilla, colado de la losa de piso, etc.

Estas gráficas se llevarán al día y deberán enviarse copias a las autoridades correspondientes.

2.- En caso de que cualquiera de los elementos de medición resulte dañado, deberá reponerse a la brevedad posible y continuar con sus lecturas.

3.- Es recomendable que siempre que sea posible, todas las mediciones se realicen por las mañanas, antes de que la reverberación impida obtener lecturas confiables.

4.- Todas las referencias deberán instalarse antes del inicio de la excavación.

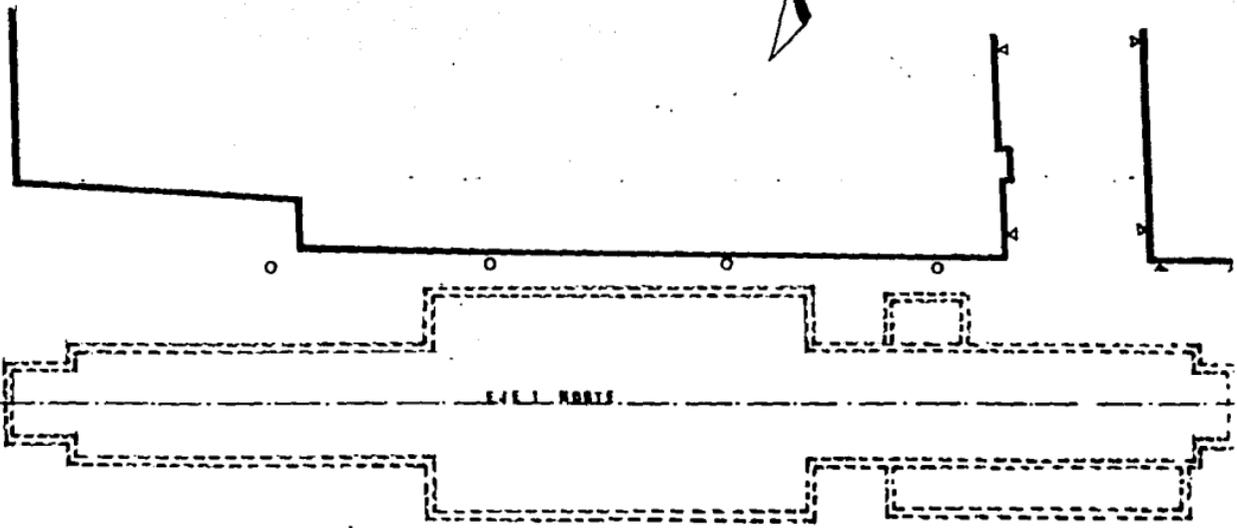
5.- Las mediciones deberán procesarse (Circularse y graficarse) el mismo día en que se realizaron a fin de poder contar con dicha información en la obra, en forma oportuna para la toma de decisiones, copia de dicha información se deberá integrar a COVITUR, también el mismo día.

6.- Deberá revisarse el estado físico y el ajuste de todos los instrumentos de medición de cada día.

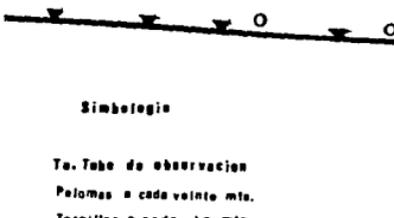
7.- La confiabilidad de las mediciones en piezómetros e inclinómetros, depende en gran medida del procedimiento de instalación, por tal motivo deberá vigilarse específicamente la verticalidad y limpieza del pozo, así como las características del material que rellenara el espacio anular entre la tubería y las paredes de la perforación.



Av. Reforma etc.



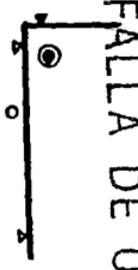
EJE CENTRAL



Clima de Nayón



Calle Allende

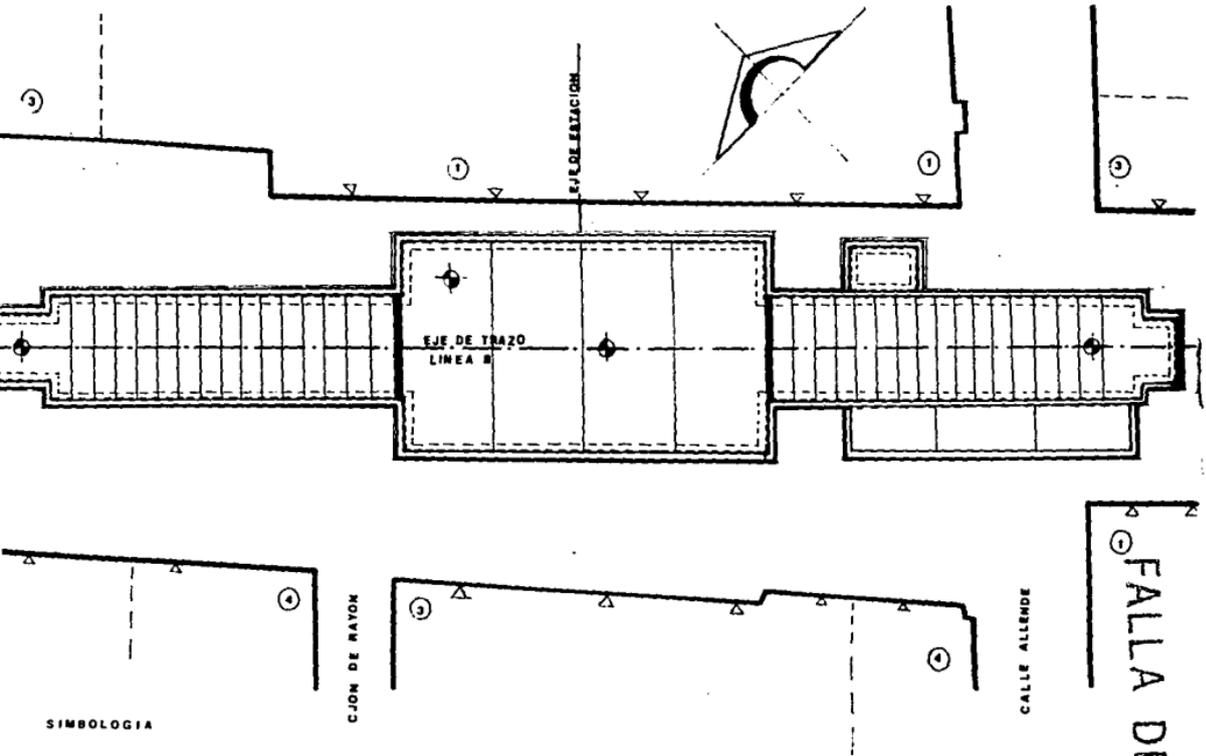


FALLA DE ORIGEN

Simbología

- Ta. Tabla de observación
- Palomas a cada veinte mts.
- Tornillos a cada 10 mts.
- PA: Piezometro abierto
- Plomas

FIG 1  
28



SIMBOLOGIA

① NIVELES DE NIVEL SEMIPROFUNDO

② PUNTOS DE DESPLOME

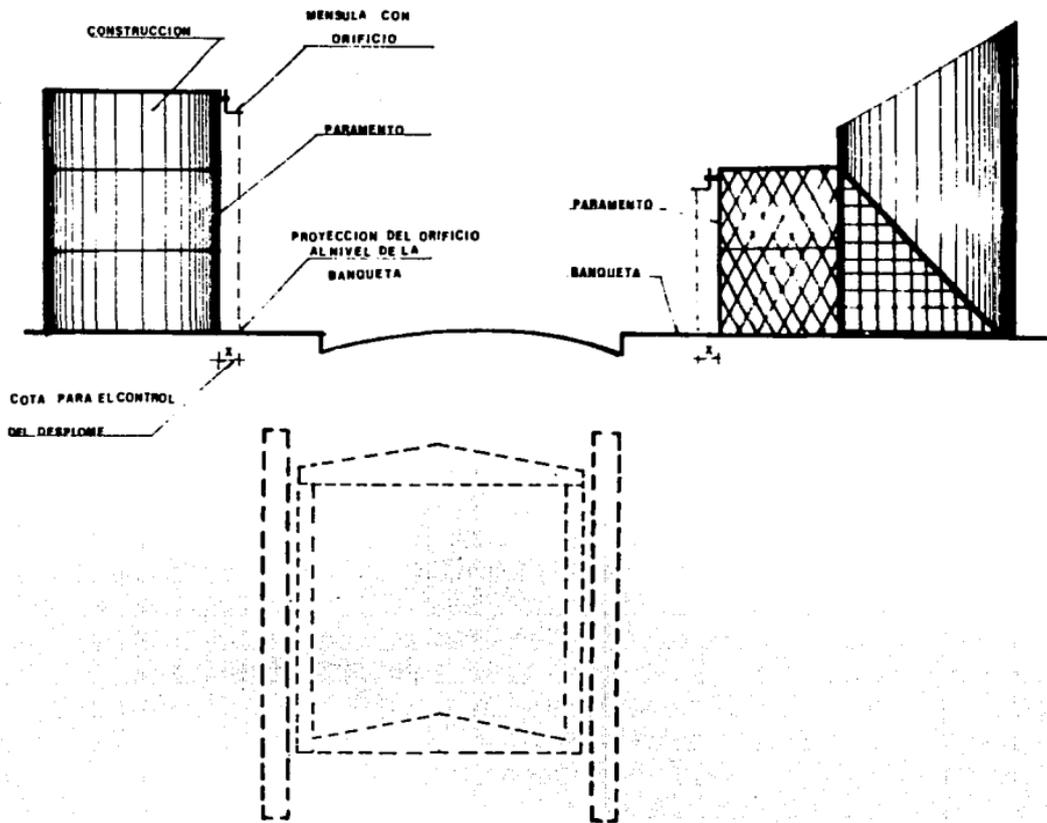
③ NIVELES DE EDIFICIOS EXISTENTES

## INSTRUMENTACION

FIG 2

27

① FALLA DE ORIGEN



Plomeo en construcciones

# Banco de nivel semiprofundo

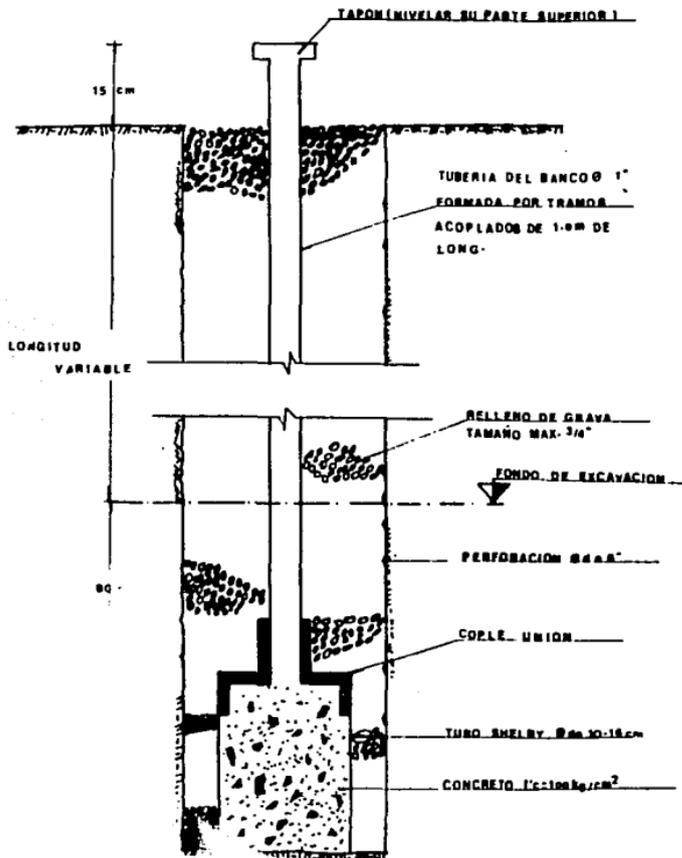


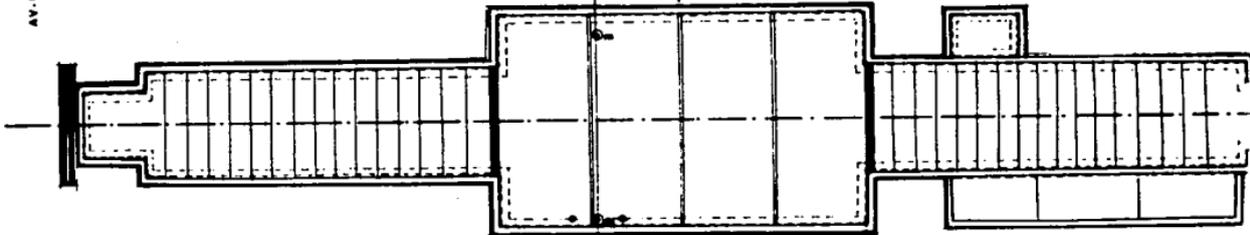
FIG. 4

AV. REFORMA NTE

CAD. 21:00

LINEA DE ELEVACION

C. ALLENDE



7.8.84

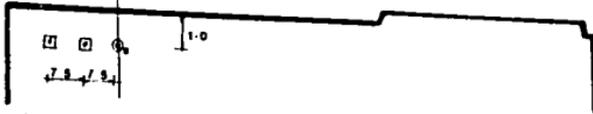
**SIMBOLOGIA**

-  Inclínometro instalado en muro tabicada
-  Piezometro
-  Testigo superficial sobre muro
-  Inclínometro instalado en el suelo
-  Testigo superficial

1:0

1:0

SECCION DE RAYON



1:0

7.8.84

**Instrumentación estación  
Garibaldi L-B**

**FALLA DE ORIGEN**

# PIEZOMETRO ABIERTO

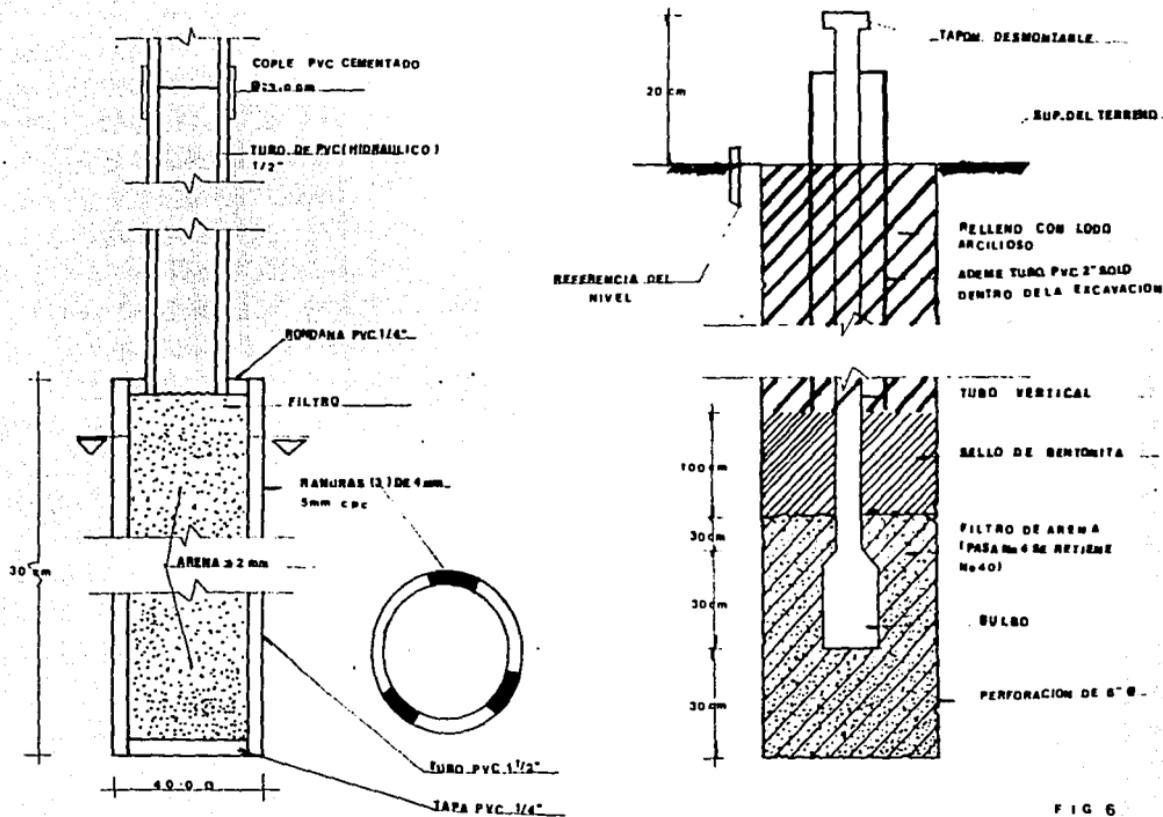


FIG 6

#### **IV. OBRA INDUCIDA**

## OBRA INDUCIDA

IV.- 1 Las obras inducidas son las generadas por la construcción de otra obra, siendo éstas siempre en las instalaciones existentes. Así, por ejemplo, la construcción del sistema de Transporte Colectivo «Metro», origina a su paso obras inducidas (cruzamientos) en prácticamente todos los servicios de la ciudad, dentro de los más importantes se tiene; la red de agua potable, el drenaje, las líneas de energía eléctrica, las de alumbrado público, las de teléfonos, los gasoductos, oleoductos, las instalaciones ferroviarias, etc., estos servicios son afectados en mayor o menor grado dependiendo de que la construcción del metro, sea por superficie, elevada, en cajón o túnel.

Las obras inducidas son por lo general ejecutadas por el propietario o por el responsable del servicio, como es el caso de la Cía. de Luz, Teléfonos, Pemex, Ferrocarriles, etc. A los cuales se les notifica la necesidad de la modificación de sus instalaciones por la construcción de la obra nueva.

La dependencia correspondiente, una vez llegado a un acuerdo, elabora su proyecto de desvío para liberar las interferencias que se tengan con la obra nueva.

En el caso de las obras hidráulicas inducidas por el metro, la Dirección General de Construcción Hidráulica, responsable de estos servicios, ha convenido con COVITUR, que esta dependencia construya esta obra, quedando a cargo de la Dirección la revisión y autorización de los proyectos, así como la supervisión técnica de dichas obras.

IV.-2 Excavación y construcción de las líneas secundarias de agua potable, que conforman los desvíos originados por la construcción de la estación Garibaldi de la línea B del metro.

El procedimiento que a continuación se indica es el que deberá aplicarse para efectuar la excavación e instalación de tuberías que conforman las líneas secundarias de agua potable de proyecto, que se localizan a una profundidad mayor de 1.50 m en la estación Garibaldi de la línea B del metro.

La localización de estas líneas se indican en el plano de obras hidráulicas correspondiente.

#### IV.- 2.-1. Excavación y construcción.

La excavación para la colocación de los tramos de tuberías que conforman las líneas secundarias de agua potable arriba descritas, se efectuará a cielo abierto entre una estructura de contención constituida por tablonces de madera de 2" de espesor, polines de madera de 6" x 6" funcionando como vigas madrina y como puntales. La distribución y ubicación de todos los elementos se muestra en la figura N° 3.

Esta estructura se utiliza en los tramos en los que la máxima profundidad de proyecto se encuentre entre 1.50 y 2.00 m.

Durante la excavación e instalación de las tuberías deberán cumplirse las indicaciones siguientes:

1.- La excavación en el sentido longitudinal al eje de la tubería se realizará en forma continua sin exceder de una longitud de avance de 10.0 m.

2.- El ancho de la excavación es función del diámetro de la tubería por instalar y se indica en la figura N° 4.

3.- El talud de avance en el frente de la excavación será 0.5:1 horizontal y vertical.

4.- La colocación de la estructura de contención se realizará a medida que la excavación avance.

5.- La excavación para la colocación de las tuberías que se localizan a una profundidad de 1.50 m o menor, se deberá realizar siguiendo los lineamientos indicados en la especificación general correspondiente.

La excavación e instalación de las tuberías se realizará por etapas de acuerdo a lo que se describe a continuación:

### 1ª Etapa.

Definida el área de excavación del tramo por atacar, se excavará a mano hasta 1.00 m de profundidad con el fin de localizar instalaciones municipales que pudieran existir, descubrirlas para darles la protección adecuada y no dañarlas. Se continuará con la excavación y a medida que esta progrese deberán colocarse los tablonces, las vigas madrinas y los puntales que conforman la estructura de contención.

Tanto las vigas madrinas como los puntales deberán colocarse tan pronto como la excavación descubra sus puntos de aplicación, no debiendo continuar con este proceso si estos elementos no han sido instalados en las elevaciones especificadas.

El primer nivel de puntales se colocará a 60 cm. abajo del nivel de terreno natural; el segundo nivel se instalará a 20 cm arriba de la elevación donde quedará instalado el lomo de la tubería del proyecto, véase Fig. N° 3.

La separación de los puntales en el sentido longitudinal de la excavación será de 1.5 m según se indica en la figura N° 3.

### 2a. Etapa

Se proseguirá con la excavación hasta alcanzar la máxima profundidad de

proyecto, inmediatamente después se colocará una plantilla de grava o tezontle, de 10 cm de espesor, la cual deberá compactarse manualmente con un pisón metálico.

### 3a. Etapa.

Se procederá a colocar y a unir las secciones de tubería correspondiente al tramo excavado.

### 4a. Etapa.

Una vez colocada la tubería en su posición definitiva, se procede a rellenar con material areno-limoso tipo tepetate.

El material de relleno se colocará de acuerdo a las indicaciones de la especificación general, para rellenos en zanjas donde se alojarán las tuberías de agua potable.

### 5a. Etapa.

Conforme avance el relleno se iniciará la extracción de todos los elementos que integran la estructura de contención.

Los puntales se retirarán cuando el relleno alcance sus puntos de aplicación.

### 6a. Etapa

El proceso de relleno se continuará hasta que se alcance el nivel de subrasante. En esta elevación se procederá a restituir el pavimento y/o banquetas en las zonas donde hayan sido afectados por la excavación de acuerdo a lo que se indica en las especificaciones generales correspondientes.

Durante este proceso de excavación e instalación de la tubería, se podrán excavar en forma consecutiva dos tramos de 10.0 m de longitud, para ello será condición necesaria que al iniciar la excavación en el segundo tramo, el material de relleno en el primero se encuentre a una altura igual a la mitad de la profundidad máxima de excavación de proyecto.

IV.-2.-2- Excavación y construcción de las atarjeas de 30, 38 y 45 cm de diámetro que conformarán los desvíos originados por la construcción de la línea B del metro.

Los procedimientos que a continuación se indican son los que deberán aplicarse para efectuar la excavación e instalación de tuberías que conformarán las atarjeas del proyecto.

### **Excavación y Construcción.**

La excavación para la colocación de los tramos de tuberías que conforman las atarjeas se efectuará a cielo abierto de acuerdo con los siguientes procedimientos:

- I.- Excavaciones entre paredes verticales sin ademe.
- II.- Excavaciones por medio de taludes cuya inclinación sera de 0.25:1 horizontal a vertical.
- III.- Excavación por medio de taludes cuya inclinación será 0.5:1.
- IV.- Excavaciones entre paredes verticales ademadas con tablonés y polines de madera.

### **Excavación a cielo abierto entre paredes sin ademe.**

Este proceso de excavación se utilizará únicamente en los tramos donde la profundidad máxima de proyecto no exceda de 1.50 m.

Durante la excavación e instalación de la tubería deberá, seguirse lo que a continuación se indica:

- 1.- La excavación en el sentido longitudinal al eje de la tubería se realizará en forma continua sin exceder longitud de avance de 15.0 m.
- 2.- El ancho de la excavación es función del diámetro de la tubería por instalar y se indica en la figura N° 1.
- 3.- El talud de avance en el frente de la excavación será 0.5:1.

La excavación e instalación de la tubería se realizará por etapas tal como se indica a continuación.

#### 1ª Etapa.

Definida el área de excavación del tramo por atacar, será necesario realizar una excavación a mano hasta 1.50 m de profundidad, con el fin de detectar la existencia de instalaciones municipales, para descubrirlas, y darles la protección adecuada y no dañarlas.

#### 2ª Etapa.

Habiéndose realizado lo anterior, se continuará con la excavación hasta alcanzar la profundidad de proyecto, prosediéndose de inmediato a colocar una plantilla de grava o tezontle de 10 cm de espesor, la cual deberá compactarse manualmente con pisón metálico.

#### 3ª Etapa.

Se procederá a colocar y a unir las secciones de tubería correspondiente al tramo excavado.

#### 4ª Etapa.

Una vez colocada la tubería en su posición definitiva, se procederá a rellenar la excavación con material areno-limoso tipo tepetate.

El material de relleno se colocará de acuerdo a las indicaciones de la especificación general para rellenos en zanjas.

#### 5ª Etapa.

El proceso de relleno se continuará hasta que alcance el nivel de subrasante, en esta elevación se procederá a restituir el pavimento en las zonas donde haya sido afectado por la excavación de acuerdo a lo que se indica en la especificación general correspondiente.

Se podrán excavar en forma consecutiva dos tramos de 15 m de longitud, para

esto será condición necesaria que al iniciar la excavación en el segundo tramo, el material de relleno en el primero se encuentre a una altura igual a la mitad de la profundidad máxima de excavación de proyecto.

La excavación de un tercer tramo solo podrá iniciarse si se cumple que en el primer tramo el material de relleno haya alcanzado el nivel de subrasante y que en el segundo dicho relleno se haya colocado hasta una altura igual a la mitad de la profundidad máxima de excavación de proyecto.

#### II y III.- Excavación a cielo abierto por medio de taludes.

Este procedimiento de excavación se efectuará en los tramos donde la profundidad máxima de proyecto no exceda de 2.0 m y 3.0 m, en los cuales se utilizarán taludes laterales 0.25:1 y 0.5:1, respectivamente.

#### OBSERVACIONES GENERALES.

a) En el procedimiento de excavación donde se utilizarán taludes laterales 0.25:1, la excavación en el sentido longitudinal al eje de la tubería se realizará en forma continua sin exceder una longitud de avance de 15 m, en la excavación que se efectuará por medio de taludes 0.5:1, esta longitud no deberá ser mayor de 10 m.

b) El talud de avance en el frente de excavación para ambos casos será de 0.5:1.

c) El ancho máximo en el fondo de la excavación es en función del diámetro de la tubería por instalar, como se indica en la figura N° 2

#### Excavación e instalación de la tubería.

La excavación e instalación de la tubería se realizará por etapas como se indica a continuación.

#### 1ª Etapa.

Definida el área de excavación del tramo por atacar, será necesario realizar una

excavación a mano hasta 1.50 m de profundidad con el fin de detectar la posible existencia de instalaciones municipales, para descubrirlas, darles la protección adecuada y de esta manera no dañarlas.

#### 2ª Etapa.

Habiendo realizado lo anterior, se continuará con la excavación por medio de taludes laterales 0.25:1 o 0.5:1, según sea el caso, hasta alcanzar la máxima profundidad de proyecto, prosediéndose de inmediato a colocar una plantilla de grava o tezontle de 10 cm. de espesor, la cual deberá compactarse manualmente con pisón metálico.

#### 3ª Etapa.

Se procederá a colocar y unir las secciones de tubería correspondiente al tramo excavado.

#### 4ª Etapa

Una vez colocada la tubería en su posición definitiva, se procederá a rellenar la excavación con material areno-limoso tipo tepetate.

El material de relleno se continuará hasta que se alcance el nivel de subrasante, en esta excavación se procederá a restituir el pavimento en las zonas donde haya sido afectado por la excavación, de acuerdo a lo que se indica en la especificación general correspondiente.

#### 5ª Etapa

El proceso de relleno se continuará hasta que se alcance el nivel de subrasante, en esta elevación se procederá a restituir el pavimento en las zonas donde haya sido afectado por la excavación, de acuerdo a lo que se indica en la especificación general correspondiente.

Durante este proceso de excavación e instalación de la tubería se podrán excavar en forma consecutiva dos tramos de 10 m a 0.15m de longitud, según sea el caso, para

ello será condición necesaria que al iniciar la excavación en el segundo tramo, el material de relleno en el primero se encuentre a una altura igual a la mitad de la profundidad máxima de excavación de proyecto.

La excavación de un tercer tramo, sólo podrá iniciarse si se cumple que en el primer tramo el material de relleno haya alcanzado el nivel de subrasante y que en el segundo dicho relleno se haya colocado hasta una altura igual a la mitad de la profundidad máxima de excavación de proyecto.

En las zonas donde no se tenga el área suficiente para efectuar el proceso de excavación por medio de taludes, deberá efectuarse la excavación entre paredes verticales además con una estructura de contención constituida por tablonces de madera de 2" de espesor y polines también de madera de 6" x 6" funcionando como vigas madrinas y como puntales. Estos elementos se colocarán a medida que la excavación avance y se hará en la forma que se indica en el inciso IV.

IV.- Excavación entre una estructura de contención constituida por tablonces de madera, vigas madrinas y puntales también de madera.

Esta estructura se utilizará en los tramos en los que la máxima profundidad de excavación de proyecto no exceda de 4.0 m.

La excavación se realizará a cielo abierto entre la estructura de contención constituida por tablonces de madera de 2" de espesor, polines de madera de 6" x 6". La distribución de todos estos elementos se muestran en la figura N° 3.

Durante la excavación e instalación de las atarjeas deberán cumplirse las indicaciones siguientes:

1.- La excavación en el sentido longitudinal al eje del colector se realizará en forma continua sin exceder una longitud de avance de 10.0 m.

2.- El ancho de la excavación está en función del diámetro de la tubería por instalar y se indica en la figura N° 3.

3.- El talud de avance en el frente de la excavación será de 0.75:1.

4.- La colocación de la estructura de contención se realizará a medida que la excavación avance.

### 1ª Etapa

Definida el área de excavación de tramo por atacar, se excavará a mano hasta 1.50 m de profundidad con el fin de localizar las instalaciones municipales que pudiera haber, descubriéndolas para darles la protección adecuada y no dañarlas. Se continuará con la excavación y a medida que esta progrese deberán colocarse los tablonces, las vigas madrina y los puntales que conforman la estructura de contención.

Tanto las vigas madrina como los puntales deberán colocarse tan pronto como la excavación descubra sus puntos de aplicación, no debiendo continuar con este proceso si estos elementos no han sido instalados en las elevaciones especificadas.

El primer nivel de puntales se colocará a 60 cm abajo del nivel del terreno natural; el segundo nivel se instalará a una distancia  $L/2$  siendo «L» la distancia entre el primero y el tercer nivel; este último nivel se colocará a 30 cm arriba de la elevación donde quedará instalado el lomo de la tubería de proyecto. Véase figura N° 4.

La separación de los puntales en el sentido longitudinal de las atarjeas será de 2.0 m según se indica en la ya mencionada figura N° 4.

### 2ª Etapa.

Se proseguirá la excavación hasta alcanzar la máxima profundidad de proyecto, inmediatamente después, se colocará una plantilla de grava o tezontle de 10 cm de espesor, la cual deberá compactarse manualmente con pisón metálico.

### 3ª Etapa.

Se procederá a colocar y a unir las secciones de tubería correspondiente al tramo excavado.

#### 4ª Etapa

Una vez colocada la tubería en su posición definitiva, se procederá a rellenar con material areno-limoso tipo tepetate.

El material de relleno se colocará de acuerdo a las indicaciones de la especificación general para rellenos en zanja.

#### 5ª Etapa.

Conforme avance el relleno se iniciará la extracción de todos los elementos que integren la estructura de contención. Los puntales se retirarán cuando el relleno alcance sus puntos de aplicación.

#### 6ª Etapa

El proceso de relleno se continuará hasta que se alcance el nivel de subrasante. En esta elevación se procederá a restituir el pavimento en la zonas donde haya sido afectado por la excavación, de acuerdo a lo que se indica en la especificación general correspondiente.

#### Control de Filtraciones

El agua producto de las filtraciones que se presenten durante la excavación en cada uno de los procedimientos descritos, se controlarán por medio de pequeños tramos rellenos de grava para evitar el arrastre de finos, construidos a lo largo del eje longitudinal de la excavación comunicados entre sí por medio de zanjas y desde los cuales se extrae el agua a través de bombas autocebantes.

La extracción del agua se deberá realizar con un numero suficiente de bombas de tal manera que el fondo de la excavación permanezca siempre estanco.

Notas importantes.

1.- Tiempo a transcurrir desde que se inicie la excavación hasta alcanzar la profundidad máxima de proyecto será el que de indica a continuación:  
Procedimiento de excavación.

I.- Excavación a cielo abierto entre paredes verticales, en un tramo de 15.0 m.  
Tiempo máximo en horas 8

II.- Excavación a cielo abierto por medio de taludes cuya inclinación será 0.25:1, en un tramo de 15.0m.

Tiempo máximo en horas 10

III.- Excavación a cielo abierto por medio de taludes cuya inclinación será 0:5:1, en un tramo de 10.0m.

Tiempo máximo en horas 8

IV.- Excavación entre una estructura de contención construida por tablonés y polines de madera en un tramo de 10.0 m.

Tiempo máximo en horas 10

2.- El tiempo de transcurrir desde el momento en que se alcance la máxima profundidad de excavación hasta la colocación del material de relleno a nivel de subrasante, no será mayor de 12 a 16 horas, por cada tramo de longitud, respectivamente.

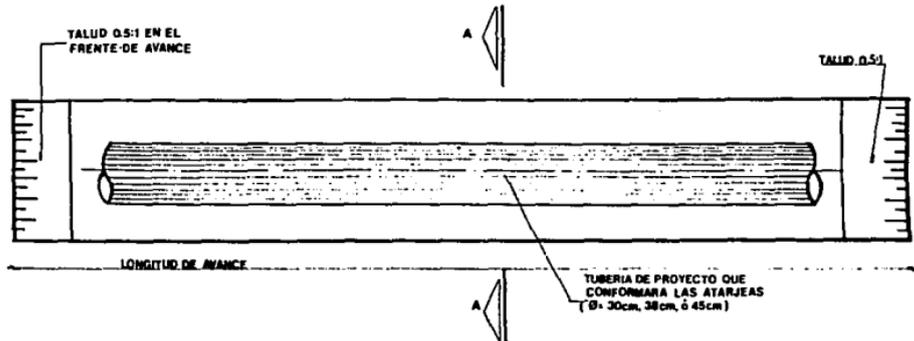
3.- Si por alguna razón el proceso de excavación, colocación de la estructura de contención (para el caso del procedimiento descrito en el inciso IV), instalación de la tubería y colocación del relleno se va a suspender por más de 24 horas, como es el caso de los fines de semana, no deberá excavarse mas del 50% de la profundidad de proyecto, en el caso de que la excavación se encuentre en su máxima profundidad, por ningún motivo deberá quedarse sin colocar la tubería y el relleno correspondiente.

4.- En caso de que los vehículos de tránsito deban circular por zonas cercanas a donde se harán los desvíos de atarjeas, éstos deberán hacerlo a una distancia mínima de 4.0 m a partir del hombro del talud o del paño de la excavación, según sea el caso.

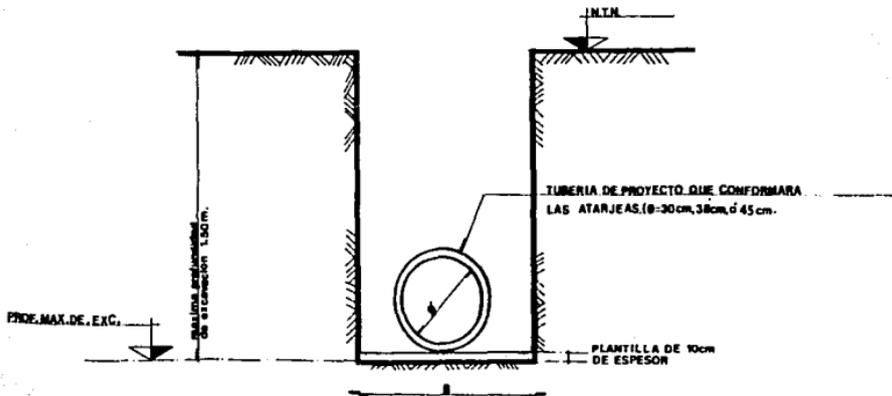
5.- Cuando por requerimientos del proyecto, la zanja en la que se instalarán las

atarjeas se tenga que hacer a una distancia menor de 3.0 m con respecto a los paramentos de las edificaciones, se deberá consultar a ISTME con el fin de obtener las indicaciones para poder efectuar la excavación más conveniente.

La distancia de 3.0 m será medida a partir del hombro del talud o del paño de la excavación.



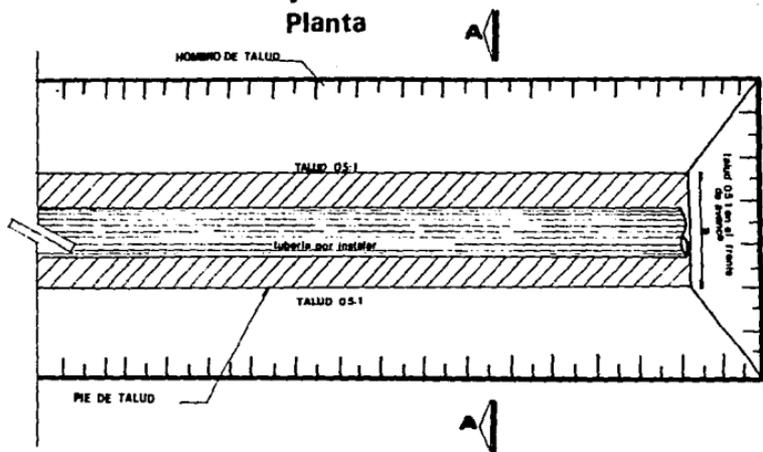
### Excavación entre paredes verticales



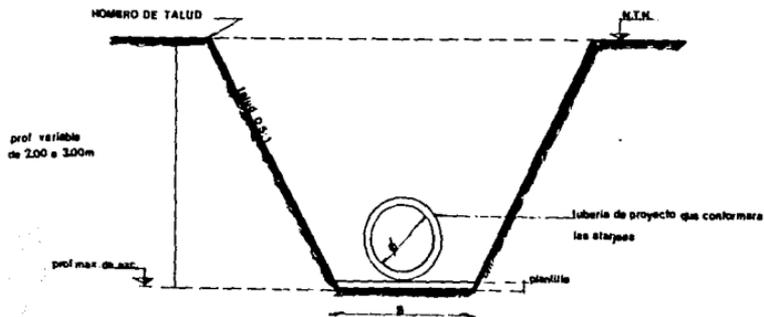
NOTA:  
para  
Ø: 30cm. B: 75cm  
Ø: 38cm. B: 80cm  
Ø: 45cm. B: 110

Corte A - A

FALLA DE ORIGEN



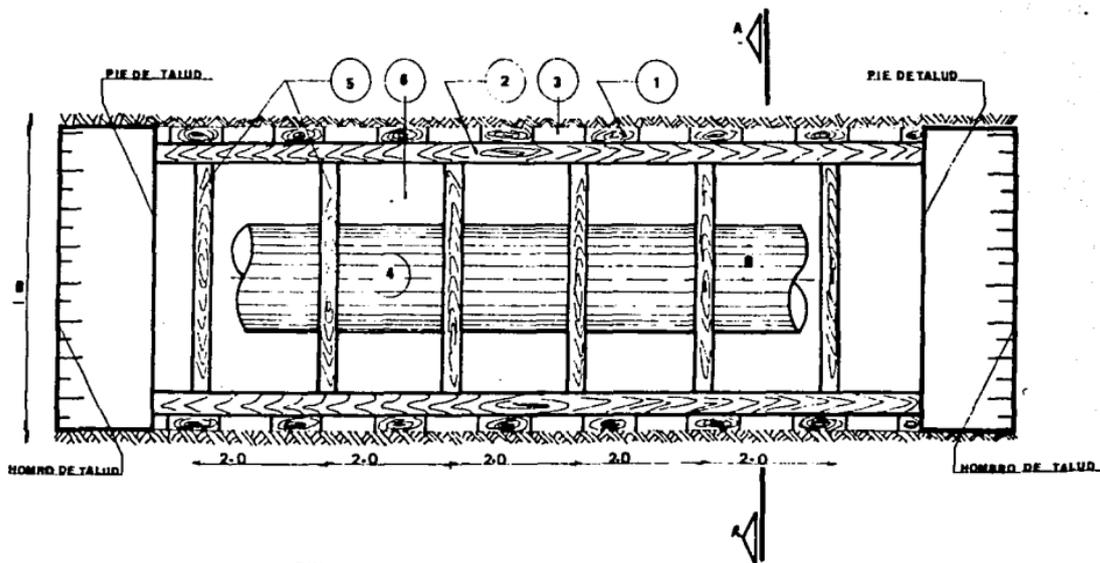
### Excavación entre taludes laterales



**Corte A - A**

# Estructura de contención

## Planta



### SIMBOLOGIA

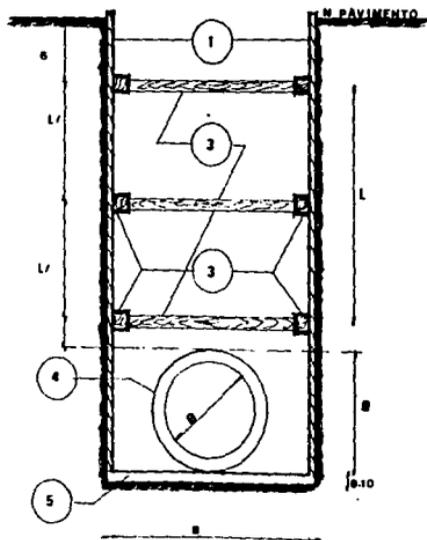
- ① TABLONES DE MADERA DE 2" DE ESPESOR
- ② VIGAS MADRINAS: POLINES DE MADERA 6x6"
- ③ ESPACIO VACIO EQUIVALENTE AL ANCHO DE UN TABLON
- ④ TUBERIA QUE CONFORMARA LA ATARJEA
- ⑤ PUNTALES: POLINES DE 6x6"
- ⑥ PLANTILLA

### NOTA:

- 30 cm
- 38 cm
- 45 cm

### SI:

- B: 136 cm
- B: 146 cm
- B: 156 cm



Corte A - A

SIMBOLOGIA

- ① TALONES DE MADERA DE 2" DE ESPESOR
  - ② VIGAS MADRINAS POLINES DE 6"x6"
  - ③ PUNTALES POLINES
  - ④ ATARQUEA DE PROYECTO 6"x6"
  - ⑤ PLANTILLA DE GRAVA O TEZONTLE
- B ANCHO MAX. DE ZANJA

#### IV.-3. Punteo de cables de Teléfonos de México que interfieran con la construcción del cajón de la línea B del metro.

En este escrito se mencionan los lineamientos a seguir para efectuar el punteo de los cables de Teléfonos de México que cruzan con el cajón de la línea B del metro, a base de una estructura metálica conformada por un troquel de celosía, una sección tubular compuesta por dos medias cañas y cables tipo cobra.

##### Punteo de los cables de teléfonos.

A continuación se indica el procedimiento que se deberá aplicar para el punteo de ductos de TELMEX, cumpliendo con las siguientes características:

Nº de Ductos	Diam. de la Sección media caña
1 a 5	12"
6 a 10	20"

Definida la trayectoria de los ductos, se procederá a efectuar la excavación entre taludes 0.25:1, a partir del nivel de terreno natural hasta alcanzar el nivel de desplante del banco de ductos.

En cuanto se descubran las cajas que contienen los cables se procederá a la demolición de éstas, colocando inmediatamente un troquel en la superficie constituido por 4 ángulos de 4" x 3/4" de 50 cm. La longitud del troquel de celosía será variable y se adaptará el claro máximo de 16.0 m más longitud de apoyo.

Realizada la demolición de las cajas que contiene los cables, se procederá a la introducción de éstos en una sección tubular compuesta por 2 medias cañas, unidas lateralmente por bisagras y acondicionadas con orejas en su otro extremo. Cuando las medias cañas se ensamblen para formar la sección tubular, se sujetarán las orejas por medio de tornillo y tuerca, se sujetarán las orejas por medio de tornillo y tuerca. La sección tubular que contiene a los cables de TELMEX se sostendrán por medio de cables de acero con alma de fibra, tipo cobra de 1/2" de diámetro y templadores de 1/4" (R-230), colocados a cada 1.50 m. Ver figuras 5, 6 y 7.

Una vez que los cables de teléfonos se encuentren puenteados en su totalidad se podrá continuar con el proceso de excavación y construcción del cajón del metro, siguiendo para éllo los lineamientos indicados en la especificación correspondiente.

## Notas Importantes.

1.- Los muros tablestaca en la zona de los cables de TELMEX se construirán de acuerdo a la especificación correspondiente.

2.- En la zona de cruce de los ductos de TELMEX con el cajón metro, la excavación se efectuará siguiendo las indicaciones de la especificación correspondiente de cada tramo o estación.

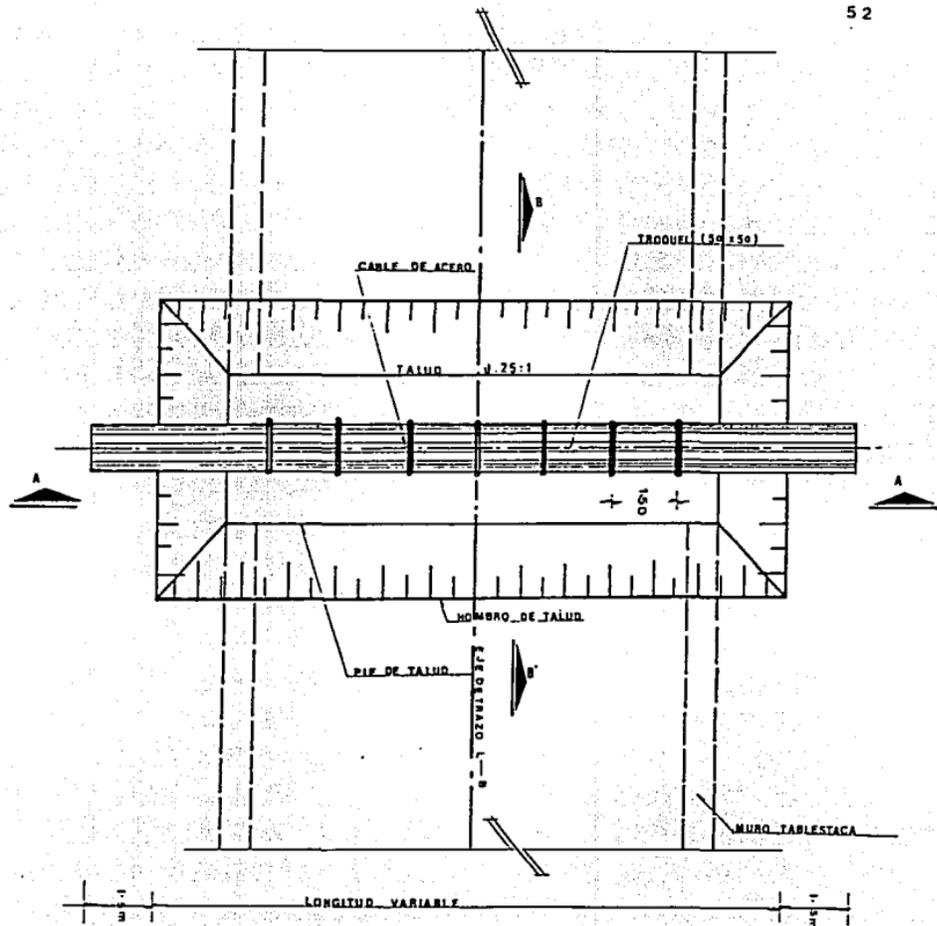
3.- La excavación por realizar en las cercanías a la estructura de puenteo deberá efectuarse con precaución con el propósito de no golpearla y evitar problemas de inestabilidad de la misma.

4.- El troquel que se empleará en el puente y que estará ubicado en la superficie, deberá apoyarse en sus extremos cuando menos 1.50 m sobre el terreno natural.

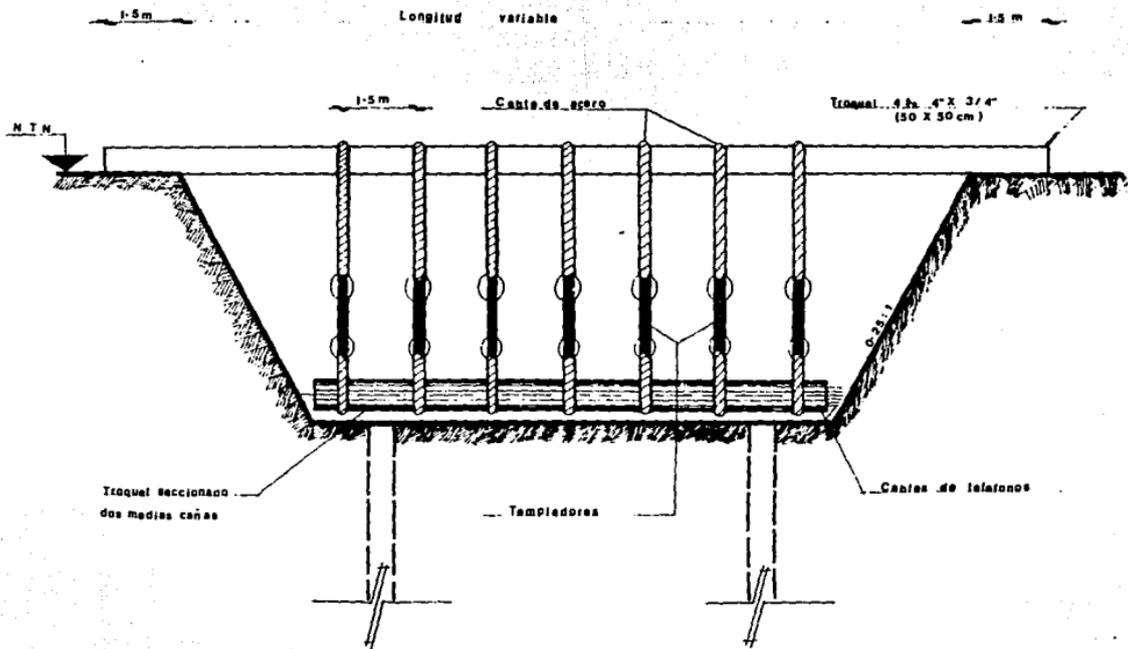
5.- La estructura del puenteo se podrá retirar, cuando se haya construido la losa de techo del cajón del metro y el relleno sobre la misma alcance el nivel de desplante del ducto.

Planta

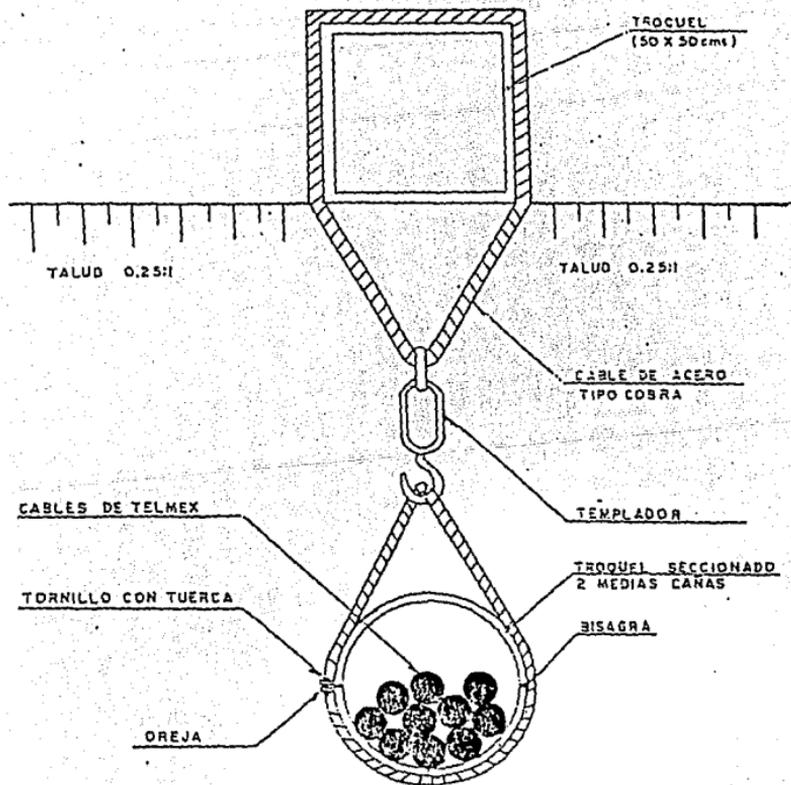
FIG 5  
52



FALLA DE ORIGEN



Corte A - A



CORTE B-B'

DIBUJO ISOMETRICICO

FIGURA No. 3

54

**V. PROYECTO GEOMETRICO DE LA  
ESTACION GARIBALDI DE LA LINEA B  
DEL METROPOLITANO.**

# **PROYECTO GEOMETRICO DE LA ESTACION GARIBALDI**

Una vez seleccionado el recorrido de una nueva línea del metro, se procederá a realizar el proyecto Geométrico, que es el estudio base para la elaboración de los proyectos ulteriores.

El proyecto Geométrico es el dimensionamiento de espacios longitudinales y transversales para libre circulación de los trenes en una línea y está constituida exclusivamente por los siguientes proyectos.

- 1.- Proyecto de trazo
- 2.- Proyecto de perfil
- 3.- Proyecto de gálibos
- 4.- Proyecto de dimensionamiento y localización de rejillas de ventilación natural.

## **V.1 Trazo**

El trazo definitivo de una línea del Metro, deberá ser el resultado de los análisis y estudios de cada uno de los elementos implicados en la solución a los problemas que generará la ruta a seguir entre otros:

El cruce con instalaciones municipales o especiales (ductos de gas, de alta tensión, etc.)

Asentamientos humanos

Tránsito vehicular

Condiciones del subsuelo

Afectaciones

Topografía del terreno, así como los problemas que alteren las condiciones de operación del propio sistema.

## V.2.- DE PERFIL

El proyecto vertical, parte integrante del análisis geométrico en las líneas del Metro de la Ciudad de México, es el que define la posición que deberá tener el perfil para librar las diferentes interferencias existentes, y planear las necesidades para las obras futuras. Deberá tomarse en cuenta que el proyecto proporcione confort al usuario, conservación del material rodante y facilidad en las etapas constructivas.

## TIPOS DE SOLUCION

Para estudiar y definir el tipo de solución óptima se requiere la siguiente información:

- 1.- Trazo
- 2.- Perfil estatigráfico sobre el trazo
- 3.- Instalaciones municipales como son los colectores y tubería de agua potable.
- 4.- Líneas eléctricas de alto voltaje de la Comisión Federal de Electricidad.
- 5.- Ductos de Petróleos de México.
- 6.- Cruce con líneas del Metro actuales y futuras
- 7.- Vías de ferrocarril
- 8.- Soluciones viales.

### V.3.- TRAZO DE GALIBOS

Tienen como objetivo definir la geometría de la estructura que permitirá el paso del equipo rodante y del personal de mantenimiento y para el buen funcionamiento del sistema.

El gálibo es el espacio libre que se requiere para la circulación del material rodante, su sistema de vías e instalaciones electromecánicas.

El proyecto de gálibos debe ser el resultado del estudio y análisis de cada uno de los espacios requeridos por el tren para su operación; estos estudios son los siguientes:

- a) Especificaciones de trazo-perfil y operación
- b) Dimensionamiento estático y dinámico debido al tren
- c) Sistema del vía.
- d) Elementos de instalaciones electromecánicas, hidráulicas y ventilación.
- e) Tipo de solución constructiva del tramo.

### V.4- DIMENSIONAMIENTO Y LOCALIZACION DE REJILLAS DE VENTILACION NATURAL.

La ventilación tiene como fin reemplazar el aire contaminado y sobrecalentado, con aire fresco del exterior y evitar el malestar debido a la humedad condensada, dando confort al usuario. Si la temperatura del aire interior es superior a la temperatura ambiente y si existe una comunicación con el exterior se produce espontáneamente la ventilación natural.

La renovación natural del aire en la solución del Metro tipo subterráneo, es consecuencia de la diferencia de densidades entre el aire del interior y el aire del exterior.

Cuando no hay regulación la entrada del aire se efectúa al azar; para evitar ésto, dentro de las etapas inherentes al proyecto geométrico está el análisis de la distribución de las áreas de ventilación.

## **VI. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO**

## **VI.I.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO**

### **GENERALIDADES.**

Como su nombre le indica la estación se define como el lugar de parada del tren para el ascenso y descenso de los pasajeros. Los pasajeros entran y salen del sistema de Metro a través de las estaciones en calidad de usuarios.

Es usado también como transferencia a otros medios de transporte, comunicándose uno con otros a través de pasarelas, plazas, etc. El cadenamiento de las diferentes sistemas de transporte se da en un sentido y en otro, hasta que el usuario llega a su destino.

Un elemento importante en la estación es el tren en su aspecto espacial, dimensiones, longitud, altura, cupo de pasajeros, frecuencia de paso, el tiempo de permanencia en las estaciones, velocidad de llegada y salida, etc.

Otro es el personal de operación, que hace funcionar todo el sistema administrativo y mecánico proporcionando luz, ventilación, comodidad ambiental, información y seguridad.

Del usuario se derivarán los problemas de movimiento y encauzamiento de grandes masas, las cuales habrá que calcular, para ver si los espacios que se proponen son suficientes o no. También se generarán los problemas de la división de flujos de usuarios en una dirección y en la otra, considerándose no interferir con el funcionamiento del personal de servicios.

Del tren se definirán las dimensiones de los andenes, las pasarelas para cambio de vías, los vestíbulos de espera y el volumen general de la estación. Estas dimensiones también están en función de los requerimientos electromecánicos que representan las subestaciones, locales técnicos y cuartos de tableros, espacios para la ventilación mayor, escaleras mecánicas, torniquetes, taquillas, oficinas para empleados, abastecimiento de agua y servicios sanitarios, control e información.

# CLASIFICACION DE ESTACIONES

## POR SU FUNCIONAMIENTO EN LA RED.

Por la función que desempeñan dentro de la red general del sistema de líneas del Metro, las estaciones se pueden clasificar en tres grandes grupos:

- 1.- De paso
- 2.- De correspondencia
- 3.- Terminales.

### Estaciones de paso

Son aquellas que se encuentran en puntos intermedios de las líneas y se ubican de acuerdo con premisas de operación, posibilidades y disponibilidad de áreas adecuadas y de mejor opción de servicio a los usuarios.

### Estaciones de correspondencia

Son aquellas que se encuentran en el cruce de dos o más líneas del Metro y tienen como características primordial, permitir a los usuarios cambiar de línea en dos o más direcciones sin necesidad de pago de cuota adicional pudiendo así efectuar el recorrido indefinido de todo el sistema pasando de una a otra línea.

Este tipo de estaciones puede existir entre dos de paso y entre una estación de paso y una terminal.

### Estaciones terminales

Son aquellas que como su nombre lo indica están al final del trayecto.

Las terminales pueden ser provisionales o definitivas de acuerdo a la forma en que se desarrollen las líneas, dado que en algunos casos se construyen por tramos únicamen-

te; éstos necesitarán una terminal a cada extremo por corta que sea la longitud de la primera etapa.

Las terminales requerirán de instalaciones adecuadas y estacionamiento de convoyes para la operación del Metro. Para el caso de las terminales provisionales dichas instalaciones se reducirán al mínimo.

Estas estaciones podrán ser a la vez correspondencia.

### Solución en cajón subterráneo

Como su nombre lo indica son aquellas estaciones que se construyen bajo tierra y se dividen en tres grupos según su profundidad: en cajón, semiprofundo y en túnel.

**En cajón.** Se denominan así aquellas estaciones en que se hace una excavación a cielo abierto para ser cubierta después por una estructura, sobre la cual se asienta un relleno suficiente grueso como para permitir el paso de instalaciones urbanas. Sobre el relleno y el pavimento correspondiente se establecerán los servicios urbanos (plaza, calles, camellones, etc.)

**Solución semiprofunda.** Se usa cuando la excavación a cielo abierto rebase un nivel de profundidad tal que se puedan alojar vestíbulos, comunicación con otras estaciones etc.

Usualmente el vestíbulo se encuentra en la mezzanine sobre los andenes y las estaciones se pueden localizar debajo de arroyos de circulación vehicular, plazas, terreno afectados etc.

**Solución en túnel.** Cuando la calidad del terreno y el sistema constructivo lo permitan, las dimensiones del túnel pueden ser suficientemente amplias para alojar en él las vías y los andenes.

Las posibilidades de variación del nivel del túnel y la subrasante con respecto al nivel de calle y su propio diámetro deberán estar de acuerdo con los estudios de mecánica de suelos y con el diseño estructural.

Esta solución consistirá ya sea en dos túneles paralelos separados que alojen cada uno de ellos una sola vía y su andén correspondiente, en dos túneles adosados con apoyo central, o bien en un sólo túnel de mayor diámetro que abarque las dos vías juntas con los andenes laterales.

## Solución Superficial

Cuando por características del contexto urbano y estudios de factibilidad de la línea, se permita una circulación de los convoyes del Metro a nivel superficial y con vías a la intemperie, surgirá la clase de estaciones denominadas superficiales, pudiendo presentarse gran variedad de soluciones arquitectónicas para resolver el acceso a estos andenes superficiales.

Dentro de este concepto se distinguirán dos clases: a nivel superficial, y en tajo.

**A nivel superficial.** Cuando el nivel de vía se encuentre al mismo nivel que el de la calle o ligeramente arriba o debajo de ésta.

**Solución en tajo.** Cuando el nivel de la subrasante se encuentre a 1.50 m o más de profundidad con respecto al de la calle.

**Solución en viaducto elevado.**

Como su nombre lo indica estas estaciones se encuentra a un nivel o mas sobre el nivel de la calle, o sea que la principal característica es que permiten la circulación de otros vehículos, o del propio Metro, peatones, etc. dejando entre ellas un gálibo vertical mínimo de 5.00 metros.

Como en el caso de las otras estaciones su designación obedece al nivel de la subrasante y a la relación directa que éste tiene con el nivel de andenes y la calle.

## ASPECTOS URBANOS

Las estaciones quedan íntimamente relacionadas con la urbe a través de sus accesos y salidas ya que crean enormes influencias viales en las áreas de transferencia que se generan.

Existen aspectos urbanos relacionados en su totalidad con la línea en lo referente a las estaciones, los cuales son estudiados en otras normas relacionadas con el plan rector, el plan de vialidad y transporte y el plan rector del Metro en lo particular y que ameritan un estudio de transporte dentro de la urbe.

Por otra parte, ya dentro de la ubicación de una estación se presentarán problemas; cruces viales, estaciones temporales de autobuses, taxis y otros vehículos de transporte, paraderos de automóviles particulares o estacionamientos permanentes de éstos y los movimientos peatonales que implica esta área de transferencia en donde existirán tres tipos de tráfico: el puramente vehicular, el vehicular-peatonal y el puramente peatonal.

Otro grupo de problemas que presenta la estación estará relacionado con el uso del suelo en las proximidades de una estación; el hecho de que una estación de Metro esté próxima a una estación de autobuses foráneos o a un puerto aéreo puede acarrear grandes problemas. La cercanía con lugares grandes aglomeraciones, mercados, centro comerciales, estadios, etc. también tendrá gran influencia en el proyecto de la obra urbana exterior.

## UBICACION DE ESTACIONES

La ubicación de estaciones dentro de una línea es objeto de estudios de transporte junto con los de densidad de población y los estudios de origen y destino. En general, se ubicarán cerca de intersecciones de calles o por donde circulen líneas de transporte de autobuses o rutas de colectivos, con objeto de captar pasajeros.

Se considera que el espaciamiento entre estaciones puede fluctuar entre 600 m y 1,400 m dependiendo de estudios de transporte y de las características del material rodante que se seleccione, el cual dará sus propias restricciones de operación.

Otro factor definitivo en la ubicación de estaciones es el estudio de las instalaciones urbanas que interfieran con la estación y los problemas de tráfico que puedan causar.

# PLANTA GENERAL

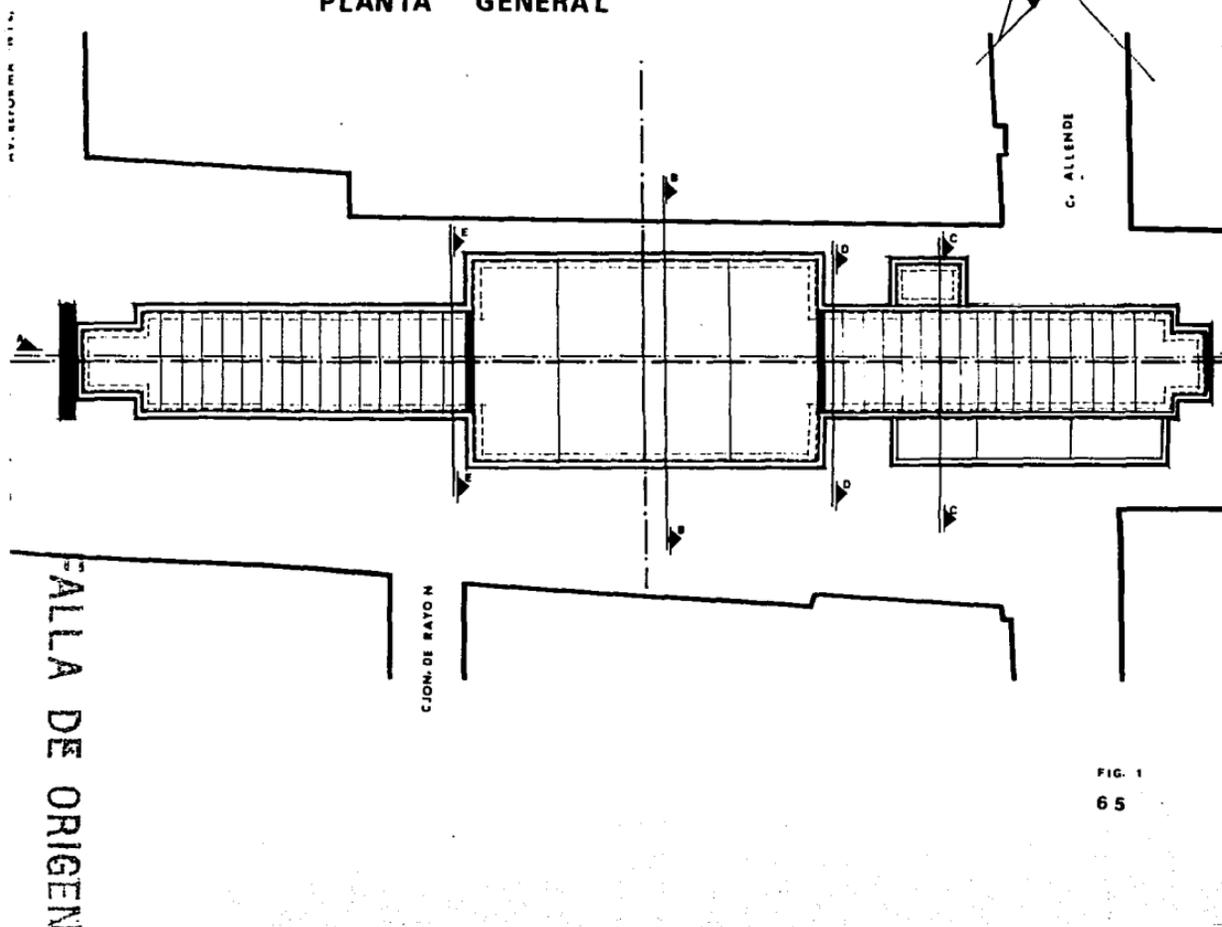
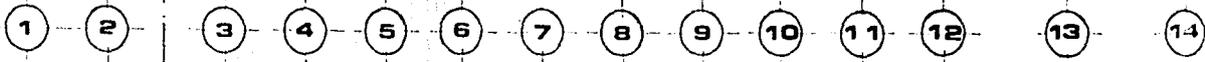
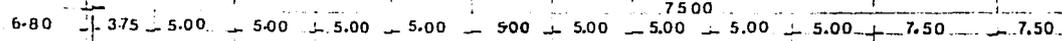


FIG. 1  
65

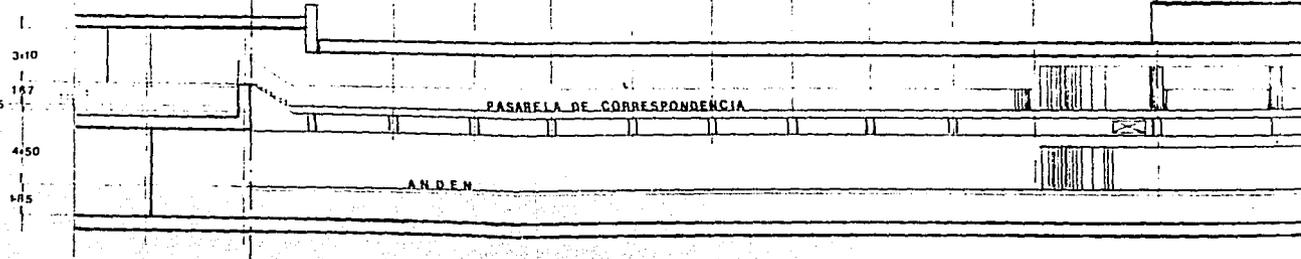
CABECERA DE

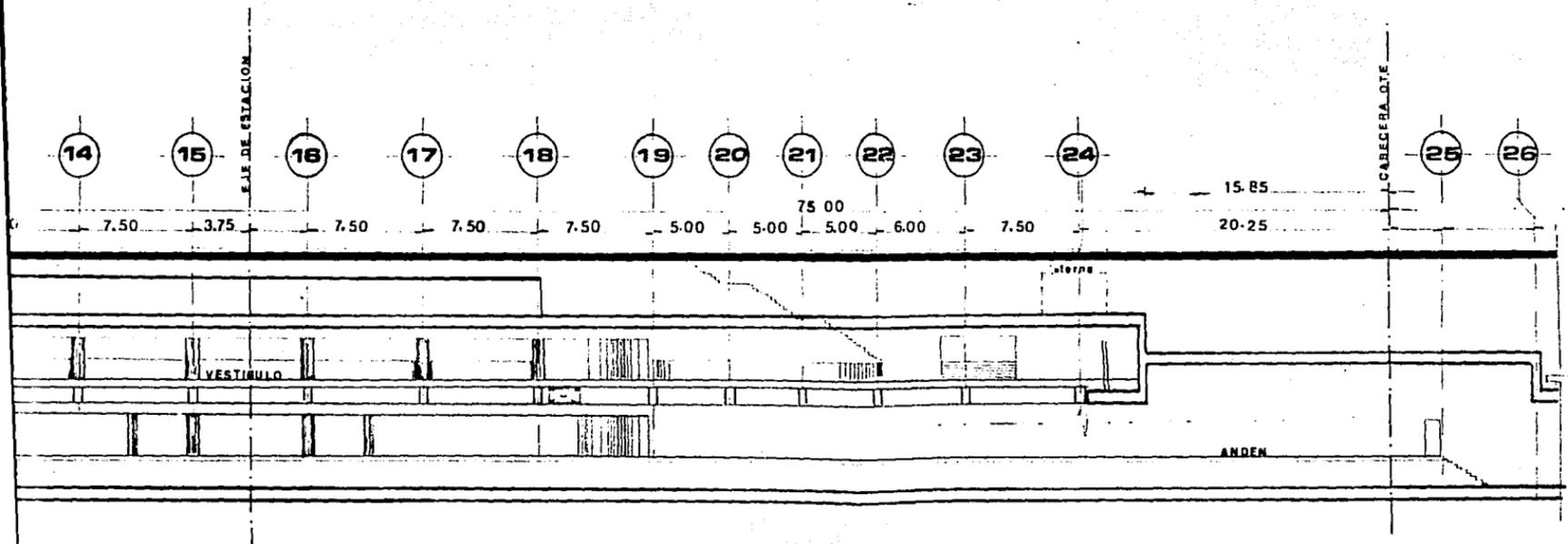


NB APPROX  
30.00



NPT PASARELA 24-46  
NPT VESTIBULO 22-39 22-79  
NTC 10-75  
NPT ANDEN 18-29  
16-14  
SUBRASANTE



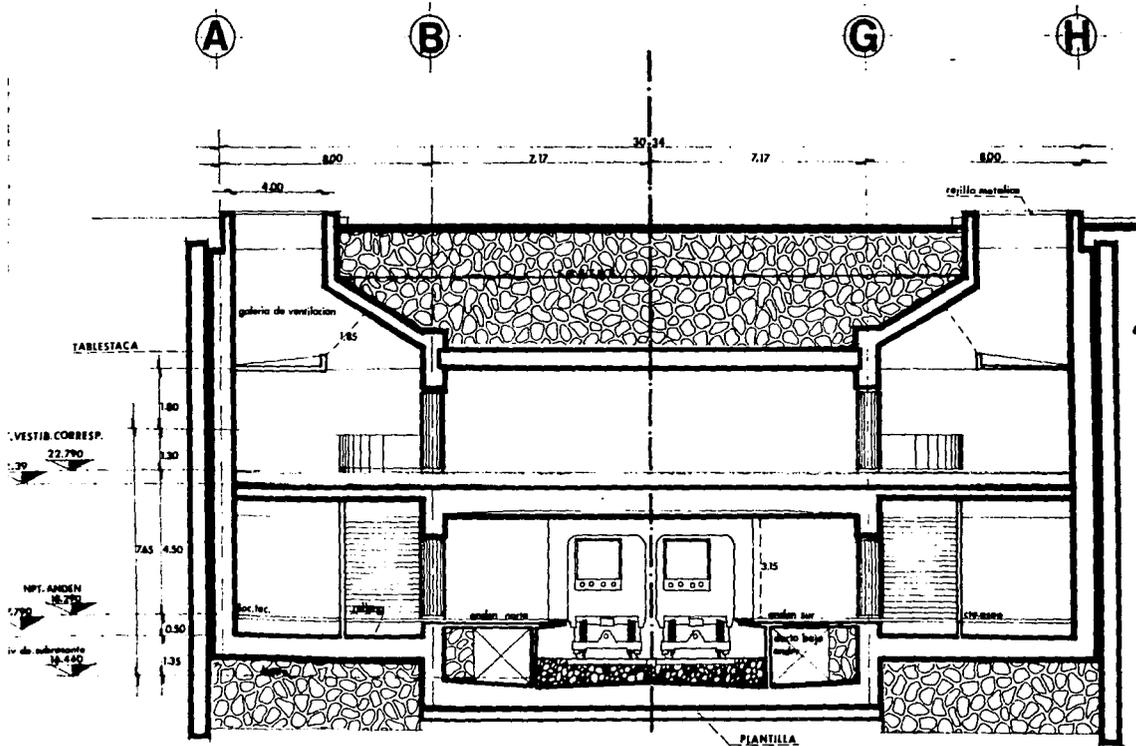


CORTE A A

ESC. 1:200

FIG 2

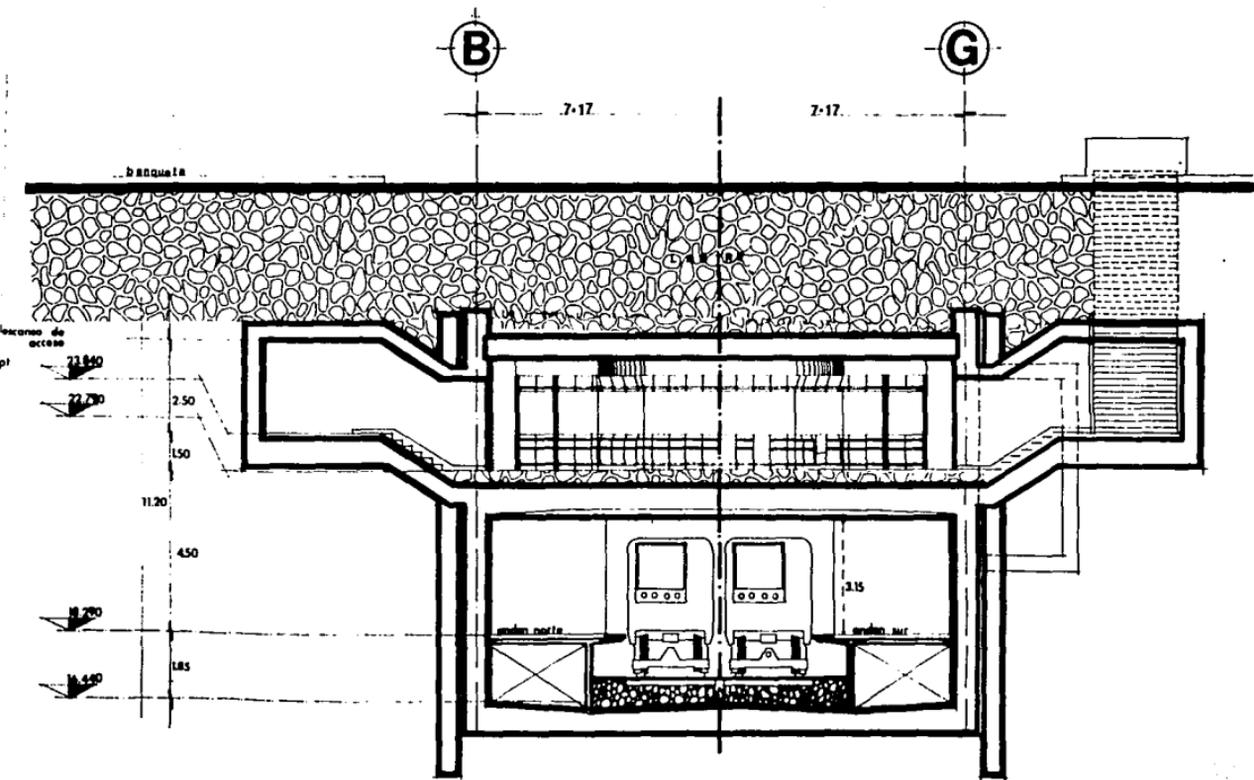
66



CORTE B - B

ESC 1:100

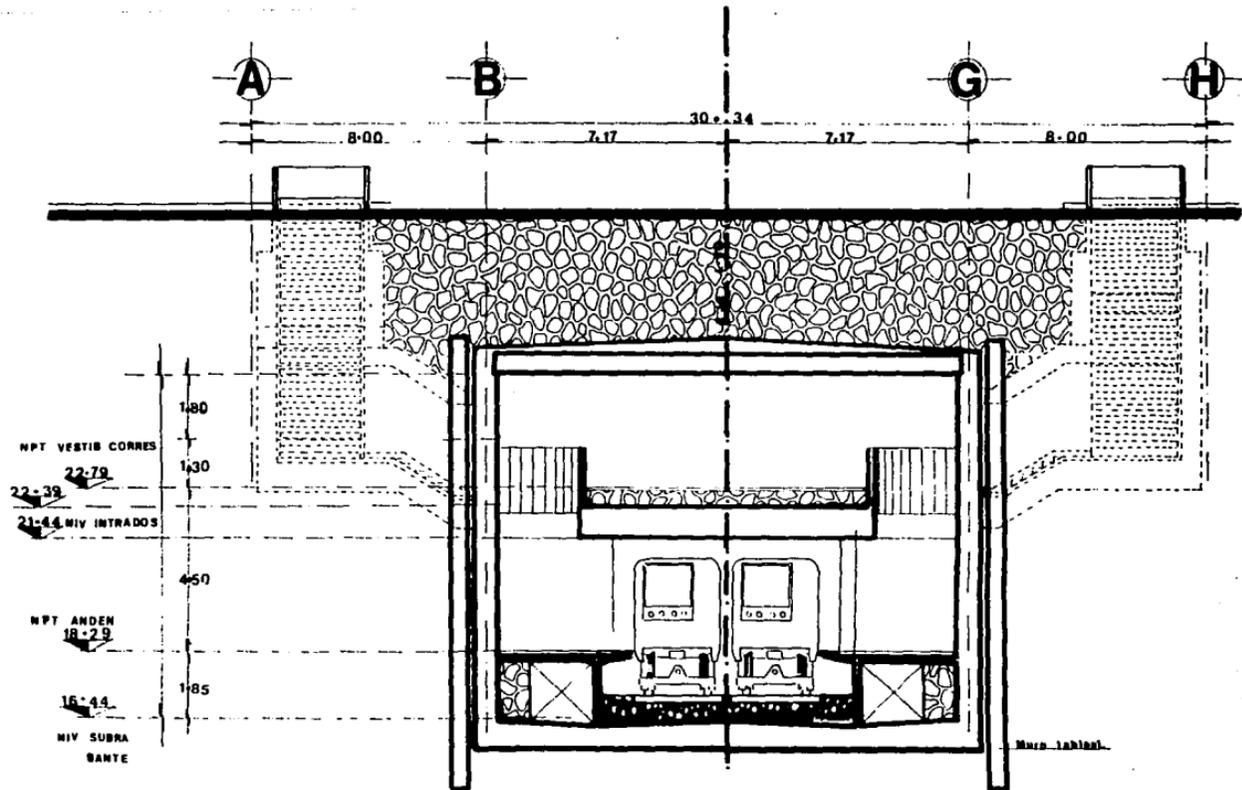
FIG. 3



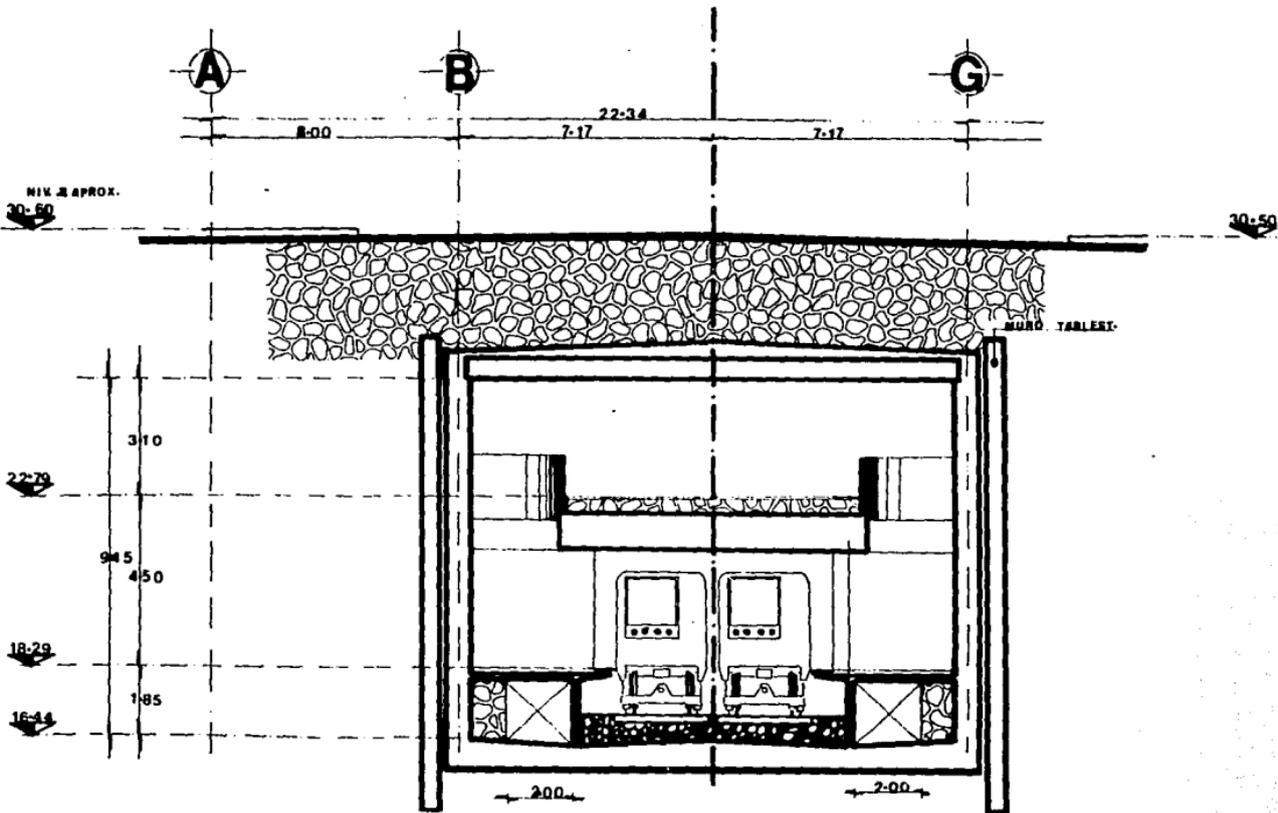
CORTE C - C

ESC 1:100

FIG 4



CORTE D - D ESC 1:100



CORTE E-E

ESC 1:100

VI-2 Construcción de brocales en las zanjas donde se alojarán los muros tablestaca de los tramos subterráneos de la línea B del metro.

Los brocales tienen la finalidad de retener el material de relleno suelto localizado superficialmente y servir de guías a las herramientas de excavación de los muros colados del cajón. Para cumplir adecuadamente con esta última función es necesario que exista un espacio libre entre brocales, de 65 cm. (para muros de 60 cm de espesor).

Para construir estos brocales habrá que excavar primero la parte superior de las zanjas donde se van a alojar los muros, hasta una profundidad variable de acuerdo con el espesor de los rellenos, pero no menor de 1.50 m ni mayor que la profundidad a la que se encuentra el nivel freático. La profundidad del faldón del brocal para cada tramo se indica en los planos estructurales correspondientes.

En virtud de que dentro de los dos primeros metros bajo la superficie, se encuentra la mayoría de los tubos ductos de los servicios municipales, la excavación de las zanjas guía deberán hacerse con precaución ya sea a mano o con maquinaria, para no dañarlos. Los brocales son piezas en forma de ángulo recto o «delantales» de concreto, colados en el lugar. Su refuerzo y separación aparecen en el plano de brocales del departamento de estructuras para colar las ramas verticales o faldones de él o los brocales se tienen que cimbrar. La cimbra de un lado se apoyará contra la del otro por medio de puntales, de manera que se eviten las irregularidades o los abolsamientos. Los puntales serán polines de madera de sección cuadrada de 10 x 10 cm y se colocarán a cada 2.0 m de separación en sentido horizontal. En el sentido vertical se colocarán en dos niveles cuando la altura del brocal sea de 1.50 m y en tres niveles cuando sea mayor.

Las ramas horizontales de los brocales, constituyen pequeñas losas sobre las cuales se podrán rodar las máquinas de excavación. El ancho mínimo de estas ramas horizontales será de 0.50 m pero podrán modificarse a criterio de la supervisión de acuerdo con las condiciones que el brocal quede bien apoyado sin peligro de voltearse durante la excavación.

Una vez que se han colado los brocales y las zanjas han quedado libres de estorbos,

se deberán colocar compuertas de madera o de acero para asilar tramos de zanja guía correspondiente a la longitud del tablero del muro que se va a construir.

La longitud de la zanja aislada será igual a la del muro por construir y su valor se indica en los planos estructurales correspondientes a cada tramo.

Cada tramo aislado por las compuertas se llenará enseguida con fluido estabilizador (ver especificación general correspondiente), hasta hacerlo coincidir con el nivel de aguas freáticas. Este mismo nivel del fluido deberá mantenerse durante todo el proceso de excavación y colado posterior.

Los brocales se construirán en las zonas jardinadas y de afectaciones, en las zonas donde existe pavimento, la construcción de los brocales estará supeditado a juicio de la supervisión.

## **VI-3 El Fluido Estabilizador a Utilizarse en el proceso constructivo de muros de concreto colocados en zanja para la construcción de la línea B del Metro.**

### **I. Aspectos Fundamentales**

Las paredes de las zanjas que se excavan para construir dentro de ellas los muros de concreto reforzado colados en el lugar, no son estables por sí solas, para evitar que sus paredes se derrumben se ha adoptado la técnica de estabilizarlas con un fluido, de acuerdo con su función, de aquí en adelante se denominará a este «fluido estabilizador».

Las finalidades principales de un buen fluido estabilizador para emplearse en la construcción de muros colados en el sitio, pueden sintetizarse en los dos siguientes puntos:

- 1.- Estabilizar las paredes de la zanja
- 2.- Facilitar la ejecución del colado con limpieza e integridad del muro.

La garantía de la obtención de estos dos objetivos implica ciertos requisitos mínimos de calidad del fluido estabilizador, que puede resumirse en los siguientes puntos:

- Debe ser una suspensión coloidal o sea que no se sedimente.
- Debe tener una densidad adecuada para crear suficiente presión sobre las paredes de la zanja y estabilizarla, evitando flujo plástico y derrumbes.
- El espesor de la costra (cake) no debe ser excesivo a fin de evitar que se acumule en las juntas y en el acero de refuerzo.
- Debe mantenerse limpio, libre de arena y trozos de arcilla que produzcan sedimentos, con las consiguientes bolsas de lodo y pérdida de adherencia del concreto con el acero.

Para lograr lo anterior se requiere llevar el control, mediante pruebas de laboratorio, de las propiedades fisicoquímicas de la suspensión coloidal formada.

Los límites dentro de los cuales deberán mantener los valores de dichas propiedades se encuentran al final de estas especificaciones.

## II. CARACTERISTICAS DEL FLUIDO ESTABILIZADOR.

Para que el fluido estabilizador cumpla adecuadamente su función se requiere que se forme una película impermeable en la frontera con el suelo. Si no se forma, la estabilización es precaria o se pierde. Las características de la película se pueden ver afectadas por las variaciones que sufran las propiedades del fluido o bien, por la contaminación de éste con arena u otras partículas sólidas no coloidales.

Desde el punto de vista práctico, interesa que el fluido mantenga en suspensión todas las partículas que sea posible para evitar azolves o sedimentos en el fondo de la excavación que se estabiliza.

Los valores más deseables de estas características y propiedades así como otras no comentadas ahora, pero que en ellas influyen, se dan más adelante.

## III. PROPIEDADES QUE DEBE CUMPLIR EL FLUIDO ESTABILIZADOR.

Las propiedades del fluido estabilizador deberán quedar comprendidas entre los siguientes límites:

- 1.- Viscosidad Marsh Entre 28 y 45 Seg.
- 2.- Contenido de arena Inferior a 7%
- 3.- Densidad Entre 1.03 y 1.07 grs/cm<sup>3</sup>
- 4.- Espesor de la costra (cake) Inferior a 2 mm
- 5.- P.H. Entre 7 y 8

## NOTAS IMPORTANTES

1.- De acuerdo con información proporcionada por COVITUR estas propiedades son factibles de lograrse si durante el proceso de excavación se incorpora agua para que se vaya generando un lodo «espontáneo», sin embargo deberá verificarse que estas características se presenten en todo momento.

2.- Dado que la excavación en el manto superficial y bajo el nivel freático no cuenta con el apoyo del llamado lodo arcilloso «espontáneo», deberá introducirse fluido estabilizador de las zanjas adyacentes durante el tiempo necesario para que la excavación alcance la formación arcillosa y se genere dicho lodo arcilloso. Cabe aclarar que el nivel del fluido deberá mantenerse igual al correspondiente al del agua freática.

## **ESTABILIZACION DE LAS PAREDES DE LAS ZANJAS CON LODO BENTONICO**

Las paredes que se excavarán para construir dentro de ellas los muros de concreto reforzados colocados en el lugar, no son estables por sí solas aun cuando se conserve un tirante de agua, equivalente al del nivel freático o mayor, para evitar que estas paredes se derrumben se deberá estabilizar con lodo tixotrópico.

El lodo estabilizador deberá ser una suspensión estable de bentonita sódica en agua. Se dice que es tixotrópica 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, es cuando actúa como un "sol" y no presenta esta resistencia, el paso del gel al "sol" 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 de esta. El lodo se deberá vaciar en el interior de los tableros excavados hasta alcanzar el nivel superior al nivel freático, con objeto de que genere un gradiente de presiones sobre las paredes de la excavación que ayude a detenerlas o mantenerlas estables. El gradiente además, producirá infiltraciones del lado hacia el interior de las paredes, 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 pequeño espesor de moléculas de lodo, que constituyen una verdadera membrana impermeable y resistente, conocida en la terminología inglesa como «cake»... La tixotropía del lodo de pasar del sol a gel y las fuerzas electroquímicas y de tensión capilar que se genera entre lodo y suelo en la frontera de los dos materiales durante el filtrado, contribuyen a la formación de esta película y a la adquisición de su resistencia. Esta resistencia se suma a la presión hidrostática del lodo para estabilizar las paredes de los tableros excavados.

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

- 1.- Deba formar una película permeable en la frontera con el suelo, si no se forma o si es muy gruesa y poco resistente, el lodo penetrará por los poros del suelo y no se logrará la estabilización, para garantizar la formación de la película, el lodo deberá contener una cantidad importante de bentonita sódica. Las características de la

película cambian notablemente con pequeñas variaciones en el proporcionamiento agua-bentonita o por la contaminación del lodo con arena u otras partículas sólidas no coloides.

La cantidad de bentónica sódica que deberá de contener el lodo, será tal que el lodo producido cumpla con las características que se mencionan más adelante; una proporción agua-bentónica que se recomienda tomar como base para la dosificación del lodo, varía entre 12:1 y 15:1 en peso; sin embargo la dosificación definitiva deberá ser aquella que de un lodo cuya propiedad quede comprendida dentro de los límites que se mencionan más adelante. No deberá usarse en la elaboración del lodo, bentonita cálcica ya que está reacciona con el concreto, la cual no es deseable para los fines que se persiguen para el empleo del lodo.

2.- Que la suspensión de bentonita sódica sea estable, es decir no deberá existir sedimentación o floculación de las partículas de bentonita, el lodo será 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 con mayor densidad útil en la estabilización de los tableros próximos a construcciones o sobrecargas que imponen a las paredes de la excavación esfuerzos de comprensión y de corte mayores que su propio peso.

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

Adicionalmente sera 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 de el lodo en los poros del suelo, así como el tamaño de partículas no coloides (limo y arena) que puede mantener en suspensión, están en función del límite de fluencia.

Otras propiedades importantes en la calidad de los lodos y por lo tanto en su utilización más económica son sus características físicas como mecánicas, por lo que deberán controlarse los valores correspondientes a su viscosidad, su contenido en arena, su P.H. y su volumen de agua en prueba de infiltrado.

Los límites dentro de los cuales deberán mantenerse las propiedades de los lodos, son

los siguientes:

- 1.- Viscosidad marsh Entre 10 y 15 centipoises
- 2.- Límites de fluencia entre 5 a 25 kg/20 m<sup>2</sup>
- 3.- Viscosidad marsh entre 35 y 50 seg.
- 4.- Contenido de arena Máximo 3%
- 5.- Volumen de agua filtrada máximo 20 cm<sup>3</sup>
- 6.- Densidad entre 1.03 y 1.03 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 de controlar en el laboratorio para establecer la relación de agua-arcilla recomendable y además verificarse periódicamente en las pruebas obtenidas de los lodos que se están manejando en el campo. Este control se hará con equipo especializado para estos fines.

El lodo se preparará con un mezclador de chiflón y se bombeará a los recipientes de almacenamiento que tendrán amplia capacidad para las necesidades diarias de la obra. de los recipientes se trasladará el lodo a las zanjas con una bomba centrífuga para lodos.

Mediante desarenado o regeneración y recirculación, se le podrán dar al lodo varios usos; la recirculación podrá efectuarse pasando por la planta central de fabricación y almacenamiento, o bien, mediante una batería portátil de hidrociclones, en este último caso, se puede recircular localmente de un tramo de zanja a otro, ésto será aconsejable cuando el empleo local del lodo se ubique a una distancia tal de la planta central que sea antieconómico bombearlo hasta ésta, para limpiarlo y reciclarlo.

El número de usos que se dé al lodo, está limitado al cumplimiento de las prioridades ya mencionadas, por lo que cuando el lodo haya perdido dichas propiedades deberá desecharse y utilizarse un lodo nuevo. Por ningún motivo se usarán lodos que no cumplan con las propiedades enlistadas en párrafos anteriores.

En todos los casos el nivel del lodo en la zanja o tablero estabilizador deberá quedar 1.00 m como máximo a partir del nivel del terreno. En ningún caso deberá aumentarse esta distancia.

## **VI.- 4.I PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO Y COLOCACION DE MUROS DE CONCRETO COLADOS EN ZANJA, CORRESPONDIENTES A LA LINEA B DEL METRO.**

Una vez definido el trazo de la zona donde se construirán los muros se realizará la construcción de los brocales de acuerdo con lo indicado en la especificación general correspondiente.

Realizado lo anterior, se iniciará la excavación de las zanjas que alojarán a los muros de concreto colados en el sitio. Dicha excavación deberá hacerse con equipo o maquinaria cuya herramienta de corte sea guiada, con objeto de ofrecer una amplia garantía en la verticalidad, alineamiento e integridad de las paredes de la zanja, así mismo el equipo deberá alcanzar sin problemas, la profundidad de los muros indicada en el proyecto.

Para poder cumplir con las características antes descritas, la herramienta 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.
- d) Cortará firmemente el material hincándola a presión sin sacudirla repentinamente.

Por ningún motivo deberá emplearse para la 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 (verticalidad, alineamiento etc.) podría provocar derrumbes durante la excavación.

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

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

La longitud de las zanjas excavadas que alojarán a los muros del cajón, se indicará para cada caso en los planos estructurales correspondientes al tramo en cuestión. La profundidad de excavación de las zanjas será la que se indique en los planos estructurales y de perfil correspondientes.

Durante la excavación deberá efectuarse un control de las propiedades del fluido estabilizador ; este control consistirá en efectuar las pruebas necesarias para confirmar que dichas propiedades cumplen con los límites especificados. Se llevarán a cabo por lo menos dos pruebas del fluido por cada tablero, la primera al vaciar el fluido en la zanja, y la segunda inmediatamente antes de introducir la parrilla de refuerzo.

El nivel del fluido dentro de la zanja deberá coincidir con el nivel de agua freática evitando variaciones con respecto al mismo.

Por ningún motivo deberá permitirse abatir el nivel arriba indicado del fluido estabilizador, ya que se podrían causar succiones y gradientes en el manto freático que favorezcan la desintegración y el derrumbe de las paredes.

Cuando se perciba cualquier fuga del fluido estabilizador durante las operaciones de excavación, deberán anotarse todas sus características y señalarse de inmediato en la bitácora de la obra, e inmediatamente darla a conocer al representante a fin de generar la solución correspondiente. Por ningún motivo se admitirá colar en un tramo donde se hallan percibido fugas y no se hayan tratado adecuadamente hasta asegurarse de que hayan desaparecido.

No podrá dejarse una zanja totalmente excavada y ademada con el fluido estabilizador por mucho tiempo, por lo que no deberán pasar mas de 24 horas entre el inicio de la excavación de un tablero y el inicio de su colado. Así mismo, no deberán transcurrir mas de 6 horas entre 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 excavación deberá llevarse a la que indica el proyecto en cada caso mas 20 cm.

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

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

Las juntas deberán ser tubos metálicos huecos de forma semicircular o rectangular que en cada una de sus caras tendrán la forma macho o hembra y que contendrá la banda de PVC integrada. Una parte de esta banda queda ahogada en el momento del colado y la otra parte quedará libre en el interior del tubo para ahogarse durante el colado del muro contiguo.

A la cara de la junta que quedará en contacto con el concreto, deberá aplicarse una película de grasa o un desencofrante constituido por una resina epóxica. ( Primer de compound ). o poliéster de un milímetro de espesor para facilitar su extracción posterior.

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

Una vez instaladas las juntas se procederá de inmediato a introducir la parrilla del armado dentro de la zanja con el fluido estabilizador. Las parrillas irán contraventeadas con rigidizadores como se indica en los planos de armado correspondiente y se harán descender por su propio peso por medio de una grúa, tomando las debidas precauciones con respecto a la verticalidad, el alineamiento y la profundidad.

Se deberá tener en cuenta que en la parrilla se dejen las preparaciones necesarias para posteriormente realizar la liga estructural de estos elementos con las losas, ver planos estructurales correspondientes.

No se permitirá que la parrilla flote y se deberá garantizar que permanezca en su lugar, se introducirá en la zanja y una vez colocada en su posición definitiva, se deberá fijar contra el brocal para impedir su movimiento durante el colado. Es muy importante verificar cuidadosamente que la parrilla a pesar de la tendencia a la flotación, haya quedado en su lugar y por ningún motivo se permitirá el colado del muro con la parrilla flotando o fuera de su lugar.

En caso de que durante la introducción de la parrilla y debido a la densidad del lodo se dificulte desplazamiento vertical, se recurrirá a los mecanismos necesarios para garantizar la presión necesaria para su introducción, cuidando evitar movimientos violentos que afecten la estabilidad de la zanja.

El tiempo máximo que transcurra entre el momento de introducción en la zanja 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 no es conveniente sacar y meter nuevamente la parrilla de la zanja, pues en cada operación se pueden producir caídos indeseables que afectan la estabilidad de la zanja.

Las parrillas de armado deberán habilitarse con elementos que garanticen el recubrimiento de los muros, pudiéndose utilizar para tal fin roles de concreto de 5" de diámetro, que irán fijados al acero principal por medio de varillas de 3/4", o bien con elementos similares que cumplan su función, localizadas en ambas caras de la parrilla en tres niveles equidistantes en el sentido vertical. Cada una de las parrillas llevará cuatro roles ubicados también en el sentido horizontal. Así mismo, será necesario dejar dentro de la parrilla espacios libres para el paso de las trompas de colado.

Después de colocada, centrada y nivelada la parrilla, se introducirán las trompas de colado, por tramos. Los cóples de unión de cada tramo de las trompas, deberán ser perfectamente herméticos para impedir que la succión de la columna de concreto al bajar, chupe aire o lodo del exterior. Cada tramo será de no más de 2 m de largo y tendrá un diámetro no menor de 30 cm. Al tramo que 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 se pueda descargar directamente el concreto directamente desde las ollas revolvedoras. Todo el conjunto se subirá o bajará durante el colado por lo

tanto deberá contarse con el equipo necesario para efectuar esos movimientos. Los tramos de tubo deberán ser lo suficientemente resistentes y pesados para soportar el manejo.

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

El concreto deberá ser suficiente fluido (ver revenimiento máximo en las especificaciones de concreto) para que sin necesidad de vibrarlo penetre y se distribuya uniformemente por todo el tablero. La boca de descarga de la trompa de colado no deberá quedar nunca ahogada menos de 1.50 m. En el concreto que se esté colando, para ayudar al concreto a fluir al principio, podrá desplazarse la trompa verticalmente hacia arriba y hacia abajo vigilando que permanezca siempre suficientemente ahogada en el concreto para que no exista contaminación del lodo con el concreto. A medida que el concreto fluya se agregará mas concreto a la tolva, manteniendo la columna a una altura conveniente para regular la rapidez del flujo, en esta forma, el lodo de la zanja será desplazado hacia la superficie por la diferencia de densidades 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.

Con un buen procedimiento de colado el lodo no se mezclará con el concreto, sino que este lo llevará siempre por delante hasta rebosar a un recipiente colector. También podrá irse succionando con una bomba de lodos.

El concreto no deberá ser vaciado de golpe dentro de la tolva para lograr un fluido suave continuo, y no deberán tenerse recesos o suspensiones mayores de 15 minutos.

Es necesario llevar un riguroso control de colado midiendo en forma permanente la variación del nivel de la superficie del concreto y anotándolo en un registro, con

objeto de poder decidir el retiro oportuno de los tramos de las trompas de colado y programar adecuadamente el suministro de concreto para evitar los recesos.

Se deberá utilizar el número de trompas suficiente para el colado de 6 M de longitud, debido a las pendientes que desarrolla el concreto dentro del fluido estabilizador, una vez iniciado el colado no deberán desplazarse lateralmente dentro del tablero.

Un buen procedimiento de colado representa:

- a) Tener un fluido estabilizador bajo control que cumpla con todas las características especificadas.
- b) Tener un concreto fluido (Revenimiento según las especificaciones del concreto)
- c) Dejar la trompa ahogada siempre en el concreto; no menos de 1.50 m durante el colado y asegurarse de que los coples de unión de los tramos de la trampa sean herméticos, es decir, que impidan la entrada del lodo hacia el interior.
- d) Hacer un colado continuo que por ningún motivo sea interrumpido más de 15 minutos.
- e) Evitar todo movimiento brusco de la trompa y todo vibrado y picado, ya que ello favorece la mezcla del fluido estabilizador con el concreto, dando por resultado quedades y zonas contaminadas de muy baja resistencia en el muro.
- f) Verificar durante el colado el volumen de concreto que entra en un tablero y el volumen del fluido que se desplaza y compararlo con los volúmenes calculados de acuerdo con la geometría del tablero. Si hay diferencias notables puede significar que está habiendo fugas o que hay mezcla del fluido con el concreto. Esta y otras eventualidades deberán anotarse en la bitácora, así como las medidas de emergencia que se hayan tomado para corregir cada caso.

El concreto de los muros deberá llegar únicamente hasta el nivel de proyecto indicado para cada caso en particular en los planos estructurales correspondientes.

Se recomienda agregar al concreto aditivo retardante, cuya dosificación quedará a

**criterio de la Dirección de obra.**

**Debido a que la excavación entre muros se llevará a cabo aprovechando la rigidez de éstos y sus capacidad de trabajo como tablaestacas en el sentido vertical y como losas en el sentido longitudinal, dicha excavación no podrá iniciarse hasta que hayan transcurrido por lo menos 28 días de colados los muros (para concreto elaborado con cemento tipo I ) o 14 días (para concreto elaborado con cemento tipo III) cuya decisión quedará sujeta a las especificaciones correspondientes al abatimiento del nivel freático. Para el caso de los tramos la longitud de muros será como mínimo 50m. a partir del hombro del talud de avance.**

**Durante el colado de los muros la contratista deberá llevar un control del volumen de concreto utilizando para cada tablero.**

Datos complementarios para el procedimiento constructivo de muros de concreto colados en zanja, correspondientes a la estación Garibaldi línea B del metro.

Para efectuar la excavación y construcción de la estación Garibaldi de la línea B del metro, se recurrirá al uso de muros tablestaca auxiliares los cuales formarán «celdas» en toda el área que ocupará la estación.

A continuación se presentan los lineamientos a seguir para realizar la construcción de los muros en zanja pertenecientes a la estación Garibaldi.

En esta estación se tendrán que construir muros milan auxiliares para formar celdas, por lo que al construir los muros tablestaca se deberán tener en cuenta las indicaciones siguientes:

## PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

1.- Una vez trazada el área donde se ubicarán los muros tablestaca, se procederá a realizar la construcción de brocales con base en las indicaciones descritas en la especificación general correspondiente.

2.- Para la estabilidad de las zanjas durante el proceso de excavación, se utilizará lodo bentonítico, que deberá cumplir con las indicaciones descritas en la especificación general para tal efecto.

3.- La construcción de los muros tablestaca de la estación Garibaldi, se efectuará de acuerdo con lo indicado en la especificación general correspondiente.

Los niveles de remate y de desplante de los muros tablestaca, así como su longitud y su distribución se indican en los planos estructurales correspondientes.

4.- Los muros tablestaca auxiliares se ubicarán perpendicularmente al eje de trazo en cabeceras, y perpendicular, así como paralelamente a dicho eje en la zona central con el mayor ancho, en esta estación tales muros se deberán colocar hasta alcanzar el nivel de remate indicado en los planos del proyecto estructural.

5.- Los muros tapón ubicados en las cabeceras y que cierran el área de abatimiento del nivel freático en el interior de la celda correspondiente, se construirán hasta el nivel de remate indicado en los planos del proyecto estructural.

6.- Los colectores, atarjeas y/o tuberías de agua potable de pequeño diámetro que interfieran con la construcción de los muros, deberán desviarse conforme a lo indicado en el proyecto hidráulico, en caso de que el proyecto antes citado no contemple su solución, entonces, deberá emplearse un bombeo provisional de superficies, taponeando las tuberías seleccionadas de tal forma que al iniciar la excavación para la construcción de los muros, no exista ninguna instalación hidráulica.

7.- Debido a que existen ductos con cables de fibra óptica que interfieren con la construcción de los muros tablestaca en los sitios en donde dichos ductos los crucen, se deberán construir los muros tablestaca tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

7.a) La excavación del muro tabla estaca deberá llevarse a cabo a 50 cm de separación del paño del ducto de cables de fibra óptica, tal como se muestra en la figura N° 1

7.b) El puenteo de los ductos de cables de fibra óptica se realizará de acuerdo con la especificación correspondiente. Fig. 2

## NOTAS IMPORTANTES

1.- La ubicación de tuberías de agua potable, colectores y atarjeas, así como los que quedaran fuera de servicio, se indicarán en el proyecto de obras hidráulicas correspondientes.

2.- La posición de los muros tabl estaca auxiliares, se indica en los planos correspondientes al procedimiento constructivo de la estación.

# Construcción de muros tablestaca en cruce con ductos de fibra optica

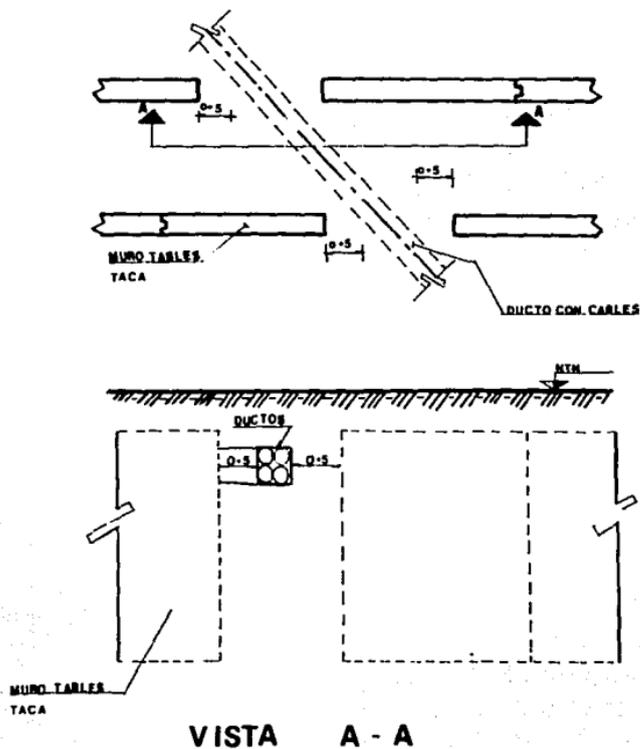
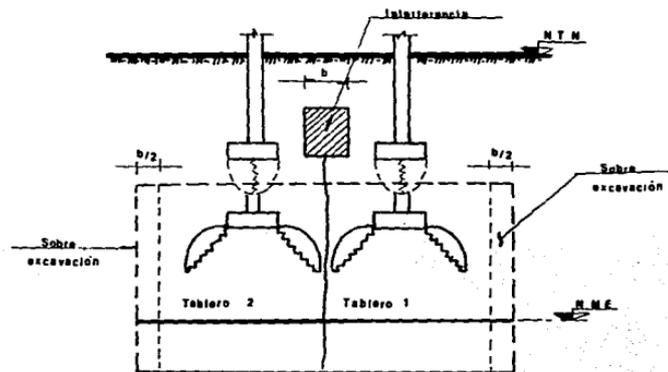
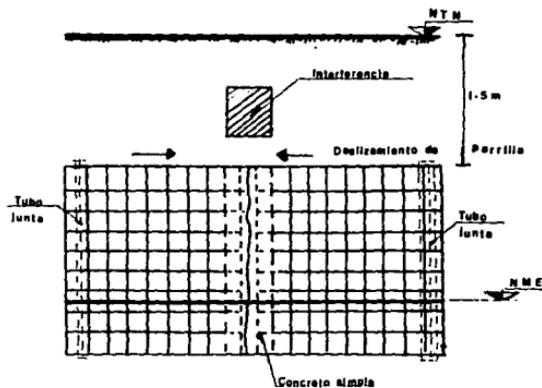


FIG 1

## Colado de tablestacas en zonas de interferencias



### Excavación bajo la instalación



### Colado de muros bajo instalación

FIG 2

3.) El puenteo de los ductos de cables de fibra óptica se realizará de acuerdo con la especificación correspondiente.

## **Procedimiento constructivo de la estación Garibaldi.**

Para efectuar la excavación y construcción de esta estación se recurrirá al uso de muros tablestaca auxiliares, perpendiculares a muros tablestaca de acompañamiento, los cuales formarán «celdas» en toda el área que ocupará la estación, la localización general de esta estructura se indica en la figura N° 1.

### **PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.**

La excavación que alojará la estructura que constituirá esta estación se hará a cielo abierto y por etapas, cada etapa de excavación estará limitada perimetralmente por una estructura de contención formada por muros tablestaca de concreto armado colados en sitio, lo cual da lugar a celdas en el área central de la estación. En el caso de los accesos a la estación, se excavarán y construirán por etapas cuyo talud de avance sera 1:1. La geometría de cada una de las etapas se señala en el plano de etapas de excavación correspondiente a esta estación.

Es importante destacar que el procedimiento constructivo para los accesos a la estación se generan en escrito por separado, por esta razón, dichos accesos no quedan incluidos en los alcances de este documento.

#### **I.- Construcción de los muros tabla estaca logitudinales y transversales.**

La construcción de los brocales que servirán de guía para la excavación de zanjas que alojarán a los muros tablestaca de acompañamiento, auxiliares, así como estructuras; longitudinales y transversales al eje de trazo se realizarán como se indica en la especificación general correspondiente. Las ramas verticales o faldones del brocal se colocarán a una profundidad tal que entre el remate de los muros citados y el faldón se tenga el traslape indicado en los planos del proyecto estructural correspondiente.

La construcción de los muros tablestaca colados en sitio se efectuará de acuerdo con la especificación general correspondiente y con la particular de la estación. Durante el proceso de excavación y colado de estos muros, se utilizará lodo bentonítico, el cual

deberá cumplir con las propiedades señaladas en la especificación general correspondiente.

Es importante mencionar, que debido a la gran profundidad del cárcamo de cabecera ote. éste deberá excavar entre muros tablestaca «Chaparros» con la configuración, así como los niveles de remate y desplante que se muestra en los planos estructurales. La parte superior de la zanja comprendida entre el nivel de remate del muro y el nivel del terreno natural, deberá rellenarse con una mezcla de tepetate-tezontle al 50% de volumen.

Los niveles de desplante y de remate de los tableros de muro, así como su longitud y distribución, se indican en los planos estructurales correspondientes.

## **ABATIMIENTO DEL NIVEL FREÁTICO**

Antes de iniciar la excavación de cualquier etapa será necesario abatir el nivel de aguas freáticas, con el fin de mantenerla estanca, controlar las fuerzas de filtración y reducir las expansiones inmediatas del fondo de la excavación, para llevar a cabo dicho abatimiento se instalarán pozos de bombeo de acuerdo con la especificación general correspondiente y con la particular de la estación.

La localización y profundidad de perforación de los pozos, así como los niveles de succión de las bombas se indican en el plano de pozos de bombeo de la estación.

Se empezará a bombear en todos los pozos comprendidos en cada etapa de excavación por atacar, durante un lapso de dos días previos al inicio de la excavación y se suspenderá este, una vez colado la losa de fondo correspondiente.

Si durante la construcción de cualquier etapa se presentan filtraciones o escurrimientos pluviales, deberán controlarse mediante la construcción de zanjas de 0.30 x 0.30 m., rellenas de grava limpia, ubicadas en la orilla de la excavación, las cuales deberán reconocer hacia cárcamos de bombeo construidos en las esquinas opuestas de la etapa de excavación, desde donde se extraerá el agua por medio de bombas autocebantes de manera que el fondo de la excavación permanezca siempre estanco.

## OBSERVACIONES GENERALES

1.- Antes de iniciar la excavación para la construcción de la estación, deberán efectuarse los desvíos correspondiente de las instalaciones municipales que interfieran con dicha excavación; de acuerdo con el proyecto del departamento de obras hidráulicas correspondiente.

2.- Se deberán colar muros tablestaca auxiliares perpendiculares y paralelos al eje del trazo de metro, formando celdas, como se indica en la figura N° 1. Estos muros tendrán el nivel de desplante y de remate indicados en los planos del proyecto estructural.

3.- Se deberá respetar la secuencia de estructuración indicada en los párrafos subsiguientes para iniciar la excavación de cada una de las celdas.

4.- Deberá respetarse el orden y la secuencia de las celdas por excavar indicada en el plano de etapas de excavación, así como lo señalado en este escrito.

5.- No se podrá iniciar la excavación de alguna celda si no se ha abatido previamente el nivel freático, de acuerdo con lo especificado en el plano de pozos de bombeo y con la especificación particular correspondiente, así mismo no se podrá iniciar la excavación si no se han colocado los tensores con la ubicación y profundidad indicada en los planos de apuntalamiento y cortes generales de la estación.

6.- La colocación de los tensores se realizará entre paredes verticales además con madera de acuerdo con lo descrito en la especificación general para la excavación y construcción de atarjeas (párrafo IV). Cabe aclarar que el ancho de la excavación será de 1.00 M., instalándose todos los tensores a 1.50 M. de las juntas entre muros tablestaca; la zanja se rellenará posteriormente con material apisonado producto de la excavación.

7.- Una vez iniciada la excavación de cualquier celda no es conveniente interrumpirla antes de alcanzar su máxima profundidad de proyecto, si por alguna razón se suspende, ya sea por fin de semana o días festivos, la profundidad en que se suspenda no deberá ser mayor de 8.0 M., habiendo colocado todos los niveles de puntales

correspondientes.

## EXCAVACION, APUNTALAMIENTO Y CONSTRUCCION.

La excavación y construcción de esta estación se llevará a cabo mediante celdas definidas por muros tablestaca de acompañamiento y muros tablestaca auxiliares, excavadas de acuerdo con lo que se señala en los párrafos subsecuentes.

En la zona de la rejilla de ventilación sur, el muro del lado exterior paralelo al eje de trazo será del tipo tablestaca estructural.

Puesto que se excavarán celdas completas no existirán taludes laterales o longitudinales al eje de trazo del metro, excepto en el caso de los accesos a la estación, los cuales se excavarán entre taludes de avance cuya inclinación será 1:1, y la máquina de excavación deberá circular lateralmente y por ende fuera de la zona de excavación; cada una de las celdas constituye en etapa de excavación, la cual una vez terminada, se deberá continuar con su estructuración. Los puntales se irán colocando conforme la excavación descubra sus puntos de aplicación, de tal manera que vaya alternando excavación y apuntalamiento.

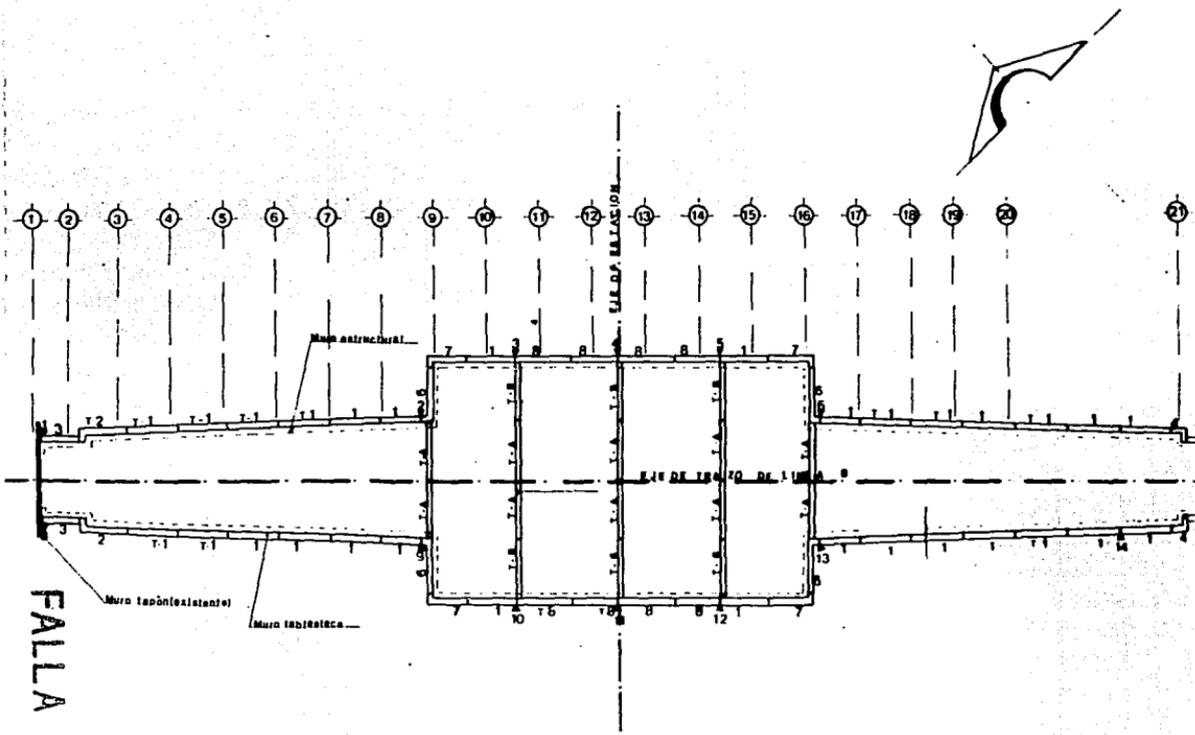
Los niveles, el tipo y la longitud de los puntales se consultarán en el plano de apuntalamiento de cortes generales de esta estación.

El tiempo máximo a emplear para efectuar la estructuración de cualquier celda será como máximo de cinco semanas, contadas a partir del momento en que se haya alcanzado la máxima profundidad de excavación.

TABLA DE LONGITUDES DE TABLESTACAS	
TIPO	LONGITUD
T-1	7.20
T-2	7.4020
T-3	5.90
T-4	3.1810
T-5	6.37
T-6	8.00
T-7	7.10
T-8	7.2250
T-A	7.67
T-B	8.00

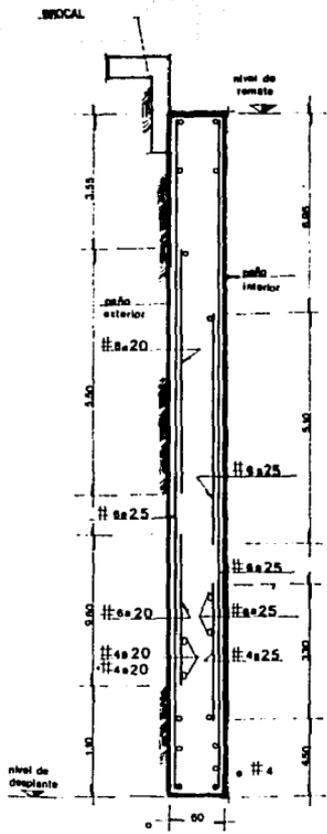
**TABLA DE NIVELES DE TIPO DE  
ARMADO PARA TABLESTACA**

TRAMO	NIVEL DE DESPLANTE	NIVEL DE REMATE	ARMADO TIPO
1 - 2	8 . 6 4	2 9 1 0	A
2 - 3	8 . 6 4	2 9 1 0	B
3 - 4	8 . 6 4	2 9 1 0	A
4 - 5	8 . 6 4	2 9 1 0	B
5 - 6	8 . 6 4	2 9 1 0	A
6 - 7	8 . 6 4	2 9 1 0	A
8 - 9	8 . 6 4	2 9 1 0	A
9 - 10	8 . 6 4	2 9 1 0	B
10 - 11	8 . 6 4	2 9 1 0	A
11 - 12	8 . 6 4	2 9 1 0	B
12 - 13	8 . 6 4	2 9 1 0	A
13 - 14	8 . 6 4	2 9 1 0	A
14 - 15	5 . 7 4	2 9 1 0	A
16 - 17	8 . 6 4	2 9 1 0	B
18 - 19	8 . 6 4	2 9 1 0	B
20 - 21	8 . 6 4	2 9 1 0	B
22 - 23	8 . 6 4	2 9 1 0	B
24 - 25	8 . 6 4	2 9 1 0	A

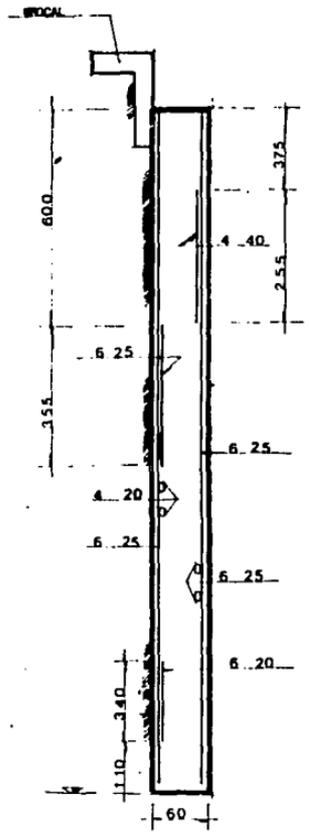


PLANTA GENERAL

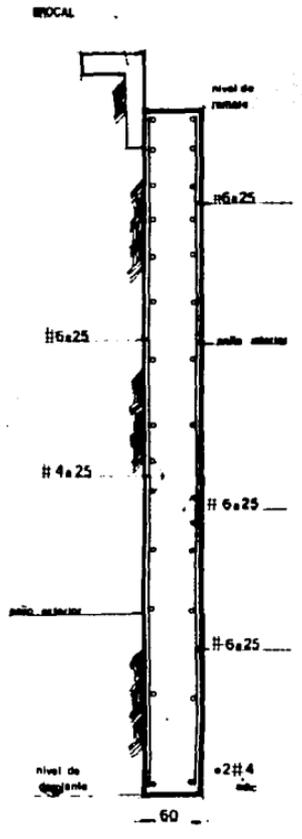
FALLA DE ORIGEN



ARMADO TIPO-A



ARMADO TIPO-B



ARMADO TIPO-C

## **VI.4.2.1 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE MUROS DE CONCRETO COLADOS EN ZANJA, CORRESPONDIENTES A LA ESTACION GARIBALDI DE LA LINEA B DEL METRO.**

Para efectuar la excavación y construcción de la estación Garibaldi de la línea B del metro, se recurrirá al uso de muros tablestaca los cuales confinarán el área que ocupará la estación.

A continuación se presentan los lineamientos a seguir para realizar la construcción de los muros colados en zanja pertenecientes a la estación Garibaldi.

### **Características Generales.**

a) Las dimensiones y características de los muros tablestaca se indican en el proyecto estructural correspondiente.

b) Los muros tablestaca tienen la función de formar una estructura de contención para contener los empujes de la masa de suelo al realizar la excavación de la estación. Los muros quedarán apoyados mediante puntales como se indica en los planos de apuntalamiento y cortes generales de la estación

En los muros donde los puntales se apoyarán diagonalmente (Pata de Gallo), se deberán dejar una preparación mediante placas metálicas, con el propósito de formar el plano de apoyo del puntal.

En el caso de la excavación, de la zona central de la estación, algunos muros tablestaca quedarán apoyados mediante un elemento a tensión el cual hará la función de un puntal. Los tensores se utilizarán en el primer nivel de apuntalamiento de las celdas que se excavarán en la primera fase y para su colocación es necesario dejar preparaciones de placas metálicas en los muros tablestaca como se indica en el proyecto estructural correspondiente.

#### Procedimiento Constructivo.

1.- Una vez trazada el área donde se ubicarán los muros tablestaca, se procederá a realizar la construcción de brocales con base en las indicaciones descritas en la especificación general correspondiente.

2.- Para la estabilidad de las zanjas durante el proceso de excavación, se utilizará lodo estabilizador, que deberá cumplir con las indicaciones descritas en la especificación general para tal efecto.

3.- La construcción de los muros tablestaca de la estación Garibaldi , se efectuará de acuerdo con lo indicado en la especificación general correspondiente.

Los niveles de remate de desplante de los muros tablestaca, así como su longitud y su distribución se indican en los planos estructurales correspondiente.

4.- Los colectores, atarjeas y/o tuberías de agua potable de pequeño diámetro que interfieran con la construcción de los muros, deberán desviarse conforme a lo indicado en el proyecto hidráulico. En caso de que el proyecto antes citado no contemple su solución, entonces deberá emplearse un bombeo provisional de superficie, taponando las tuberías seccionadas de tal forma que al iniciar la excavación para la construcción de los muros, no exista ninguna instalación hidráulica en funcionamiento.

5.- Con el fin de no dejar ventanas durante la excavación para alojar los muros tablestaca en las zonas de cruce con instalaciones municipales, donde no se haya previsto el desvío de las mismas, dicha excavación deberá efectuarse por sus costados, introduciendo la almeja en la zanja lo más cercana al ducto y en posición cerrada, abriéndola por debajo de la interferencia de tal manera de ampliar la excavación (ver Figura N°1 y 2).

Concluido lo anterior, se procederá a introducir la parrilla de refuerzo en la zanja y se deberá deslizar bajo la interferencia, hasta colocarla en su posición definitiva, para proceder al colado del tablero.

Se aplicará el mismo procedimiento para la construcción del muro que se ubicará en el otro costado de la interferencia, dejando así junta constructiva entre muros bajo el cuerpo de la instalación existente.

### NOTAS IMPORTANTES

1.- Por ningún motivo se permitirá dejar «Ventanas» en la construcción de los muros.

2.- Las instalaciones municipales que no hayan sido desviadas y que interfieran con la excavación de la estación, se deberán colgantear mediante una estructura de puenteo conforme se indica en la especificación general correspondiente.

## **El procedimiento constructivo de la zona central y de accesos de la estación Garibaldi de la Línea B del Metro.**

En este documento se indican las especificaciones que deberán considerarse en el procedimiento constructivo de la estación Garibaldi de la línea B, particularmente en la denominada zona central y de accesos de la estación.

### **I. GENERALIDADES**

a) El procedimiento constructivo de la estación se ha zonificado en tres partes, la zona central y de accesos y las cabeceras oriente y poniente.

b) Para efectuar la excavación y construcción de la zona central se recurrirá al uso de muros tablestaca auxiliares perpendiculares a muros tablestaca de acompañamiento, los cuales formarán «celdas».

c) Antes de iniciar la excavación para la construcción de la estación, deberán efectuarse los desvíos correspondientes de las instalaciones municipales que interfieran con dicha excavación, de acuerdo con el proyecto del departamento de obras hidráulicas correspondientes.

d) Se deberá respetar la secuencia de estructuración indicada en los párrafos subsecuentes para iniciar la excavación de cada una de las celdas.

e) Deberá respetarse el orden y la secuencia de las celdas por excavar indicada.

En el plano de etapas de excavación.

## **II.- Condiciones previas a la excavación.**

La excavación que alojará la estructura que constituirá esta estación, se hará a cielo abierto y por etapas. Cada etapa de excavación estará limitada perimetralmente por una estructura de contención formada por muros tablestaca de concreto armado colados en sitio, lo cual da lugar a celdas en toda el área central de la estación. Los accesos a la estación, se excavarán y construirán por etapas cuyo talud de avance será 1:1.

### **II.1.- Construcción de los muros de tablestaca longitudinales y transversales.**

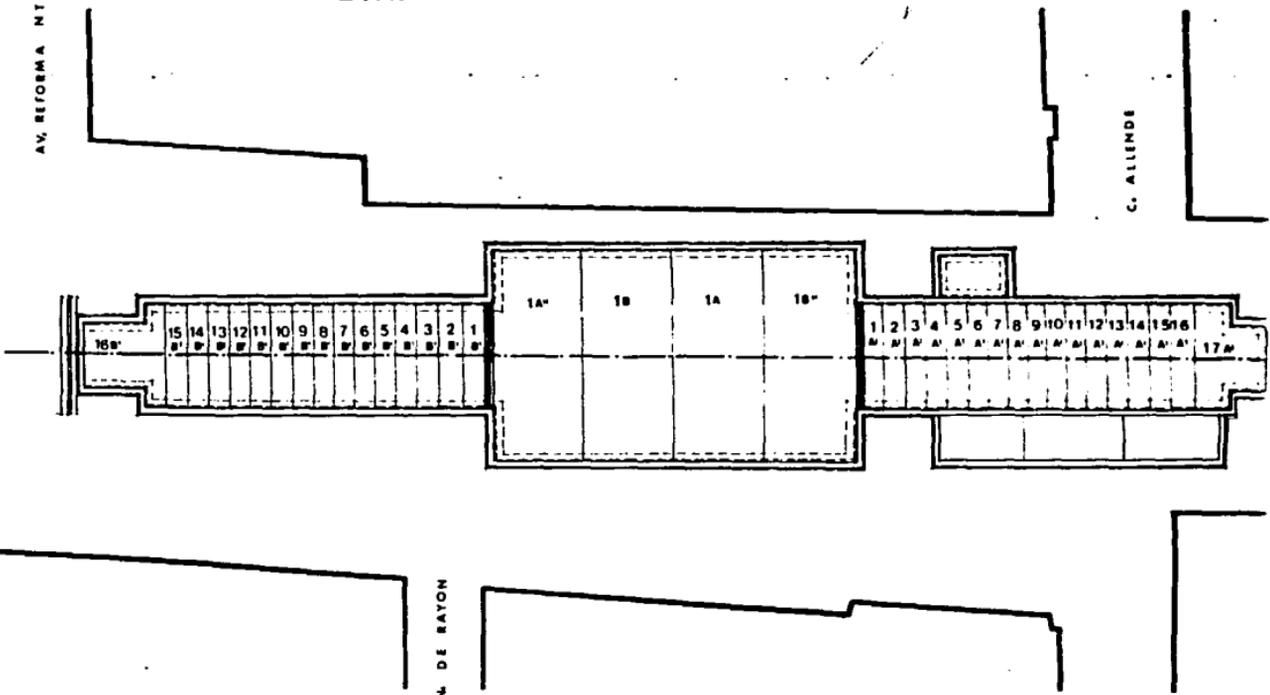
La construcción de los brocales que servirán de guía para la excavación de las zanjas que alojarán a los muros tablestaca de acompañamiento, auxiliares como estructurales; longitudinales y transversales al eje del trazo se realizará como se indica en las especificaciones particular y general.

Las ramas verticales o faldones del brocal se colarán a una profundidad tal que entre el remate de los muros citados y el faldón tenga el traslape indicado.

# ETAPAS DE EXCAVACION

AV. REFORMA NTE.

C. ALLENDE



CION DE RAYON

FIG 1

## II.2.- Abatimiento del nivel freático:

Antes de iniciar la excavación de cualquier etapa será necesario abatir el nivel de aguas freáticas, con el fin de mantenerla estanca, controlar las fuerzas de filtración y reducir las expansiones inmediatas del fondo de la excavación. Para llevar a cabo dicho abatimiento, se instalarán pozos de bombeo de acuerdo con la especificación general correspondiente y con la particular de la estación.

La localización y profundidad de perforación de los pozos así como los niveles de succión de las bombas se indican en el plano de pozos de bombeo de la estación.

Si durante la construcción de cualquier etapa se presentan filtraciones o escurrimientos pluviales, deberán controlarse mediante la construcción de zanjas de 0.30 x 0.30 m, rellenas de grava limpia, ubicadas en la orilla de la excavación, las cuales deberán canalizar al agua hacia cárcamos de bombeo construidos en las esquinas opuestas de la etapa de excavación, desde donde se extraerá el agua por medio de bombeo de achique, de manera que el fondo de la excavación permanezca siempre estanco.

## Colocación de Tensores.

En los muros tablestaca que forman las celdas se colocarán tensores, cuya función será la de sustituir el primer nivel de puntales necesario para la excavación de las celdas IA y 1A». Instalándose todos los tensores a 1.50 m de las juntas entre muros tablestaca y en la elevación que se indica en el plano de cortes generales de la estación; la zanja se rellenará posteriormente con material apisonado producto de la excavación.

### III.- Excavación, apuntalamiento y construcción

Se excavarán celdas completas no existirán taludes laterales o longitudinales al eje de trazo del metro, excepto en el caso de los accesos a la estación, los cuales se excavarán entre taludes de avance cuya inclinación será 1:1 y la máquina de excavación deberá circular lateralmente y por ende fuera de la zona de excavación; cada una de las celdas constituye una etapa de excavación, la cual una vez terminada, se deberá continuar con su estructuración. Los puntales se irán colocando conforme la excavación descubra sus puntos de aplicación, de tal manera que se vaya alternando excavación y apuntalamiento.

Los niveles, el tipo y la longitud de los puntales se consultarán en el plano de apuntalamiento y de cortes generales de esta estación.

El tiempo máximo de emplear para efectuar la estructuración de cualquier celda, será como máximo de diez semanas, contadas a partir del momento en que se haya alcanzado la máxima profundidad de excavación.

En el caso de que no se cumpla con el tiempo antes mencionado, se deberá informar a la gerencia, para que en su momento, sean colocados lastres temporales que induzcan la presión especificada.

### III.-1.- Celdas 1-A, y 1-A "

La excavación de estas celdas se realizará en primer lugar y de manera simultánea con la excavación de la cabecera oriente de la estación. El proceso iniciará con la colocación de los tensores.

Se iniciará la excavación a partir del terreno natural hasta descubrir 30 cm abajo del primer nivel de puntales, donde se suspenderá momentáneamente para colocar estos elementos. Los puntales se colocarán en la posición indicada, a 1.50 m de separación de la junta constructiva con respecto al eje del puntal.

Por ningún motivo podrá continuarse con la excavación si no han sido colocados los puntales en sus elevaciones correspondientes.

Inmediatamente después de colocar cada puntal, deberá sujetarse de sus extremos por medio de cables de acero, los cuales se colgarán de las varillas de los muros tablestaca.

Los puntales se apoyarán en concreto sano; si en los niveles de apuntalamiento el concreto se encuentra contaminado, se deberá reconstruir dicha zona de tal manera que se garantice la continuidad estructural.

Los puntales se colocarán con una precarga de 80 ton, debiendo llevar un riguroso control en la aplicación de la misma.

Colocado el primer nivel de puntales, se continuará con la excavación hasta alcanzar 30 cm abajo del segundo nivel de puntales para colocar en seguida dicho nivel en su elevación correspondiente.

De la manera señalada se alternará el proceso de excavación y colocación de los niveles de puntales hasta el quinto nivel.

Efectuado lo anterior, se proseguirá con la excavación hasta lograr la máxima profundidad de proyecto, en este momento, se colará una plantilla de concreto simple de 40 cm. de espesor en el ancho correspondiente a los ejes B-G y de 215 cm de espesor en el ancho correspondiente a las zonas laterales donde se localizarán las escaleras.

No deberán transcurrir mas de 18 horas entre el momento en que se alcance la profundidad máxima de proyecto y la terminación del colado de la plantilla.

Ver. Figuras 3, 4, y 5.

a) Zona de andenes entre los ejes B-G:

Una vez que la plantilla adquiera su fraguado inicial podrá iniciarse el armado y colocado de la losa de fondo, debiendo colar ésta a tope con los muros tablestaca auxiliares y dejando en ella las preparaciones necesarias para la liga estructural con la losa de la etapa adyacente y con los muros estructurales.

El tiempo máximo a transcurrir para el armado y colado de la losa de piso será de 14 horas contadas a partir del momento de haber concluido el colado de la plantilla.

Veinticuatro horas después de colada la losa de piso, se procederá a retirar el quinto y cuarto nivel de puntales paralelos al eje de trazo.

Retirados los niveles de puntales antes citados, se procederá al colado del muro estructural, hasta el nivel intrados de andenes. Setenta y dos horas después de haber colado el muro estructural se retirará el segundo nivel de puntales paralelos al eje de trazo, procediendo en seguida a colocar las tabletas prefabricadas que constituirán la losa de entepiso, colando posteriormente su firme de concreto simple.

Simultáneamente, se construirán los muretes y posteriormente la losa de andén: así mismo se colará el lastre de concreto pobre en el bajo andén como se indica en el plano de cortes generales de la estación.

Setenta y dos horas después de colado el firme correspondiente a la losa de entrepiso se procederá a colocar puntales cortos paralelos al eje de trazo apoyados contra la losa y contra el muro auxiliar; efectuando esto último, se podrá retirar el tercer nivel de puntales paralelo al sentido del eje de trazo.

Se continuará el colado del muro estructural y/o columnas en su caso, hasta el nivel correspondiente para la colocación de las tabletas prefabricadas de la losa de techo.

Setenta y dos horas después del colado de los muros estructurales, se colocarán las tabletas y se colará el firme de compresión.

Cuarenta y ocho horas después, se procederá a colocar puntales cortos paralelos al eje de trazo que se apoyan contra la losa de techo y contra el muro auxiliar.

En el momento en que el firme de compresión cuente con la resistencia especificada en el proyecto estructural se continuará con la colocación de lastre de concreto simple o relleno de tepetate, según se indica en el plano de cortes generales de la estación.

#### b) Zonas laterales entre los ejes A-B y G-H.

Veinticuatro horas después del colado de plantilla se procederá a retirar el cuarto y quinto nivel de puntales para proceder a efectuar el armado y colado de la losa de fondo y muñon de estas zonas.

Concluido lo anterior se procederá a efectuar el armado y colado de los muros

estructurales hasta el nivel inferior de la losa de entrepiso de nivel vestíbulo. Durante el colado estos muros se deberán dejar las preparaciones en el armado para ligar posteriormente las rampas de escaleras y muros de etapas posteriores.

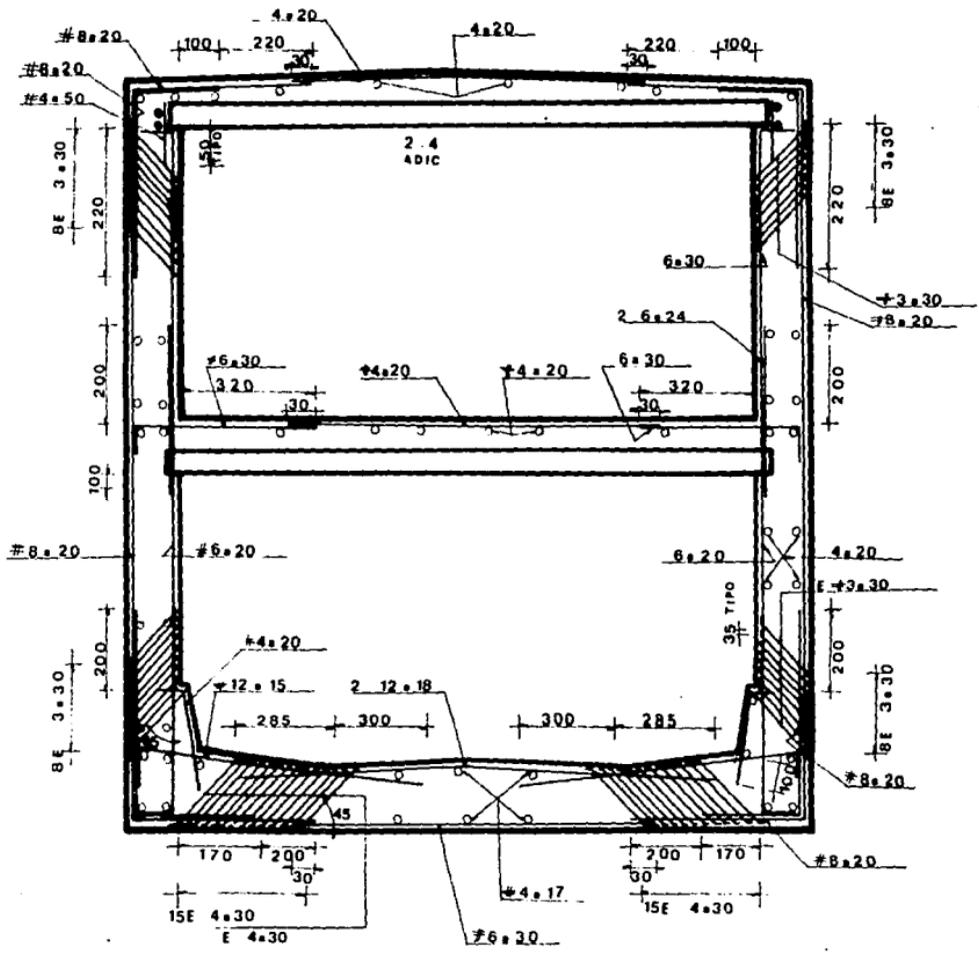
Sesenta y dos horas después del colado de los muros estructurales, se procederá a efectuar la construcción de la losa de entrepiso, la cual se deberá ligar con las trabes y losa de los ejes B y G.

Veinticuatro horas después del colado del firme de compresión de la losa de entrepiso se podrá retirar el tercer y segundo nivel de puntales en pata de gallo, debiendo colocar puntales cortos paralelos al eje de trazo apoyados contra la losa y contra el muro auxiliar, como se indica en el plano de cortes generales y de apuntalamiento de la estación.

Se continuará con el armado y colocado del muro estructural hasta el nivel intradós del vestíbulo.

Sesenta y dos horas después del colado de los muros estructurales se podrá realizar el armado, cimbrado y colado de los diafragmas y losas inclinadas de las rejillas de ventilación, para lo cual se deberá consultar el proyecto estructural correspondiente.

FALLA DE ORIGEN



ARMADO



### III.2.- Celdas 1-B y 1-B":

Es condición necesaria que para iniciar la excavación de estas celdas que se hayan estructurado completamente las celdas o etapas de excavación adyacentes.

El proceso de apuntalamiento y excavación se alternará hasta la colocación del quinto nivel de puntales, de manera similar a lo señalado para las celdas 1-A 1-A". Es importante mencionar que en estas celdas si existirá el primer nivel de puntales, y que una vez que la excavación descubra los tensores empleados durante la excavación de las celdas mencionadas anteriormente, se deberán retirar para poder continuar con la excavación.

Se concluirá la excavación hasta la profundidad máxima de proyecto, y se procederá a efectuar el colado de plantilla de concreto simple con los espesores señalados.

El proceso de demolición de los muros auxiliares podrá realizarse conforme a una de las siguiente opciones:

### Opción 1:

La demolición se llevará a cabo en dirección descendente y de manera alternada durante el proceso de excavación y apuntalamiento de las celdas intermedias, es decir, el proceso de demolición de los muros solo podrá iniciarse cuando la excavación de la celda alcance 1.00 m arriba del nivel de vestíbulo; esta demolición se suspenderá temporalmente en el nivel antes citado. El proceso de excavación y apuntalamiento no podrá detenerse hasta alcanzar el nivel máximo de proyecto procediendo de inmediato al colado de la plantilla y losa de piso y finalmente se realizará la demolición del muro tablestaca restante hasta alcanzar el nivel de desplante de la losa de fondo. El proceso apenas descrito es válido solo si se ejecuta en su totalidad en un tiempo no mayor de 12 días.

### Opción 2:

Si no es posible realizar el proceso de excavación, apuntalamiento y demolición de muros conforme a la opción anterior, en el tiempo especificado, entonces se sujetarán los muros auxiliares a la estructura construida en etapas anteriores y se llevará a cabo en las celdas intermedias, exclusivamente excavación y apuntalamiento, procediendo a la demolición de muros auxiliares después de la estructuración de la celda.

La estructuración de las celdas se realizará de manera similar a lo descrito en el punto III.-1., tomando en consideración lo siguiente:

1.- Veinticuatro horas después de colada la losa de fondo se retirarán el quinto y cuarto niveles de puntales.

2.- Setenta y dos horas después de colado del firme de compresión de la losa de entepiso, se podrán retirar el tercero y segundo niveles de puntales.

3.- El resto de la estructuración y retiro del primer nivel de puntales, así como el proceso de colocación del lastre se realizará de manera similar a lo anterior indicado en el inciso III.-1.

4.- Concluida la demolición de los muros se procederá a realizar las ligas de los elementos estructurales entre celdas, (losas muros, etc.).

#### IV.- Accesos.

Será condición necesaria para iniciar la excavación, que la cabecera oriente de la estación haya sido totalmente estructurada.

Para realizar la excavación y construcción de los accesos de la estación, deberá conformarse en el suelo la geometría de las rampas y descansos para escaleras, para que, alcanzada la profundidad de máxima excavación en cada caso, se cuele una plantilla de concreto pobre de 10 cm. de espesor y posteriormente la losa de fondo correspondiente.

La excavación en zona de accesos se llevará a cabo en etapas a partir del nivel de terreno natural entre muros tablestaca como se indica en el plano correspondiente, suspendiéndola momentáneamente cuando se encuentre 0.30 m por debajo de la

elevación correspondiente a cada nivel de puntales para colocar los mismos conforme lo indicado en el plano de apuntalamiento de la estación.

Contando con la instalación del último nivel de puntales, se continuará con la excavación hasta el nivel de proyecto para colar inmediatamente después la plantilla de concreto simple de 10 cm de espesor.

Después de 3 hrs. de colada la plantilla en una etapa cualquiera, deberá procederse a armar y colar la losa de fondo y muñones de muro estructural para formar una sección tipo «U» de acuerdo al proyecto estructural correspondiente.

Transcurrido un lapso de 48 hrs. a partir del colado de la losa de fondo y muñones, podrán retirarse el 2º y 3er nivel de puntales para permitir la construcción de los muros estructurales y losa de techo, con excepción de la zona adyacente al cárcamo de nivel del vestíbulo.

Los elementos estructurales de los accesos deberán ligarse con los de la cabecera, para lo cual será necesario demoler parte de los muros tablestaca de ésta y dejar preparaciones de acuerdo a las indicaciones del proyecto estructural correspondiente.

Una vez que se cuente con la losa de techo, y colado el firme de compresión sobre ésta, se procederá a colocar el relleno como se indica en la especificación general de rellenos, pudiendo retirar el 1er nivel de puntales cuando el relleno alcance la elevación del mismo.

La zona de sobreexcavación existente entre el muro estructural de los accesos y el muro tablestaca de la cabecera, deberá rellenarse con suelo-cemento en proporción 10:1 en peso del cemento (Ver Figura 1).

#### V.- Cárcamo nivel vestíbulo acceso sur-oriente.

La excavación y estructuración del cárcamo adyacente al acceso sur-oriente deberán efectuarse de acuerdo a lo siguiente:

Una vez que se haya alcanzado la profundidad de máxima excavación en el acceso sur oriente, y colocado el último nivel de puntales en la zona adyacente al cárcamo deberá construirse una plantilla de concreto simple de 10 cm de espesor y una losa

de fondo hasta dos metros alrededor del perímetro del cárcamo como se ilustra en la figura N° 2.

Concluido lo anterior se excavará el cárcamo entre taludes con inclinación 0.5:1, suspendiéndola a la mitad de la profundidad máxima para colocar un nivel apoyado en la losa de fondo del descanso del acceso, con una precarga igual a 30 ton; una vez colocados los puntales mencionados, se continuará con la excavación hasta alcanzar el nivel de desplante para la plantilla y losa de fondo del cárcamo.

Alcanzada la profundidad de máxima excavación del cárcamo, se continuará con el colado de una plantilla de concreto simple de 10 cm. de espesor y de 3 horas después con el armado y colado de la losa de fondo y muñones para formar una sección tipo «U», efectuando finalmente la liga estructural entre cárcamo-vestíbulo y acceso, hecho lo cual, podrán retirarse los puntales en la zona de excavación para el cárcamo y el último nivel en el acceso. Ver Figuras 6,7, 8.

Cabe aclarar que para efectuar la liga estructural entre el cárcamo y la cabecera, será necesario demoler el muro tablestaca de esta última y dejar preparaciones estructurales de la misma, conforme a lo que se indica en el proyecto estructural correspondiente.

El espacio entre los taludes de la excavación para el cárcamo y los muros de éste, quedarán cubiertos por concreto al ocupar dichos taludes como cimbra el colado de los muros del mismo.

#### IV.- Notas importantes.

1.- Por ningún motivo se permitirá la construcción de muros estructurales si no se han tratado las filtraciones a través de las juntas de los tablestaca, en caso de que el tratamiento no logre sellar alguna filtración, ésta se deberá canalizar temporalmente mediante una tubería para su sellado posterior, una vez concluido el colado del muro estructural.

2.- Se colocará el lastre bajo escaleras electromecánicas, después de la instalación de estos mecanismos.

3.-Es condición necesaria que para iniciar la excavación de la celda, se haya concluido la estructuración de la celda alternada inmediata anterior.

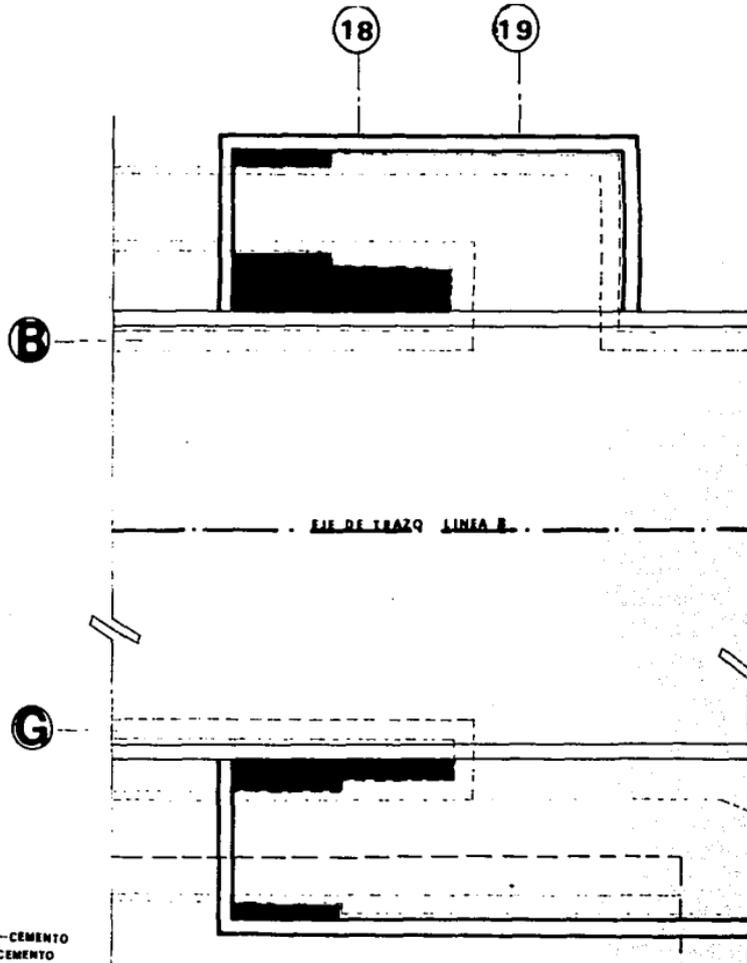
4.- La dimensión de los elementos estructurales deberán consultarse en los planos del proyecto correspondiente.

5.- No deberá colocarse ninguna sobrecarga debida a la rezaga o materiales en las zonas adyacentes a los muros tablestaca.

6.- Al demoler los muros tablestaca auxiliares, el concreto y aditivos por emplear en las ligas entre los distintos elementos estructurales deberán consultarse en los planos generados por ese departamento de proyecto de ingeniería.

7.- El relleno de tepetate sobre la losa de techo se colocará hasta el nivel de subrasante, a partir de este punto se deberá colocar la estructura de pavimento para la vialidad, cuyas características se deberán consultar en la especificación general de pavimentos de la línea en cuestión.

8.- El funcionamiento de los pozos de bombeo se deberá suspender una vez concluido el colado de la plantilla de etapa en la cual queden localizados.



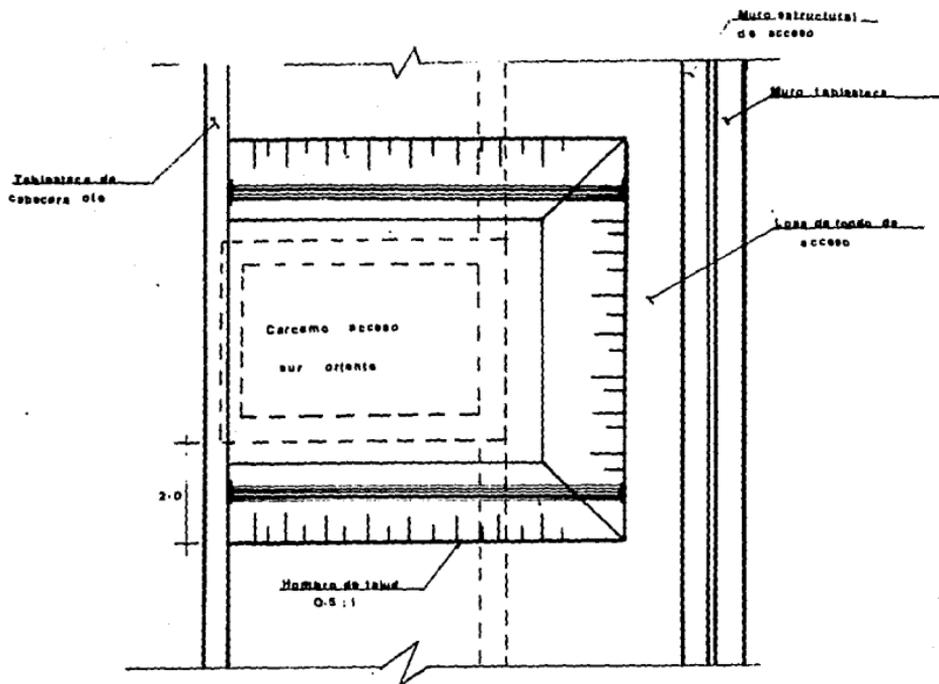

 RELLENO SUELO-CEMENTO  
 (NO. 1) EN PISO CEMENTO

**Relleno en sobreeexcavación**

# FALLA DE ORIGEN

## Procedimiento constructivo

### Carcamo sur ote.



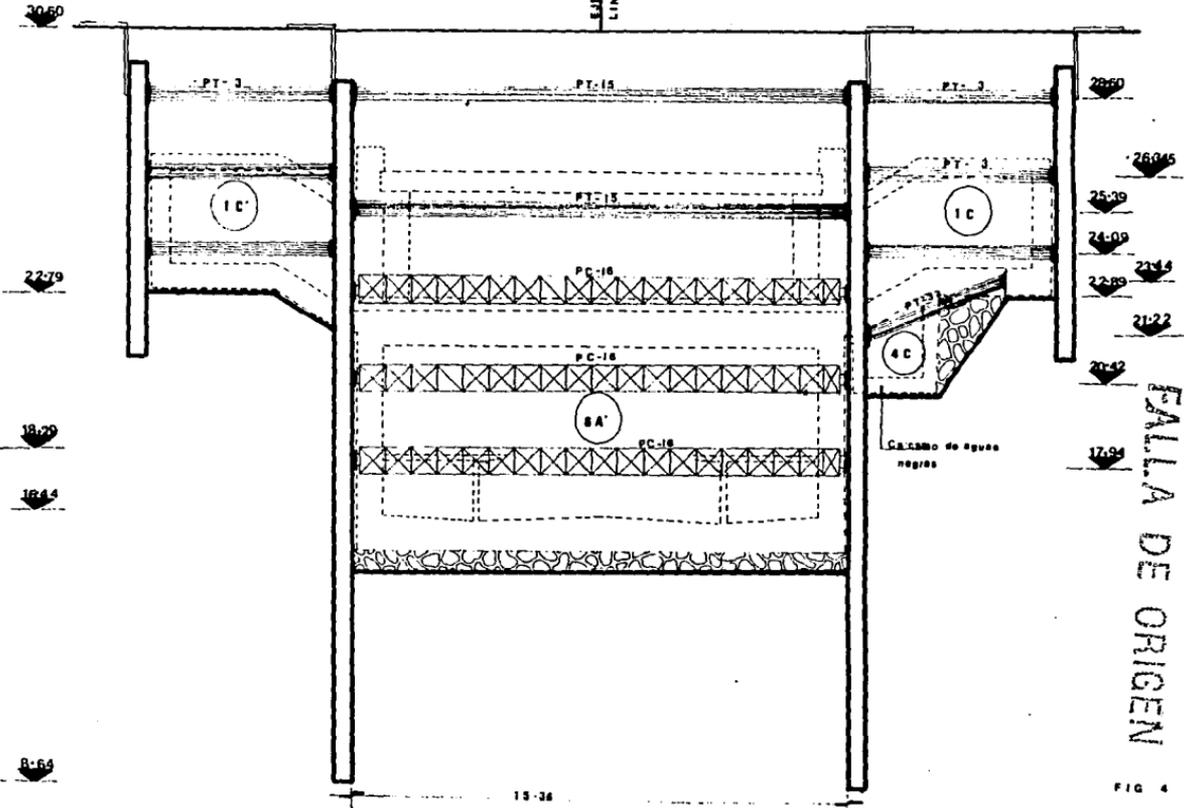
Nota:

El detalle en elevación se indica en el plano de cortes generales

(B)

(G)

EJE DE TRAZO  
LÍNEA 8



FALLA DE ORIGEN

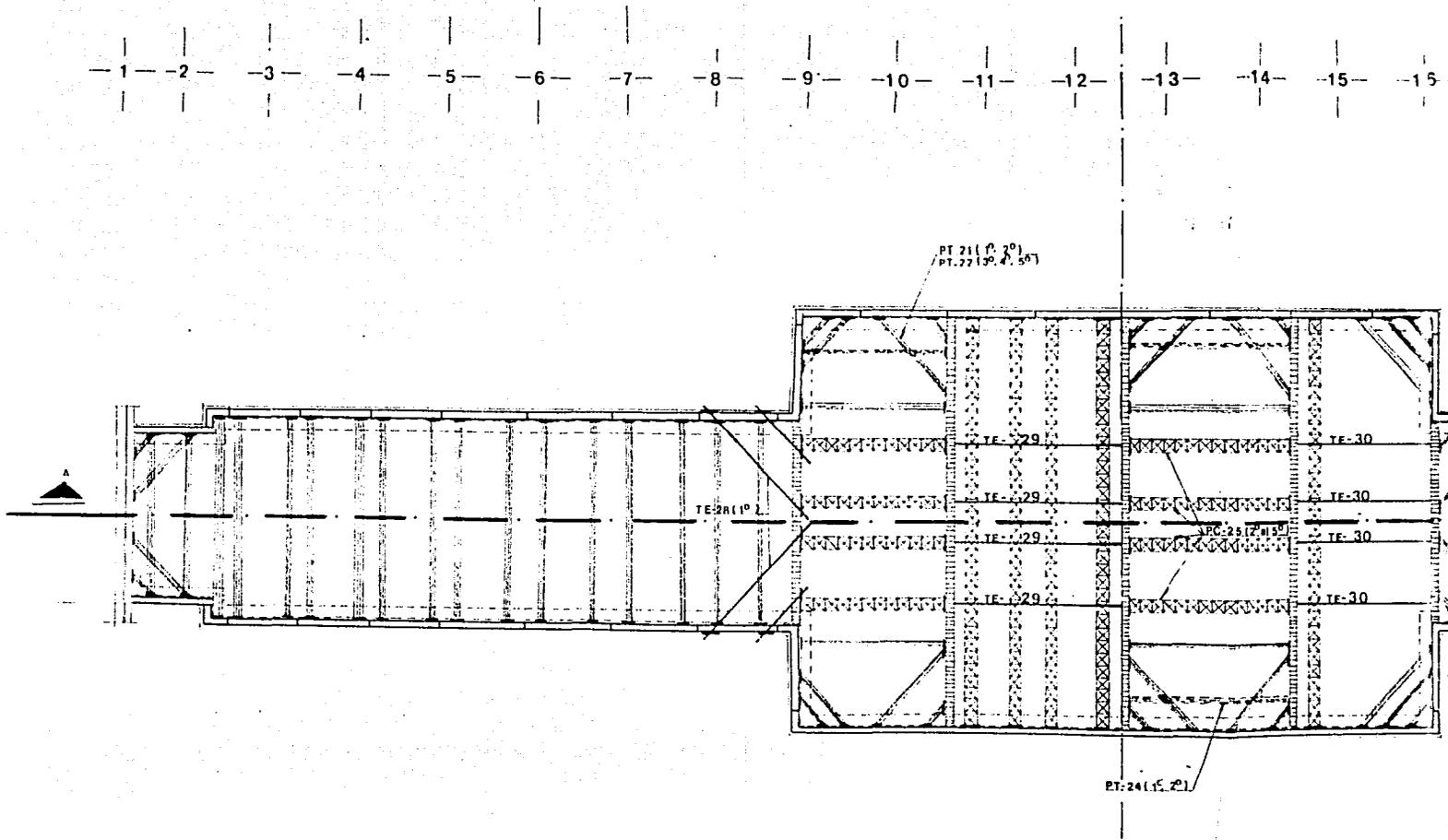
FIG 4

CORTE B - B'

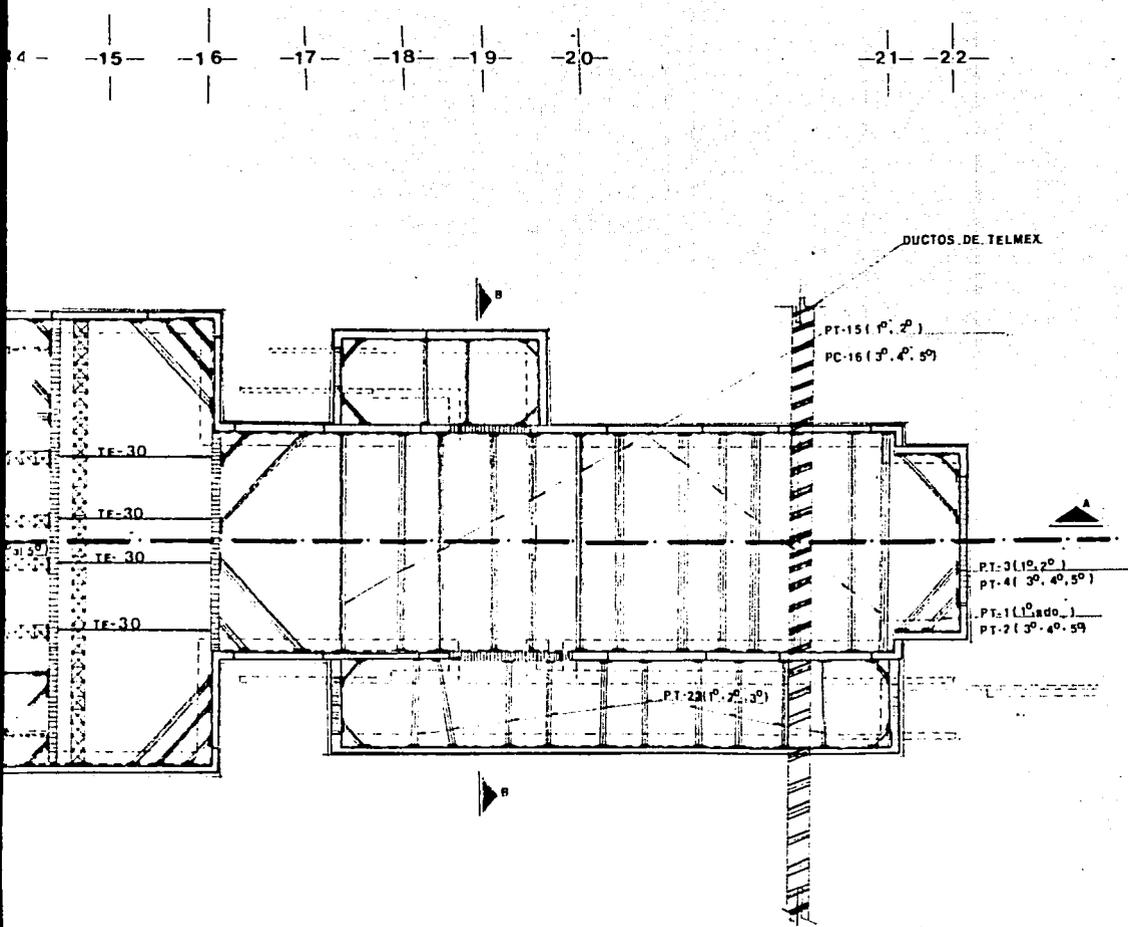
ESC 1:100

122

# PLANTA DE APUNTALAMIENTO



# ALAMIENTO



## SIMBOLOGIA

-  MURO TABLESTACA
-  PUNTAL TUBULAR
-  TENSOR
-  PUNTAL DE CELOSIA

FIG 3

121

- FALLA DE ORIGEN



# PLANTA DE ACCESOS

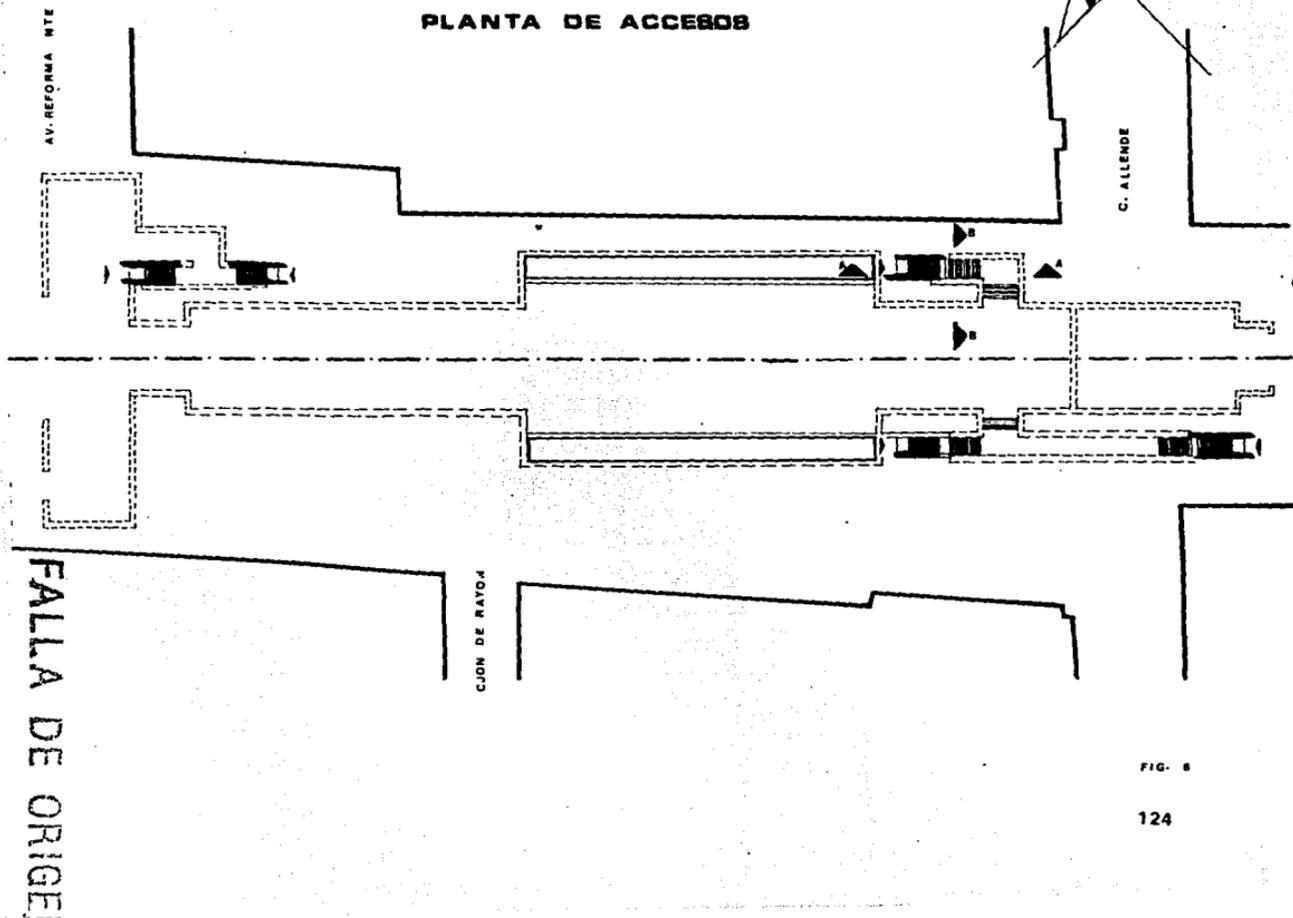
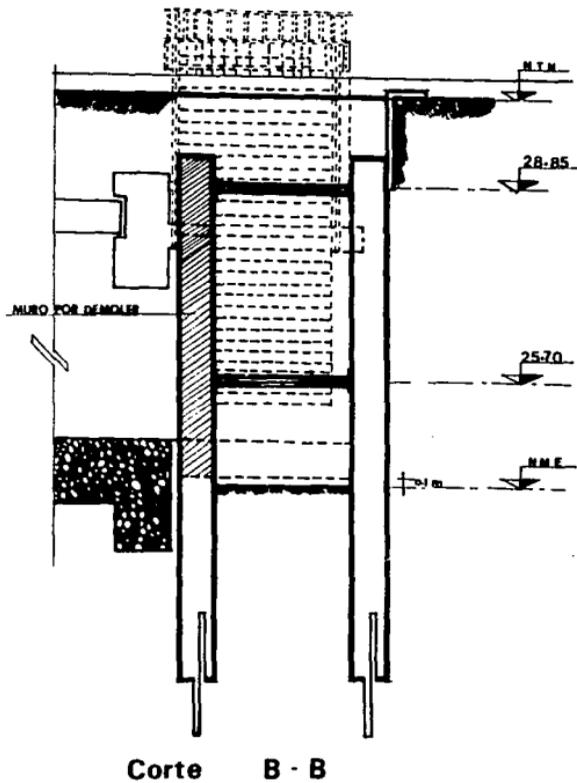
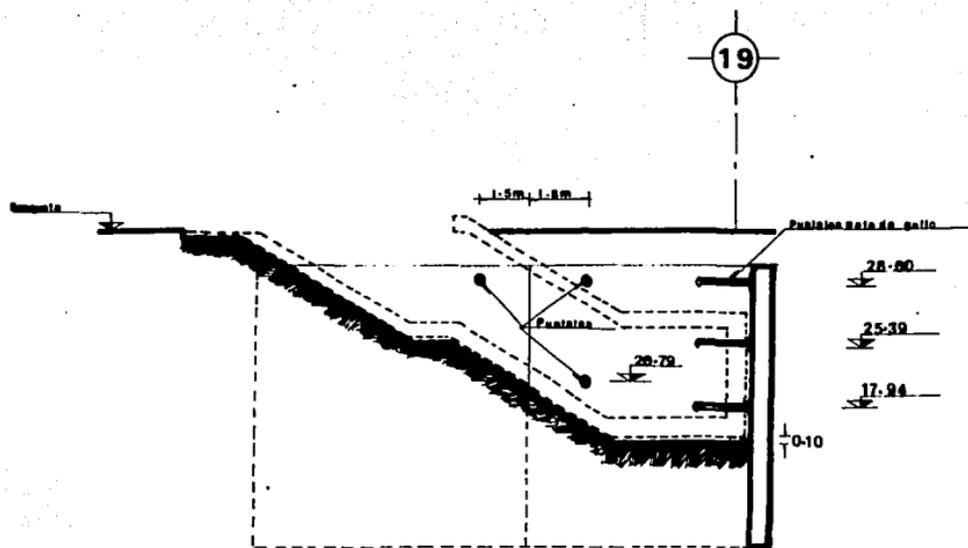


FIG. 6

FALLA DE ORIGEN





**CORTE A - A**

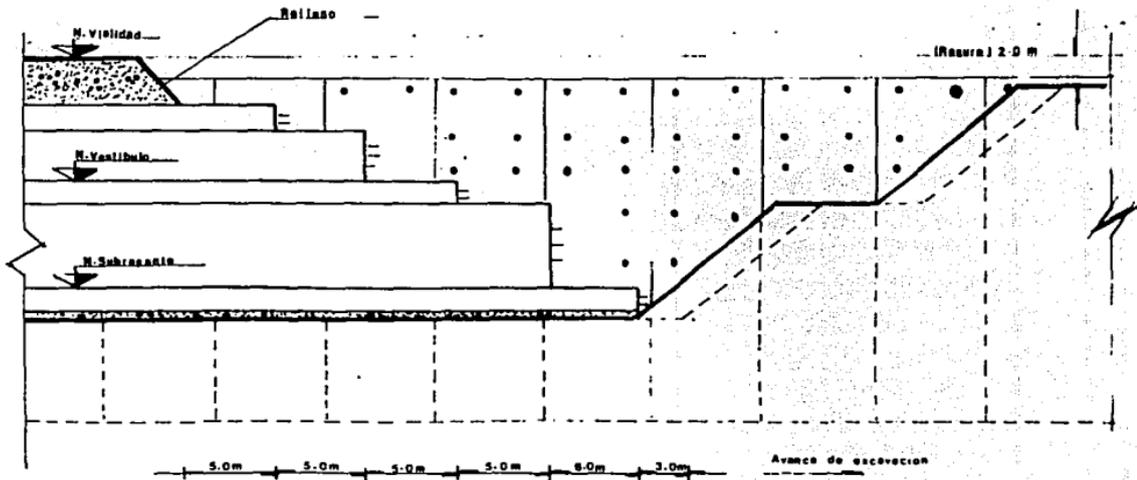
# **PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE CABECERAS DE LA ESTACION GARIBALDI DE LA LINEA B DEL METRO..**

## **I.- GENERALIDADES**

a) Para llevar a cabo la excavación y construcción de la estación, ésta se ha zonificado en tres partes la cabecera oriente, la zona central y la cabecera poniente.

b) El procedimiento constructivo de las cabeceras, es independiente al de la zona central, por lo tanto se deberán considerar algunos aspectos que se indican más adelante. La excavación de la zona de cabeceras estará limitada lateralmente por una estructura de contención integrada por muros tablestaca y en el frente de avance por taludes cuya inclinación se indica en el plano de cortes correspondiente.

# TREN DE AVANCE EN CABECERAS EN LA ESTACION GARIBALDI L - B



FALLA DE ORIGEN

FIG. 3

128

## **CONDICIONES PREVIAS A LA EXCAVACION**

1.- Será condición necesaria para iniciar la excavación de la cabecera oriente, que se haya colocado la estructura metálica que sustentará los ductos de Teléfonos de México que cruzan esta zona, de acuerdo como se indica en la especificación correspondiente.

2.- La secuencia de avance en ambas cabeceras debe iniciar a partir de la frontera con la zona central, por lo que se deberán cumplir las siguientes condicionantes:

La etapa 1A' se deberá iniciar simultáneamente con la celda 1A.

Para poder iniciar la excavación de la celda 1B" se deberá haber concluido con la estructuración de la celda 1A y la etapa 1A' correspondiente a la cabecera.

La cabecera poniente se podrá iniciar sólo si se ha concluido la estructuración de la celda 1A».

La etapa 1B de la cabecera se deberá excavar simultáneamente con la celda 1B.

Será condición necesaria para iniciar los trabajos de excavación que la instrumentación indicada en la especificación correspondiente de la estación haya sido instalada.

La construcción de muros tablestaca colados en sitio se efectuará de acuerdo con lo descrito en la especificación particular para muros de la estación Garibaldi.

## PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO GENERAL

El orden de ejecución de las etapas deberá llevarse a cabo de acuerdo a lo indicado en el plano de etapas de excavación de la estación y por ningún motivo se deberá alterar este orden.

En lo sucesivo todos los niveles que se mencionan en este escrito están referidos a la elevación 30.60 m., considerada como nivel de terreno natural promedio.

Previamente a la excavación de cualquier etapa de excavación en la zona de cabeceras, se deberá efectuar un rasero hasta el nivel 28.60m.

La excavación se iniciará a partir del nivel de rasero 28.60 m. suspendiéndola momentáneamente una vez que ésta se encuentre 0.30 m. por abajo de la elevación del primero y segundo nivel de puntales y 0.50 m. por abajo de la posición correspondiente al tercero, cuarto y quinto nivel, para la colocación de éstos, como se indica en el plano de cortes correspondiente.

Todos los puntales se colocarán con una precarga de 80 ton.

Se deberá llevar un riguroso control en la aplicación de la precarga en cada puntal, siendo necesario que sea verificada al momento de su aplicación. Así mismo se deberá implementar un programa para verificar la magnitud de la precarga en los puntales ya instalados, en forma periódica cada 48 horas.

El proceso de excavación no podrá continuar si no han sido instalados los puntales en su elevación correspondiente y no se ha aplicado su precarga especificada.

Instalado el último nivel de puntales se continuará con la excavación hasta alcanzar la profundidad máxima de proyecto, para proceder de inmediato al colado de una plantilla de concreto simple con aditivo acelerante de fraguado, en los espesores que se indican en el proyecto estructural correspondiente.

No deberá transcurrir un período mayor de tres horas entre el momento de alcanzar la profundidad máxima de excavación y la terminación del colado de la plantilla.

Tres horas después del colado de la plantilla en cualquier etapa, se procederá al armado y colado de la losa de fondo y los muñones laterales, formando así una sección «u», como se indica en el proyecto estructural.

No deberán transcurrir más de 12 horas entre la terminación del colado de la plantilla y el inicio del colado de la losa de fondo.

El colado de la losa de fondo deberá efectuarse en un período no mayor de 8 horas.

Será condición necesaria para iniciar la excavación de una determinada etapa que en la etapa inmediata anterior se haya colado la losa de piso correspondiente.

El colado de la plantilla y losa de fondo se excluirá en el área correspondiente al cárcamo de la cabecera oriente, con el objeto de proceder a su excavación; de acuerdo como se indica en el inciso correspondiente.

Cuarenta y ocho horas después del colado de la losa de fondo se podrá retirar el quinto y cuarto nivel de puntales y se procederá a realizar el armado, cimbrado y colado de los muros estructurales hasta el nivel inferior de la losa de entrepiso.

Setenta y dos horas después del colado de los muros estructurales se procederá a realizar lo siguiente:

En la cabecera poniente, entre los ejes 2 a 9, y en la cabecera oriente, entre los ejes 16 a 18, se iniciará el armado y colado de las traveses que quedarán embebidas en los muros estructurales, debiendo dejar las preparaciones donde se apoyarán las pérgolas o traveses metálicas que sustentarán la losa de piso de la pasarela de correspondencia con línea 8.

Una vez que la travesa haya adquirido su resistencia especificada se procederá a colocar las pérgolas como se indica en el proyecto estructural correspondiente.

En la cabecera oriente, entre los ejes 18 a 20, correspondiente a la zona de servicios y cisternas, se deberá iniciar la colocación de tabletas que conformarán la losa de entrepiso de esta área, para proceder a realizar el armado y colado del firme de compresión.

Con relación a las zonas donde se cuenta con sobregálbo vertical, entre los ejes 1 al 3 y 20 a 22, se deberá realizar lo indicado en el inciso IV de este escrito.

Veinticuatro horas después del colado del firme de compresión de la losa de fondo entre el nivel de vestíbulo y nivel andén, se retirarán el 2º y 3º nivel de puntales para continuar con el armado, cimbrado y colado de los muros estructurales hasta el nivel inferior de la losa de techo.

Setenta y dos horas después del colado de los muros se podrá iniciar la colocación de las tabletas, para posteriormente continuar con el armado y colado del firme de compresión que conformará la losa de techo.

Veinticuatro horas después del colado del firme de compresión se podrá retirar el 1º nivel de puntales y una vez que dicho firme alcance su resistencia especificada, se deberá iniciar la colocación de material de relleno de acuerdo como se indica en la especificación general de rellenos.

Finalmente una vez que el material de relleno alcance su nivel de proyecto, se procederá a restituir la estructura del pavimento de acuerdo como se indica en la especificación general correspondiente.

## PUNTOS PARTICULARES DEL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

a) Cabecera oriente, zona de sobregálbo vertical entre los ejes 20 a 22:

En esta zona el proceso constructivo de la excavación deberá ser el mismo que el indicado anteriormente, así como la secuencia de construcción y retiro del 4º y 5º nivel de puntales. Al llegar a esta etapa se continuará con el armado y colado de los muros estructurales hasta su nivel de remate.

Setenta y dos horas después del colado de los muros estructurales se colocará un nivel adicional de puntales para sustituir el 3er. nivel, 50 cm. abajo del nivel de remate de dichos muros, en el mismo número y a la misma distancia de las juntas de los tablestacas. Estos puntales se deberán colocar con una precarga de 10 ton.

Una vez colocados los puntales de sustitución se podrán retirar los correspondientes al 3er. nivel e iniciar la colocación de las tabletas que constituirán la losa de techo de esta zona, para posteriormente efectuar el armado y colado de su firme de compresión.

Veinticuatro horas después del colado del firme de compresión se podrán retirar los puntales de sustitución del 3er. nivel.

Habiendo alcanzado el firme de compresión su resistencia especificada, se colocará el material de relleno sobre la losa de techo, el cual deberá cumplir con lo indicado en la especificación general para rellenos.

A medida que el relleno alcance las elevaciones correspondientes al 2º y 1er. nivel de puntales, éstos se irán retirando. Por ningún motivo podrán retirarse antes de que el relleno esté a 50 cm. por abajo de cada puntal.

**b) CABECERA PONIENTE, ZONA DE SOBREGALIBO VERTICAL ENTRE LOS EJES 1 A 3. :**

Al igual que en el inciso anterior en esta zona se presenta un sobregalibo vertical, sólo que en este caso se localizará entre el nivel vestíbulo y losa de techo, la secuencia del procedimiento constructivo indicado, se deberá realizar hasta el colado de los muros estructurales del nivel de la pasarela de correspondencia.

Setenta y dos horas después del colado de los muros estructurales se colocará un nivel adicional de puntales para sustituir el 1<sup>er</sup> nivel, 50 cm. abajo del nivel de remate de los muros estructurales, en el mismo número y a la misma distancia de las juntas de los tablestacas. Estos puntales se deberán colocar con una precarga de 10 ton.

Concluido lo anterior se podrán retirar los puntales del 1<sup>er</sup> nivel e iniciar la colocación de tabletas que constituirán la losa de techo de esta zona y habilitar el armado del firme de compresión para posteriormente realizar el colado.

Veinticuatro horas después de colado el firme de compresión se podrá repetir el 1<sup>er</sup> nivel de puntales de sustitución y una vez que el concreto alcance su resistencia de proyecto se deberá colar el material de relleno, como se indica en la especificación general correspondiente.

### c) CARCAMO DE L A CABECERA ORIENTE

Para la excavación y construcción del cárcamo de la cabecera oriente, el colado de plantilla y losa de fondo de las etapas 15 "A", 16 "A", y 17 "A", sólo se podrá hacer parcialmente, dejando el fondo de la excavación libre en esa zona. El colado de la plantilla y muros se suspenderá 1.50 m antes del perímetro exterior del cárcamo, ver figuras 1,2,y 3.

La excavación para el cárcamo se hará a cielo abierto y estará limitada al sur por los muros tablestaca de la cabecera y en los lados restantes por taludes con inclinación 0.25:1 (horizontal a vertical).

De acuerdo con lo anterior en esta zona no se podrán retirar el "4<sup>o</sup>" y "5<sup>o</sup>" nivel de puntales de los muros tablestaca adyacentes al cárcamo que quedarán desligados del colado de la plantilla y la losa de fondo de la cabecera.

La excavación se iniciaría una vez concluido el colado de la losa de fondo de la etapa N° 17A", y se deberá suspender una vez que se alcance el nivel 14.74 m para proceder a colocar un nivel de puntales, el cual se apoyara en un extremo sobre la losa de fondo de la cabecera y el otro contra la tablestaca (Ver figuras 1,2,y 3). Este puntal se deberá colocar aplicando una precarga de 80 ton.

Se continuará con la excavación hasta alcanzar el nivel máximo, donde se suspenderá para proceder al colado de una plantilla de 10 cm. de espesor de concreto simple.

Tres horas después del colado de la plantilla, se continuará con el armado y colado de la losa de fondo y los muros estructurales del cárcamo, debiendo efectuar la liga estructural con la losa de fondo de la cabecera y los muros estructurales.

Veinticuatro horas después del colado de la losa y muros del cárcamo se colocarán puntales de sustitución con una precarga de 10 ton. ( como se indica en las figuras 1,2 y 3). Se procederá a retirar los puntales colocados inicialmente para complementar el colado de la losa y muros.

Por ningún motivo se permitirá dejar puntales ahogados en el colado de algún elemento estructural.

Concluido lo anterior se podrá retirar el 4° y 5° nivel de puntales en esta zona y se continuará con el procedimiento constructivo indicado en el punto III.

#### **d) SECUENCIA DE ESTRUCTURACION.**

Con el objeto de llevar un tren de trabajo que delimite el avance, evitando así descargar la masa de suelo sin lograr una compensación adecuada, será necesario mantener distancias de avance entre la excavación y los principales elementos estructurales, de la forma como se indica en la figura n° 4.

Se deberá evitar que las juntas constructivas de los muros estructurales coincidan con las juntas de los tablestaca.

En caso de tener un talud cabecero a la intemperie por más de 72 horas, este deberá protegerse con una capa de mortero de 5 cm. de espesor armado con tela de gallinero.

El procedimiento para colganteo de los ductos de fibra óptica que cruza la cabecera oriente, se deberá consultar en la especificación correspondiente, la cual se genera en escrito por separado.

Al iniciar una determinada etapa, esta no se podrá suspender si se ha rebasado el 40% del volumen total por excavar.

El procedimiento constructivo para la zona central de la estación se genera en escrito por separado.

El funcionamiento de los pozos de bombeo se deberá suspender una vez concluido el colado de la plantilla de etapa en la cual queden localizados.

Por ningún motivo se permitirá la construcción de muros estructurales si no se han tratado las filtraciones a través de las juntas de los tablestacas, en caso de que el tratamiento no logre sellar alguna filtración, esta se deberá canalizar temporalmente mediante una tubería para su sellado posterior, una vez concluido el colado del muro estructural.

#### Notas importantes:

1.- Esta especificación se complementa con los planos de etapas de excavación. Apuntalamientos, cortes y pozo de bombeo de la estación Garibaldi de la línea B.

2.- El material de relleno que se colocará entre el nivel tope de colado y nivel de piso terminado de la pasarela de correspondencia con línea 8, en la cabecera poniente (entre los ejes 1 a 12), y en la zona de vestíbulo de acceso, en la cabecera oriente (entre los ejes 19 a 22), será areno-limoso tipo tepetate y se colocará de acuerdo como se indica en la especificación general de rellenos, el espesor de este material se deberá consultar en los cortes del proyecto estructural correspondiente.

3.- El material de relleno sobre la losa de techo de las cabeceras será areno-limoso

tipo tepetate y se deberá colocar como se indica en la especificación general de rellenos de línea B.

4.- El relleno de tepetate sobre la losa de techo se colocará hasta el nivel de subrasante, a partir de este punto se deberá colocar la estructura de pavimento para la vialidad, cuyas características se deberán consultar en la especificación general de pavimentos de la línea B.

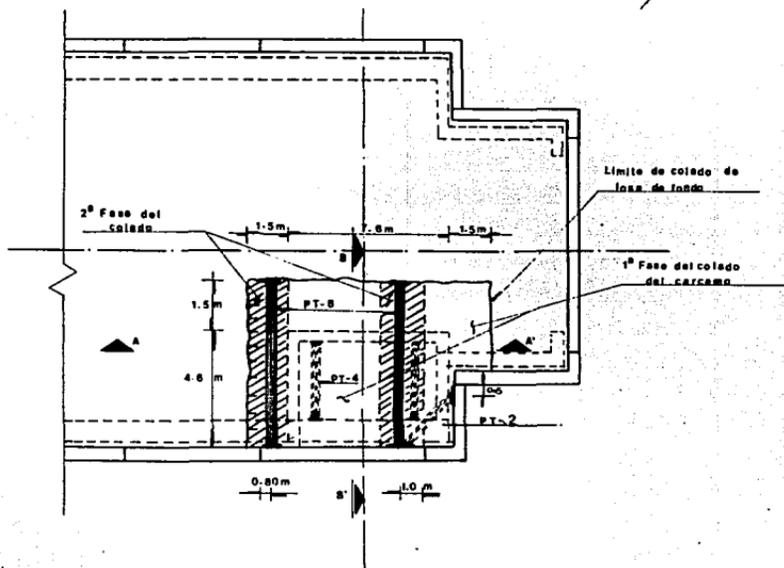
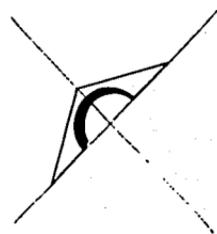
5.- En caso de tener un talud cabecero a la intemperie por más de 72 horas, éste deberá protegerse con una capa de mortero de 5 cm de espesor armado con tela de gallinero.

6.- Al iniciar una determinada etapa, ésta no se podrá suspender si se ha rebasado el 40% del volumen total por excavar.

7.- El procedimiento constructivo para la zona central de la estación se generará en escrito por separado.

8.- El funcionamiento de los pozos de bombeo se deberá suspender una vez concluido el colado de la plantilla de la etapa en la cual estén localizados.

# CARCAMO DE CABECERA O.T.E.

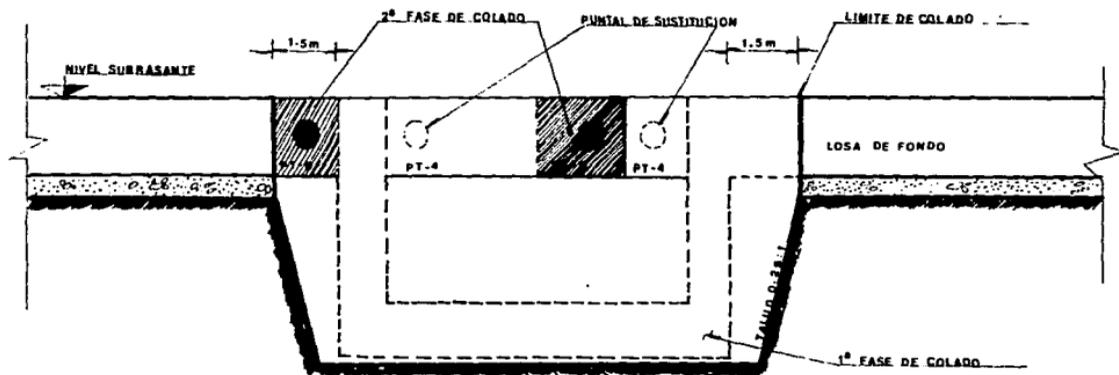


Nota:  
El tipo de Puntal se indica en el  
Plano de cortes generales

## PLANTA

FIG 1

# CARCAMO DE CABECERA OTE.



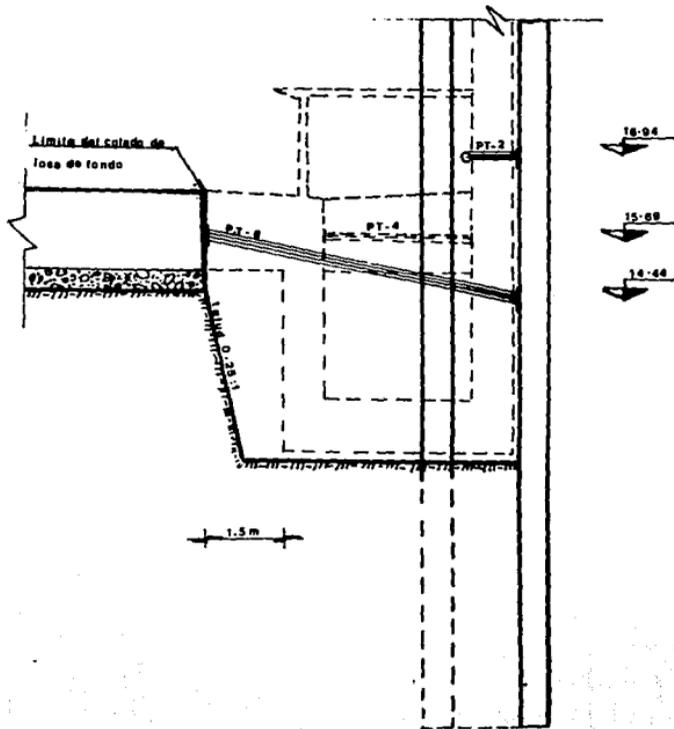
NOTA:

EL TIPO DE PUNTALE SE INDICA  
EN EL PLANO DE CORTES GRALES.

## CORTE A - A

FIG 2

# CORTE B - B'



FALLA DE ORIGEN

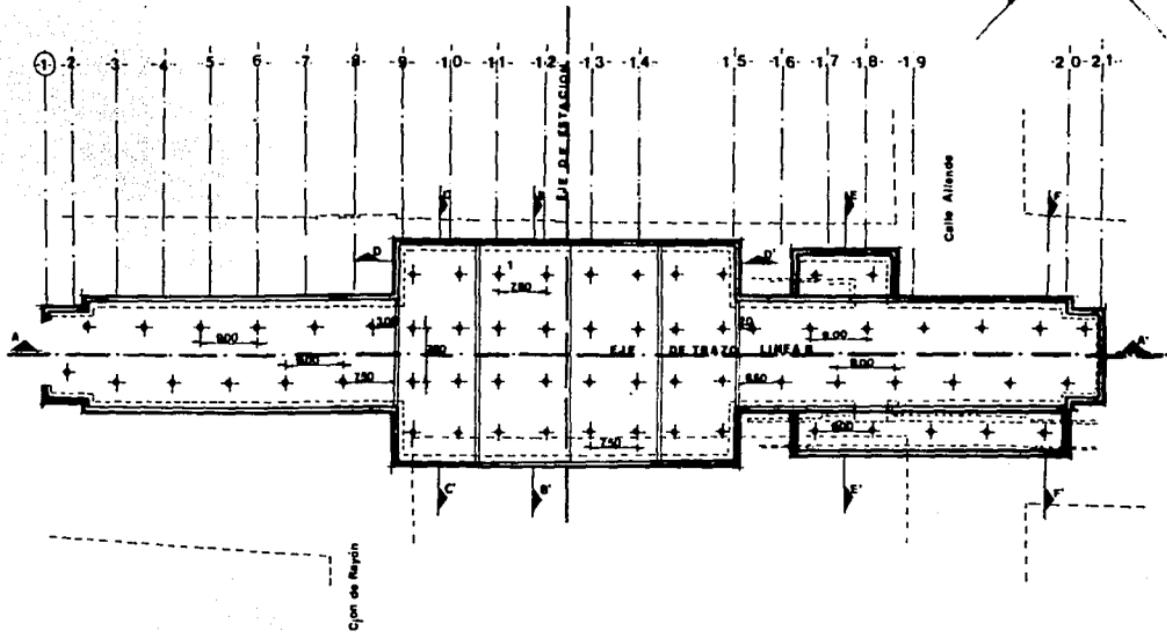
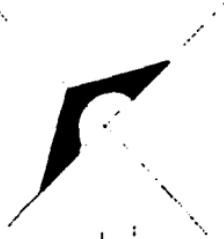
FIG 3

## **VI.5.1 ABATIMIENTO DEL NIVEL DE AGUAS FREATICAS DE LA ESTACION GARIBALDI, PERTENECIENTE A LA LINEA B DEL METRO.**

Para efectuar la excavación y construcción de la estación Garibaldi de la Línea B del metro, se recurrirá al uso de muros tablestaca auxiliares en la zona central, los cuales formarán «celdas» en toda esta área, mientras que el resto de la estación, es decir las cabeceras, serán excavadas por etapas a cielo abierto y entre taludes como se indica en procedimiento constructivo correspondiente.

Una vez construidos los muros tablestaca y previo a la ejecución de la excavación en las celdas o etapas que alojarán a la estación, será necesario abatir el nivel freático en toda el área ocupada por cada una de ellas; este abatimiento es con el objeto de mantener estanca la excavación, controlar las fuerzas de filtración y reducir las expansiones del fondo de la excavación. Para efectuar el abatimiento es necesario instalar pozos de bombeo de acuerdo con la especificación general correspondiente y con las recomendaciones que se indican a continuación:

# POZOS DE BOMBEO



FALLA DE ORIGEN

SIMBOLOGIA

+ Pozos de bombeo

FIG 6

## I.- ADEME DE LOS POZOS DE BOMBEO

El diámetro de los pozos será de 30 cm. y se perforarán con broca de aletas o escalonada, no deberá usarse lodo bentonítico en la perforación para el lavado de la misma sólo se usará agua limpia.

Los ademes de los pozos deberán adecuarse al equipo por utilizar para extraer el gasto que se indica en los párrafos subsecuentes, ranurados en toda su longitud excepto 1.00 m en su extremo superior y 0.50 m en su extremo inferior. Estos ademes estarán provistos de tres aletas formadas por varillas de 3/4" cuyo diámetro circunscrito se deberá ajustar a las paredes de la perforación, estas aletas se localizarán en puntos equidistantes a lo largo del ademe.

## II.- BOMBAS DE EXTRACCION DE AGUA

Se implementará el equipo de bombeo cuyas bombas de puntas eectoras tengan las características técnicas, físicas y de operación que le permitan extraer de cada pozo un gasto igual a 10.5 l.p.m. (Litros por minuto)

## III.- TIEMPO Y LONGITUD DE LAS ZONAS DE BOMBEO.

Para realizar la excavación de una determinada celda o etapa, es condición necesaria que exista un tiempo previo de bombeo de dos (2) días, en cada pozo conteniendo en ellas mas, (en el caso de las etapas) los pozos localizados en el cuerpo del talud y 20 m adelante de su hombro. El bombeo se suspenderá en cada pozo después del colado de la plantilla correspondiente, retirando el ademe de cada pozo en el transcurso de dicho colado.

### Notas importantes:

1.- Si al ubicar algún pozo en la obra se coincide con alguna interferencia que impida ejecutar la perforación, se deberá reubicar este a cualquier lado de la interferencia hasta que entre el paño exterior de esta y eje del pozo exista una distancia no menor de 50 cm.

2.- El filtro será de arena gruesa y grava fina, limpias cuya, granulometría quedará comprendida entre los siguientes tamaños: 1.00 cm para el máximo y 0.25 cm para el mínimo.

3.- El bombeo en la zona central de la estación, sólo podrá iniciarse cuando se encuentren contruidos los muros tablestaca correspondientes a la celda por bombear.

4.- El bombeo en zona de cabeceras solo podrá iniciarse cuando se encuentren contruidos los muros tablestaca correspondientes a la zona por bombear en un radio mínimo de 30 m medidos a partir del hombro del talud.

5.- No se podrá iniciar la excavación en el interior de alguna celda o etapa si no se ha bombeado previamente durante un período de (2) dos días.

6.- En caso de que ya se haya bombeado durante dos 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 celda o etapa, deberá cumplirse con el tiempo previo de bombeo especificado.

7.- Una vez suspendido el bombeo en cualquier celda o etapa excavada, deberán rellenarse los pozos con un mortero cemento - arena en proporción de 1:3 en peso del cemento, hasta el lecho inferior de la losa de fondo, la cual deberá colar posteriormente.

## ABATIMIENTO DEL NIVEL FREÁTICO

El abatimiento del nivel freático en las soluciones del metro, podrá utilizarse cuando se efectúen excavaciones dentro del nivel freático y se considere necesario reducir las fuerzas de filtración para mejorar las condiciones de estabilidad de los taludes y del fondo de la excavación.

El abatimiento del nivel freático podrá realizarse con el propósito de crear en el área de excavación una sobrecarga local para reducir la magnitud de las expansiones del fondo producidas por la descarga del suelo, y así evitar la falla de fondo o eliminar la subpresión y excavar en seco.

El tiempo de bombeo y la profundidad del nivel de succión deberán fijarse de acuerdo con el criterio del proyectista, tomando las preparaciones necesarias para que el efecto del abatimiento quede prácticamente circunscrito al área de trabajo y así evitar, en lo posible movimientos exclusivos por consolidación en las zonas aledañas.

## **ABATIMIENTO DEL NIVEL FREATICO POR GRAVEDAD.**

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

- Perforación
- Colocación del ademe
- Colocación del filtro "Y"
- Colocación de bombas eectoras.

### **1.- LOCALIZACION DE LOS POZOS DE BOMBEO**

La localización de los pozos de bombeo se indicará en las especificaciones correspondientes.

### **2.- PROFUNDIDAD DE LOS POZOS DE BOMBEO**

La profundidad a la que se perforan los pozos de bombeo se indica también en las especificaciones correspondientes.

### **3.- PERFORACION DE LOS POZOS DE BOMBEO**

Los pozos tendrán un diámetro de 30 cm. debiéndose tener en cuenta que durante la perforación de éstos se utilice agua a presión. Por ningún motivo se deberá usar lodo para hacer la perforación de los pozos, porque se tapanían los poros del terreno al fraguar la bentonita.

### **4.- LIMPIEZA DE LAS PERFORACIONES**

Para tener las perforaciones en condiciones necesarias para instalar el equipo de bombeo dentro de ellas, éstas deberán estar libres de azolves. Para la limpieza se deben emplear cucharas de percusión con objeto de extraer el azolve grueso y después de terminar está operación, se debe lavar la perforación con agua a presión, se considerará que esta limpia hasta que el agua retorne libre de partículas. Por ningún motivo se instalarán el ademe y el filtro dentro de perforaciones que no se hayan limpiado.

## 5.- ADEMES DE LOS POZOS DE BOMBEO:

Antes de ademar la perforación como se explica posteriormente, será necesario mantenerla llena de agua hasta rebosar, para evitar que sus paredes se cierren. El diámetro de los ademes de los pozos de bombeo deberá adecuarse al equipo por utilizar, para extraer el gasto indicado.

## 6.- RANURADO DE LOS ADEMES:

Los ademes se ranurarán con objeto de que el agua por bombear penetre libremente a su interior. Las ranuras serán de 30 cm de longitud y 3 mm de ancho (1/8"). El porcentaje de arena de filtración del tubo no deberá ser menor del 3% ni mayor del 5% de arena perimetral del tubo.

## 7.- MALLA ALREDEDOR DEL ADEME.

Para evitar que el filtro de arena pase al interior del ademe, se deberá colocar una malla del número 8 alrededor del ademe, la malla ASTM deberá quedarse sujeta firmemente al ademe con objeto de que no se vaya a desprender durante las maniobras de instalación y deberán cubrir perfectamente las ranuras.

## 8.- FILTRO

Entre las paredes del pozo y las del ademe, se colocará un litro de arena gruesa y grava fina limpias, cuya granulometría esté comprendida entre los siguientes tamaños: 1.0 cm para el máximo y 0.25 cm para el mínimo. El material empleado deberá contener partículas de todos los tamaños intermedios y deberá cribarse y lavarse previamente a su colocación para eliminar todos los materiales finos que contenga y que pueden obstruir el filtro durante su funcionamiento.

9.- Con el fin de establecer el flujo hidráulico en el pozo y hacer con ello más eficaz el bombeo, después de colocado el ademe y el filtro se agitará el interior del ademe con una cuchara de percusión. Si esta operación no resulta suficiente para activar el flujo hidráulico, se arrojará hielo seco al fondo del pozo para que el monóxido de carbono liberado destape los espacios entre las partículas que hayan sido bloqueadas.

## 10.- BOMBAS

Las bombas que se emplearán deberán ser capaces de extraer el gasto indicado en cada proyecto, debiéndose instalar sistemas de aforamiento con objeto de verificar los volúmenes extraídos.

## 11.- PROFUNDIDAD DE INSTALACION DE LAS BOMBAS.

La profundidad de instalación de las bombas se especifica en el proyecto correspondiente.

## 12.- CONTROL.

Para el control del abatimiento del nivel freático, la contratista registrará en cada 12 horas, el gasto de extracción y el nivel dinámico de cada pozo, y con los datos registrados elaborará gráficas tiempos vs. nivel dinámico, así mismo, en caso de que se instalen en el tramo piezómetros para registrar el abatimiento del nivel freático, se tomará una lectura diaria y con los datos obtenidos se elaborarán gráficas tiempo vs. nivel piezómetro, para cada profundidad con la presión medida por los instrumentos.

## 13.- TIEMPO DE BOMBEO.

Salvo que se indique otro criterio, en el caso particular de cada tramo, el bombeo se iniciará dos días antes de empezar la excavación y se suspenderá en cada pozo después de que se haya colado la losa de piso correspondiente.

## 14.- LONGITUD DE BOMBEO

Salvo que se indique otro criterio, en el caso particular de cada tramo, la longitud del bombeo será de 30 m medida a partir del frente donde se esté construyendo la losa de piso, siempre y cuando estén colocados los muros tablestacas en una longitud no menor de 50 m a partir del hombro del talud.

## VI.6 ETAPAS DE EXCAVACION

Como ya se mencionó en el procedimiento general, la excavación, se realizará por celdas trabajando alternadamente éstas, se enumeran a continuación algunos aspectos generales de estas etapas:

- 1.- Se deberá respetar el orden y la secuencia de celdas por excavar.
- 2.- No se iniciará la excavación de la celda si no se abate previamente el N.A.F. conforme a lo indicado en la especificación correspondiente.
- 3.- Se empezará el bombeo 2 días antes de iniciar la excavación en la celda.
- 4.- Una vez iniciada la excavación, no se deberá suspender hasta alcanzar el nivel máximo de excavación y si por alguna razón se suspende la profundidad no deberá ser mayor de 5.00m.
- 5.- Antes de llegar al nivel máximo de excavación será necesario tener habilitado el total del acero de refuerzo de la losa de piso.
- 6.- Las etapas de excavación se podrán atacar en forma simultánea, alternadas.
- 7.- La excavación de las etapas 30 a 38, se llevará a cabo a cielo abierto delimitado por muros tablestaca y taludes, con inclinación 1:1 (horizontal - vertical ).

## VI.7 TABLETAS TT.

Las tabletas que se utilizarán para techar la estación son prefabricadas del tipo doble (TT). La utilización de estas tabletas sirven para acelerar a la obra ya que este tipo cuenta con un ancho de 3.00 m y cubren mas espacio que las tabletas tradicionales «TPQ» que se habían utilizado en anteriores líneas del metro.

Para la estación se utilizarán varios tipos de tabletas «TT» que varían esencialmente en el armado y longitud ya que la forma y el ancho de éstas es la misma, teniendo como longitud máxima 17.88 m.

A continuación se enlistan algunas características de estas tabletas:

– Concreto

Resistencia del concreto a compresión  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$

Resistencia a compresión cuando se cortan los alambres de presfuerzo  $f'c=280 \text{ Kg/cm}^2$

–Acero

Acero de refuerzo  $FY=4000 \text{ Kg/cm}^2$  en varillas del N° 2.50, (1/4") o mayores.

Acero de presfuerzo torones de  $\phi=1/2"$  de 7 alambres.

Resistencia mínima a la ruptura = 19000 Kg.

Presfuerzo inicial to. = 13700 Kg. por cada torón.

– Valor de la contraflecha calculada =0.4 cm con tolerancia de -0.5 a + 0.7 cm.

## VI.- FIRME DE COMPRESION

El firme de compresión se colocará sobre las tabletas para formar el techo de la estación al cual se le aplicará el impermeabilizante para proteger a ésta.

Este firme se constituirá con las siguientes características:

- Concreto clase 2 F' C=200 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Tamaño máximo de agregado grueso de 1 1/2"
- Acero de refuerzo de un FY=4000 Kg/cm<sup>2</sup>.

## VI.9 LASTRE

Es importante mencionar que debido al peso que se le quitó al terreno, este se deberá compensar restituyéndose con la estructura de la estación para estabilizar el lugar, para lo cual además de ésta será necesario lastrar la zona de influencia.

Los materiales que se utilizarán para lastrar la estación serán tepetate y concreto simple en las zonas donde indique el proyecto correspondiente. Este lastre se colocará en donde el proceso de estructuración lo permita.

En las zonas donde se ubicarán las escaleras electromecánicas el lastre se colocará una vez que estén instaladas éstas y en las escaleras convencionales el lastre se colocará por etapas hasta alcanzar el nivel requerido en proyecto.

Es de suma importancia, hacer mención de las zonas que indica el proyecto, se debe lastrar hasta que la proyectista dé su autorización, debido a que se revisará primeramente el comportamiento de la estructura con el terreno por medio de lecturas de nivelación y, así decidir si es necesario agregarle mas peso (lastre) a ésta.

## VI.10 RESTITUCION DEL PAVIMENTO

La estructura del pavimento estarpa constituida por una carpeta de concreto asfáltico, apoyada sobre una capa de base, de sub-base y una de sub-rasante.

a) Capa sub-rasante. Se colocará la sub-base con un espesor mínimo de 30 cm, la cual se deberá colocar en dos capas de 15 cm. de espesor máximo compacto cada una, alcanzando el 95% de su P.V.S.M.

b) Capa de sub-base. La sub-base tendrá un espesor de 15 cm. y se colocará en una sola capa, compactando esta hasta alcanzar el 95% de su P.V.S.M.

c) Capa de base. Cuyo espesor será de 15 cm. este material se colocará en una sola capa.

El material se tenderá y compactará hasta alcanzar un grado del 100% de su P.V.S.M.

La tolerancia en niveles tanto para la base como para la sub-base sera de  $\pm 1.00$  cm, debiendo tener las pendientes transversales y longitudinales de proyecto, las cuales deberán darse desde la sub-rasante con el propósito de que los espesores de las capas del pavimento sean uniformes.

d) Riegos asfálticos. Riego de impregnación; sobre la base hidráulica, superficial seca y barrida, se aplicará un reigo de impregnación, usandod un producto asfáltico rebajado del tipo FM-1, a razón de 1.5 a 1.8 lt/m<sup>2</sup>. El riego del material asfáltico deberá hacerse de preferencia en las horas más calurosas del día, la penetración del riego no deberá ser menor de 4 mm. y la Absorción total deberá presentarse en no más de 24 horas.

La base impregnada deberá ser cerrada al tránsito por un lapso mínimo de 48 horas.

Riego de liga; Previo al tendido de la carpeta y 48 horas después del reigo de impregnación, se deberá aplicar un riego de liga con producto asfáltico FR-3 a razón de 0.5 a 0.7 Lt/m<sup>2</sup>. aproximadamente.

Se deberá dejar transcurrir un tiempo no menor a 30 minutos para que el material asfáltico de riego de liga adquiera la viscosidad adecuada.

e) Carpeta de concreto asfáltico. La carpeta de concreto asfáltico se construirá con un espesor de 7.5 cm. para calles de primera importancia y 5 cm. para calles secundarias. El material que se emplee para esta carpeta se preparará con cemento asfáltico no. 6 y material petreo triturado cuyo tamaño máximo será de 25.4 mm. (1"). Esta capa deberá compactarse al 95% de su P.V.

El concreto asfáltico deberá tenderse a una temperatura no menor a 110° C con un espesor uniforme; inmediatamente después del tendido y cuando la temperatura del mismo esté entre 80° y 110° C, se deberá planchar uniforme y cuidadosamente por medio de una aplanadora tipo tandem de 6 a 8 toneladas. Este planchado deberá efectuarse longitudinalmente a media rueda, a continuación se compactará la carpeta en formación utilizando compactadores de llantas neumáticas de 4 a 7 toneladas, la compactación de la carpeta deberá terminarse a una temperatura no menor de 70° C.

f) Riego de sello. Una vez recibida la carpeta asfáltica y que esta haya adquirido la temperatura ambiente, deberá barrerse y dejarse libre de impurezas, para posteriormente aplicar cemento portland tipo I en seco a razón de 0.75 kg/m<sup>2</sup>. tallandose enérgicamente con cepillos de fibra contra la superficie a fin de que penetre en la carpeta asfáltica. Después se adicionará agua a razón de 1 a 1.5 lts./m<sup>2</sup>. aproximadamente para formar una lechada de consistencia media la cual se distribuirá y tallará en la forma descrita hasta lograr una superficie uniforme.

## **VII. SELLADO DE FILTRACIONES**

## VII SELLADO DE FILTRACIONES

### VII.1 ALTERNATIVAS PARA ELIMINAR LAS POSIBLES FILTRACIONES QUE SE PRESENTEN EN LA LINEA DEL METRO.

En este escrito se indica el procedimiento que deberá seguirse para llevar a cabo el sellado de humedades y filtraciones que pudieran presentarse en los tramos de las estaciones de la línea B del metro.

#### GENERALIDADES.

A continuación se mencionan los sitios más probables de la estación del metro donde se pueden detectar filtraciones o humedades de acuerdo a lo observado en obra.

Junta entre muros tablestaca: Este tipo de filtración se presenta generalmente por causa de una contaminación parcial en la junta o por azolves en el fondo de la zanja durante el colado del muro.

Cuerpo del muro tablestaca: La causa de este tipo de humedad o filtración obedece a la contaminación del concreto durante el colado, dejando el elemento con fisuras o porosidades, por donde se filtra el agua.

Junta transversal en losa de fondo: Este tipo de humedad o filtraciones se presentan en las juntas de colado de losas de fondo, las cuales se van dejando en cada etapa de excavación, la causa de esta filtración se debe generalmente a la colocación imprecisa de la banda de P.V.C. en el colado de cada etapa.

Junta de losa de fondo y muro tablestaca: Este caso generalmente se presenta cuando se tiene un muro con concreto contaminado en el punto de unión con la losa o debido a que el concreto de dicha losa fue poco vibrado durante el colado.

Junta de losa de techo y muro: en este punto del cajón las filtraciones se presentan más frecuentes en los tramos más profundos y de forma ocasional en los tramos superficiales, el motivo de la filtración se debe a una junta de colado entre el muro y la losa, el firme de compresión la cual queda expuesta al nivel freático.

**Juntas de colado en muros estructurales:** Al igual que las filtraciones en las juntas transversales de losa de fondo, la principal razón del problema es la colocación imprecisa de la banda de P.V.C. durante el colado del muro.

**Pozos de bombeo:** En algunos casos es necesario dejar perdidos en los elementos estructurales del cajón los puntales utilizados durante la excavación, generando así juntas frías en el concreto.

**Taquetes de instalaciones eléctricas:** Al llevar a cabo la perforación para instalar taquetes en los muros, se llegan a provocar fisuras o grietas en este que pueden ser puntos de filtración o humedad.

### SOLUCIONES PARA CADA CASO:

Previo al inicio de cualquier tratamiento, se deberán obturar las canalizaciones existentes a través de las cuales se ha dado una solución provisional a las filtraciones. Esta obturación consistirá en cortar y doblar las mangueras por su extremo superior y amarrar las mismas, es decir, las canalizaciones se deberán cancelar.

A continuación se describe cada una de las soluciones así como en que caso deberá aplicarse el tratamiento.

El tipo de tratamiento a utilizar dependerá del sitio donde quede ubicada la filtración, así como de la magnitud que presente ésta.

Con el objeto de poder clasificar la filtración en cuanto a su magnitud, se utilizará la siguiente nomenclatura:

**H-F Humedades fuertes:** tienen apariencia brillante en el área afectada y además una ligera capa de agua perceptible al tacto.

**H-M Humedades medias:** son aquellas que se perciben visualmente y presentan una apariencia brillante en el área afectada.

**H-L Humedades ligeras:** Son aquellas humedades que solo son perceptibles al tacto.

**F-F Filtraciones fuertes:** tienen apariencia brillante en la superficie y un escurrimiento intenso en la zona.

**F-M Filtraciones medias:** La superficie presenta una apariencia brillante y escurrimiento ligero.

**F-L Filtraciones ligeras:** Tiene apariencia brillante en la superficie y un escurrimiento apenas perceptible.

Una vez ubicado el sitio de la filtración y clasificada ésta, de acuerdo con su magnitud se deberá aplicar el tratamiento correspondiente de acuerdo con lo que a continuación se indica:

#### I.- Caso «A»

Para los casos donde la filtración quede ubicada en el cuerpo de los muros tablastaca, junta transversal de losa de fondo, junta de colado en muros estructurales, ademe de pozos de bombeo y/o puntales ahogados, con una magnitud correspondiente al F-L ó H-F.

1).- Una vez localizada la zona por donde se introduce el agua a la estación del metro, se procederá a realizar cortes en el concreto, ya sean sesgados o cuadrados, como se indica en la figura N° 1.-

2).- Para llenar el espacio de los cortes realizados en el concreto se utilizará un cemento hidráulico de fraguado instantáneo llamado "Aquaplug", éste se deberá preparar en un recipiente semiesférico de superficie lisa en cantidades no mayores de 150 grs. este material se deberá humedecer con agua limpia hasta obtener una mezcla pastosa y uniforme, procurando no amasar ni mover en exceso dicha mezcla para que el producto no pierda sus propiedades. Hecha la mezcla se deberá mantener en las manos durante uno o dos minutos hasta que se sienta un ligero calor; procediendo de inmediato a colocar el aquaplug en las zonas por rellenar, ejerciendo la operación hasta llenar por completo los cortes realizados en el concreto.

3).- Diez minutos después de aplicado el aquaplug, se procederá a enrasar la superficie desde el centro y hacia las orillas de la misma en el sentido longitudinal.

4).- Concluido lo anterior, se deberá preparar la superficie para recibir el recubrimiento impermeable, limpiándola con cepillo de alambre hasta dejar una superficie áspera. El área por limpiar estará limitada de tal manera que cubra hasta 0.50 m a cada lado de la humedad producto del efecto de la filtración. Una vez lista la superficie, se deberá humedecer con agua limpia antes de la aplicación del recubrimiento.

5).- El recubrimiento impermeable será "sellotex" gris con agua; el proporcionamiento de esta mezcla será 25 kg de sellotex gris por 8 litros de agua limpia.

La aplicación de la mezcla agua-sellotex gris se hará con brocha de ixtle y en una sola dirección, a razón de 1 kg/m<sup>2</sup>.

6).- Cuarenta minutos después de la aplicación del sellotex gris se deberá humedecer nuevamente la superficie tratada.

7).- Después de 6 horas, se deberá aplicar una capa de refuerzo integrada por «Sellotex UH» (uso hidráulico) a razón de 2 Kg/m<sup>2</sup>, solo que en este caso la aplicación se hará con llana; para esto se deberá humedecer la superficie y se preparará el material mezclando 30 kg del mismo en una cubeta con 8 litros de agua limpia.

8).- Finalmente, cuarenta y cinco minutos después de la aplicación de la capa de refuerzo, se deberá humedecer nuevamente la superficie.

9).- El agua que se utilizará para la elaboración de ambas mezclas, no deberá contener materia orgánica o sedimentos que resulten nocivos o perjudiciales a la mezcla.

## II.- Caso « B »

Este caso se aplicará cuando la filtración quede localizada en el cuerpo del muro tablestaca o muro estructural, en la junta de colado de losa de fondo o muro estructural y/o en la junta entre muro tablestaca y losa de fondo, para una magnitud de filtración de tipo H-M o H-L.

1.- Este tipo de sellado consistirá únicamente en la aplicación de las indicaciones descritas a partir del inciso 4) del caso «A», aplicando el recubrimiento y su refuerzo en toda el área por impermeabilizar.

## III.- Caso «C».

En este tratamiento se aplicará cuando la filtración se ubique en la junta entre la losa de fondo y el muro tablestaca y su magnitud correspondiente al tipo H-F, F-L, F-M, o F-F.

1.- Una vez localizada la zona por donde se introduce el agua, se realizará una limpieza con cepillo de alambre hasta dejar una superficie áspera, para proceder a colar un chaflán de concreto simple con aditivo estabilizador de volumen en impermeabilizante integral, ver figura N° 2.

2.- Una vez que el chaflán de concreto alcance su fraguado se deberá inspeccionar el sitio, con el objeto de verificar si se presentan humedades ligeras, que en su caso se deberán tratar con el procedimiento de los casos «B».

## IV.- Caso «D».

Para prevenir posibles filtraciones en las perforaciones para fijar instalaciones eléctricas en los muros de la estación, se deberá instalar un taquete que a la vez selle el barreno del muro.

Se podrá instalar un taquete con algún empaque que al introducirlo en el barreno cierre los posibles huecos; o se podrá aplicar sellador como silicón dentro del barreno, previamente a la colocación del taquete.

#### V.- Caso «E»

Este caso corresponde al tratamiento que se deberá aplicar a las filtraciones que se localicen en la junta de losa de techo y muro.

1.- Para la reparación de este tipo de filtración se procederá a calafatear la ranura entre la losa de techo y el muro con un sellador a base de materiales bituminosos, de consistencia pastosa como "sellalit 300 de Proconsa" o similar.

2.- Previamente, se deberá limpiar la superficie a sellar dejándola libre de polvo y grasa.

3.- Se procederá a aplicar el Sellait 300 con espátula, pistola calafateadora o llana metálica procurando mojar la herramienta con petróleo diáfano para evitar que se adhiera el sellalit a las mismas.

#### IV.- Caso «F»

Este procedimiento se aplicará a las filtraciones que se localizan en la junta entre muros tablestaca o en el cuerpo de los mismos, cuya magnitud sea F-F y F-M.

El procedimiento consistirá en calafatear la zona de filtraciones o inyectar en la parte posterior del muro.

A continuación se describen los trabajos que deberán realizarse para la ejecución de este tratamiento:

##### 1.- CALAFATEO

a) Una vez destacada la zona de filtraciones, se procederá a calafatear esta áreas, para lo cual se deberá hacer una limpieza de la misma hasta dejarla libre de lodo y restos de suelo pegado al concreto.

b) Concluido lo anterior, se rellenaran los huecos que se detecten en la junta entre muros, mediante un colado con concreto con aditivo estabilizador de volumen el cual deberá aplicarse en etapas de colado de 1.00 m de abajo hacia arriba hasta alcanzar el nivel integrados de la estación.

c) Para las zonas donde la filtración se localice en el cuerpo del muro tablestaca, se deberá efectuar una demolición de la parte contaminada del muro y recolar de acuerdo con lo indicado en el inciso anterior.

d) Una vez que el concreto adquiera su fraguado inicial, se procederá a aplicar un tratamiento en la superficie a base de sellotex de acuerdo con lo indicado en el caso «B».

## 2.- PERFORACION.

Si el tratamiento de calafateo no logra sellar totalmente las filtraciones, se deberá aplicar un tratamiento de inyección en la parte posterior del muro de acuerdo con lo que se indica a continuación:

Definida la zona de filtraciones deberán realizarse perforaciones (barrenos) con un diámetro comprendido entre 1" y 2"; las perforaciones deberán penetrar en el terreno 0.50 m contados a partir del paño exterior del muro tablestaca (ver figura N° 3) colocándose en ellas segmentos de tubo galvanizado por los cuales se inyectará la mezcla, sellando previamente la parte superior del tubo alrededor de la perforación para evitar fugas durante la inyección.

En caso de que alguna varilla perteneciente al armado de los muros interfiera con la realización total de un barreno, este deberá reubicarse y hacerse nuevamente, debiendo rellenar la perforación original con un mortero cemento-arena en proporción 1:3 y aplicando finalmente sobre dicho mortero capas de selladores sellotex gris y sellotex UH en forma similar a lo indicado anteriormente.

## 3.- MEZCLA DE INYECCION

La mezcla a utilizarse deberá prepararse con los materiales y proporciones siguientes:

Agua cemento en peso	3:1
Bentonita	3% máximo en el peso del cemento.
Sika Sigunit	2 a 4% en peso del cemento

Estos materiales deberán cumplir con los requisitos que se indican a continuación:

Al agua no deberá contener materia orgánica o sedimentos que resulten nocivos o perjudiciales a la mezcla.

La bentonita deberá usarse con una relación bentonita agua que no exceda del 3% en peso del agua considerando una relación entre agua y cemento de 3:1 con un tiempo mínimo de hidratación de 8 horas. El cemento a utilizar será tipo I.

#### 4.- VOLUMEN Y PRESION DE INYECCION

Se iniciará la inyección de la mezcla especificada y se suspenderá cuando se haya inyectado un volumen máximo de 1.0 m<sup>3</sup> en cada barreno o bien cuando se alcance una presión de 0.5 Kg/cm<sup>2</sup> como máximo en cada barreno.

Después de haber efectuado este proceso de inyección en una determinada zona de filtraciones si estas aún continúan apareciendo se deberá inyectar un volumen adicional a la mezcla de 0.25 m<sup>3</sup> por barreno, provista de algún material obturante como mica o similar, cuya proporción estará en función de la magnitud de las filtraciones.

#### 5.- SECUENCIA DE INYECCION

El proceso de inyección en los barrenos deberá iniciarse en aquellos que se localizan en la periferia del área de influencia de dichas filtraciones, terminando la inyección en los barrenos del centro de la misma.

Este tratamiento se podrá aplicar en las filtraciones cuya nomenclatura corresponda a F-F o F-M, y se presenten en los muros tablestaca estructurales de la estación.

Para las filtraciones que se localizan en el muro tablestaca estructural se pueden presentar los siguientes casos para la realización de los barrenos y el sellado de los mismos.

Cuando las filtraciones se localicen sobre los muros tablestaca estructurales, las perforaciones deberán hacerse sobre estos, de manera que se conforme una cuadrícula al tresbolillo en toda el área donde se generan dichas filtraciones; la separación entre barrenos centro a centro será de 1.0 m en ambos ejes de la cuadrícula (ver figura N° 4).

Cuando las filtraciones se localicen en las juntas de colado de los muros, se deberá aplicar el proceso de inyección, tomando en consideración las siguientes observaciones:

a) Los barrenos deberán hacerse a cada lado de la junta, ubicados al tresbolillo y separados a la misma distancia horizontal comprendida entre 30 y 50 cm.

b) La separación vertical entre barrenos de un mismo muro, será como máximo de 1.0 m (ver figura N° 4b).

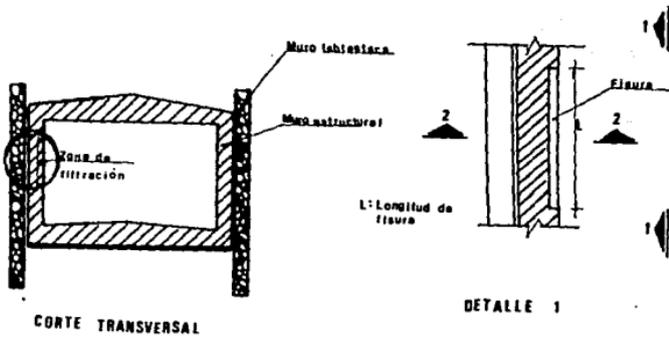
#### NOTAS IMPORTANTES:

1.- Para una determinada zona de filtraciones, el proceso de inyección en los barrenos deberá iniciarse en aquellos que se localicen en la periferia del área de influencia de dichas filtraciones, terminada la inyección en los barrenos del centro de la misma.

2.- Un barreno se considera sellado cuando en él se haya inyectado el volumen total especificado o bien cuando se haya alcanzado la presión máxima especificada.

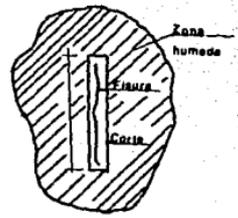
3.- Los barrenos se deberán realizar de preferencia en forma perpendicular al área afectada, y solo en aquellos casos en que esto no sea posible, se harán con la inclinación necesaria para facilitar su ejecución.

4.- cuando el barreno no haya perforado el muro estructural en su totalidad, este se deberá rellenar con un mortero cemento arena en proporción 1:3 aplicando finalmente sobre dicho mortero capas de selladores sellotex gris y sellotex UH en forma similar a la indicada anteriormente.

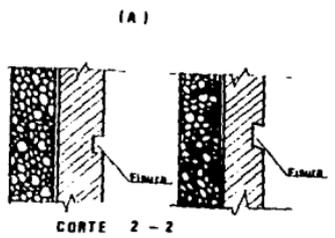


CORTE TRANSVERSAL

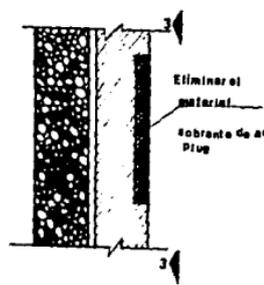
DETALLE 1



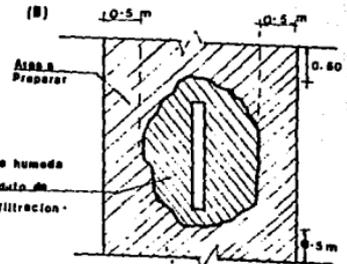
VISTA FRONTAL 1-1



Tipos de cortes en zona de fisura



DETALLE 2

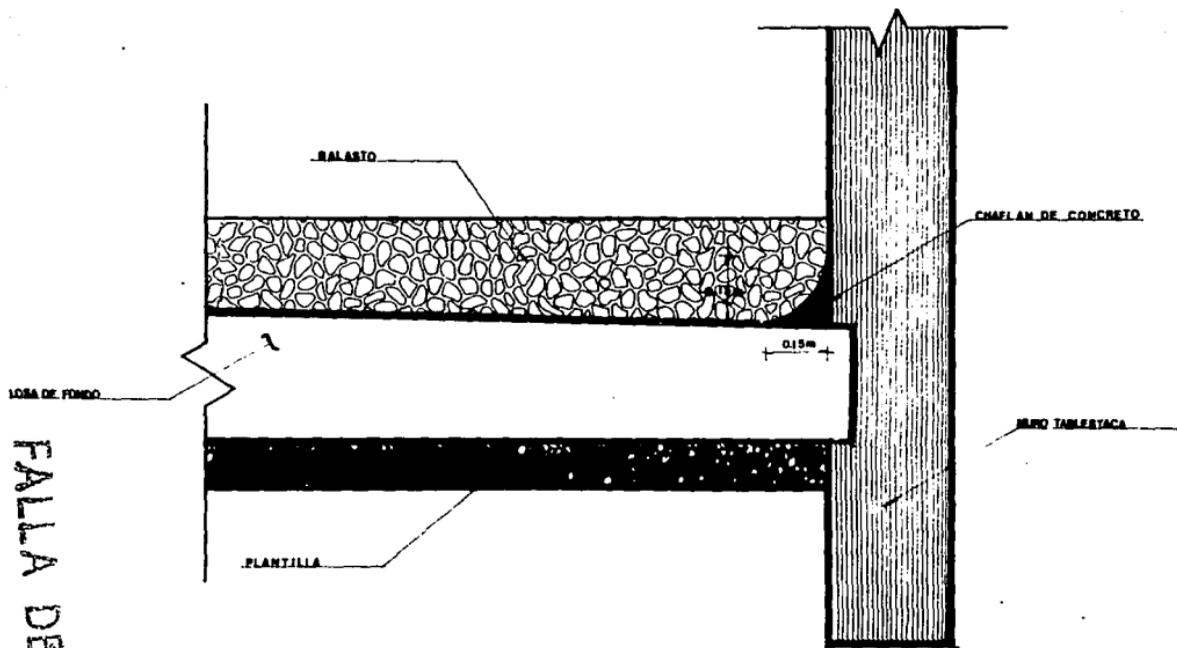


CORTE 3-3 FRONTAL

Humedecimiento y Preparación de la superficie

FALLA DE ORIGEN

# SELLADO DE JUNTA DE LOSA DE FONDO Y MURO TABLESTACA

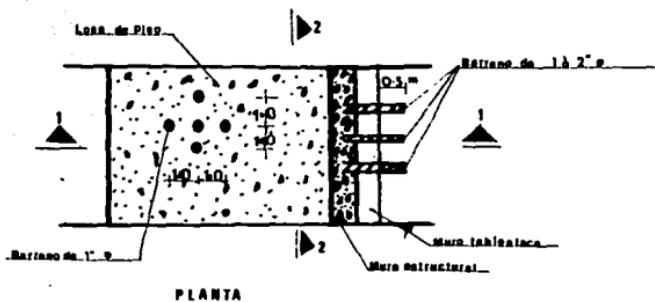


FALLA DE ORIGEN

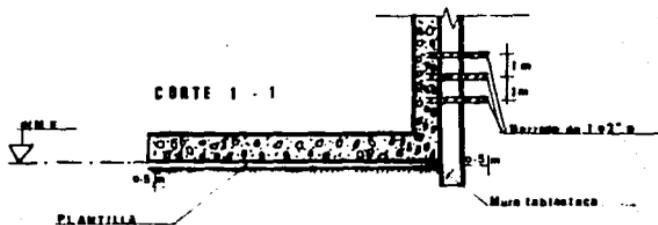
FIG 2

169

# INYECCION LOCAL

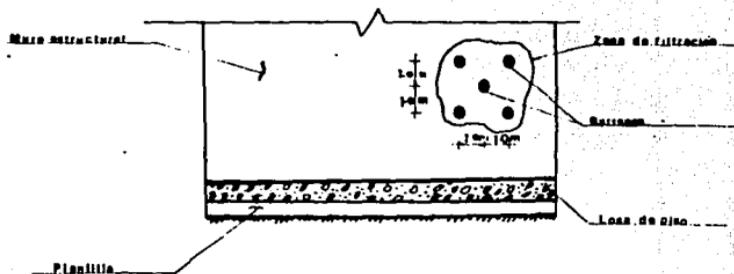


PLANTA

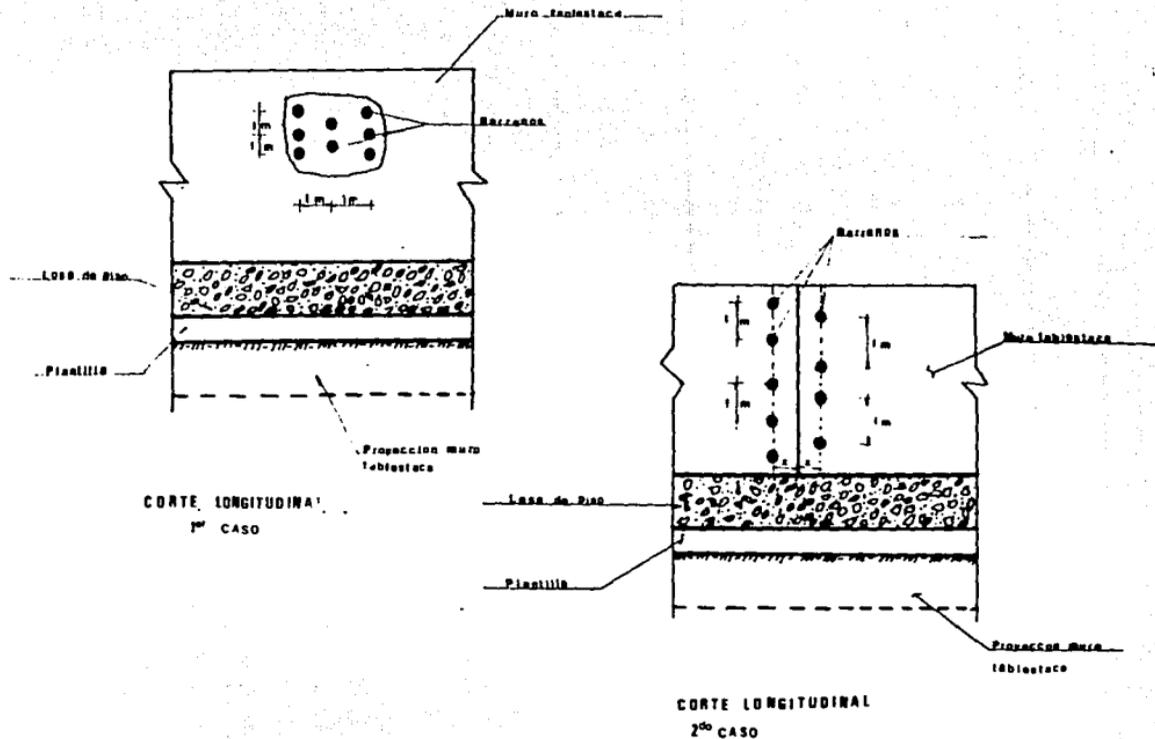


CORTE 1 - 1

PLANTILLA



CORTE 2 - 2



## **VIII INYECCION DE AGUA ALREDEDOR DE LA ESTACION**

## **VIII.- Inyección de agua alrededor de la estación.**

### **INSTALACION DE POZOS DE INYECCION DE AGUA, UBICADOS ALREDEDOR DE LA ESTACION GARIBALDI LINEA B DEL METRO.**

En este documento se indica el procedimiento que deberá seguirse para llevar a cabo la instalación de pozos de inyección de agua en las zonas adyacentes a la estación Garibaldi de la línea B del metro.

#### **GENERALIDADES**

Con el propósito de recuperar el nivel piezométrico en los estratos permeables del subsuelo, que se pudieran abatir por las filtraciones encontradas durante los trabajos de excavación de la estación Garibaldi, será necesario inyectar agua a través de pozos instalados como se indica en este escrito.

La ubicación de los pozos de inyección se indica en la figura # 1, su instalación se hará por fases, debiéndose concentrar todos los recursos disponibles en la ejecución de las primeras en el orden secuencial que se indica, de manera que conforme se vayan concluyendo los trabajos de perforación de la primera fase, se iniciarán los de la segunda y así sucesivamente para cada una de ellas y cada actividad que a continuación se enlista.

#### **LA SECUENCIA POR FASES SE INDICA A CONTINUACION:**

La primera fase.- Comprenderá los pozos de inyección localizados en la esquina de Cajón, de Rayón y Eje 1 Norte (ver figura # 1).

La segunda fase.- Corresponderá a los pozos que se encuentran en la acera oriente del Eje 1 Norte, de la calle Allende hacia el norte (ver figura # 1).

La tercera fase.- Comprenderá la instalación de cuatro pozos en el paramento norte del Eje 1 Norte al lado norte de la esquina con la calle Allende (ver figura # 1).

La cuarta fase.- Abarca la instalación de los pozos localizados cerca de la cabecera oriente de la estación Garibaldi en las aceras norte y sur del Eje 1 Norte (ver figura # 1).

La instalación del sistema de inyección para cada fase comprenderá las siguientes etapas:

- A) Instalación de piezómetros.
- B) Perforación.
- C) Colocación del Ademe.
- D) Colocación del filtro.
- E) Taponamiento en la parte superior del pozo.
- F) Suministro de agua a los pozos de inyección.

#### A) INSTALACION DE PIEZOMETROS

Para verificar la variación del nivel de agua ocasionado por la inyección, se instalarán piezómetros abiertos como se indica en la figura # 1, a una profundidad de 16 m., nivel donde se localiza el estrato permeable. Los piezómetros se deberán instalar antes que se inicie la inyección y se tomarán lecturas diariamente antes y durante la inyección.

El piezómetro deberá estar perfectamente sellado en sus uniones y tener un sello en la parte superior que evite la fuga de agua, en caso de que llegue a comunicarse con algún pozo de inyección.

#### B) Perforación.

1a.- Localización de los pozos de inyección: los pozos quedarán ubicados en los sitios que se indican en la figura # 1.

2a.- Profundidad de los pozos: los pozos para inyección se desplantarán hasta los 16 m. de profundidad, nivel en el cual se localiza el estrato permeable, debiéndose verificar en cada uno de los casos que el desplante coincida efectivamente con el lecho inferior de dicho estrato.

3a.- Perforación de los pozos: la perforación tendrá un diámetro de 30 cm.; como herramienta de perforación se deberá utilizar broca de aletas y escalonada y por ningún motivo se deberá usar tricónica. El fluido de perforación deberá ser única y exclusivamente agua, por ningún motivo se podrá utilizar lodo bentonítico.

4a.- Limpieza de perforación: una vez que se haya localizado la profundidad de la perforación, el fondo de ésta deberá limpiarse con una cuchara de percusión para retirar el azolve grueso, posteriormente se lavará con agua a presión, la perforación se considera limpia hasta que el agua retorne libre de partículas de suelo.

5a.- Protección de la perforación: una vez concluida la perforación y su limpieza, ésta se deberá proteger llenándola de agua hasta rebosar.

### C) COLOCACION DEL ADEME.

Los ademes de los pozos de inyección serán de 6" de diámetro y deberán ranurarse con el objeto de que el agua por inyectar fluya hacia la masa de suelo. Estos ademes podrán ser los mismos utilizados para los pozos de bombeo.

La parte superior del ademe deberá quedar sin ranurar en una longitud de 3.50 m. para evitar inyectar agua en el espesor correspondiente al estrato superficial.

El espacio libre entre las paredes de la perforación y el ademe será ocupado por un filtro, por lo tanto, para evitar el paso de partículas de éste al interior del ademe, deberá colocarse una malla del # 8 alrededor del ademe, la cual estará bien sujeta para evitar que se desprenda durante la maniobra de instalación.

#### D) COLOCACION DEL FILTRO

El espacio libre entre las paredes de la perforación y el ademe será ocupado por un filtro, constituido por grava fina y arena gruesa, la granulometría de este material estará comprendida entre los siguientes tamaños: 1.0 cm. como máximo y 0.25 cm. como mínimo. La distribución granulométrica deberá ser uniforme entre los tamaños máximos y mínimos señalados, previo a la colocación del filtro deberá lavarse el material filtrante y posteriormente deberá ser colocado hasta un nivel mayor de 50 cm. al ademe ranurado (ver figura # 2).

#### E) TAPONAMIENTO DE LA PARTE SUPERIOR DEL POZO

Una vez que se haya instalado el material del filtro se colocará un tapón constituido por bolas de «bentonita» seca de 3 cm. de diámetro; el tapón se colocará a partir del nivel superior del material de filtración hasta una altura de 1.50 m. (ver figura # 2).

Por ningún motivo se podrá colocar la bentonita en polvo.

El espacio restante entre el tapón de bentonita y el nivel de terreno natural, se sellará con concreto simple como se indica en la figura # 2.

#### F) SUMINISTRO DE AGUAS A LOS POZOS

Posteriormente a la colocación del ademe, filtro y taponamiento se instalará un tanque elevado con una altura de 2.00 m. sobre la superficie de la banqueta (fig. # 3). El tanque estará comunicado por un tubo o manguera de 1" de diámetro con los pozos de inyección. Deberá verificarse que en la instalación no haya fugas para evitar la pérdida de presión y agua. El suministro de agua al tanque elevado se realizará a través de un depósito o pipa en la superficie, de donde se bombeará el fluido hacia el tanque. Este deberá mantenerse lleno, por lo cual el suministro deberá ser mayor al consumo de inyección, teniendo que captar el agua excedente hacia el depósito o pipa en la superficie (ver figura # 3).

Como alternativa, el suministro de agua a los pozos de inyección se podrá realizar a través de un circuito constituido por un depósito de agua; como los utilizados para el sistema de bombeo por gravedad en las excavaciones del Metro; una bomba y tuberías de conexión con los pozos de inyección. Se formará un circuito mediante una tubería principal de la cual se conectarán tuberías secundarias que conectarán con los pozos de inyección. La presión del agua (que se generará con la bomba), deberá permanecer siempre constante y con un valor de 0.2 kg/cm<sup>2</sup>. La presión del agua se controlará mediante una válvula reguladora la cual podrá abrirse o cerrarse de acuerdo con la lectura que se registre en el manómetro del circuito (ver figura # 4).

El depósito de agua se deberá mantener lleno y será necesario verificar el volumen de consumo de agua que se inyecta en periodos de 8 horas, llevándose un registro y debiéndose enviar copia a Ica Ingeniería.

#### Notas importantes:

1.- El agua para la inyección deberá ser limpia y libre de partículas sólidas, por ningún motivo se podrá utilizar agua tratada.

2.- Las lecturas de los piezómetros se deberán enviar a Ica Ingeniería con el propósito de determinar el comportamiento de los niveles piezométricos con respecto a la inyección.

3.- Si durante la instalación de los piezómetros y/o pozos de inyección se encuentran obstáculos que interfieran con la perforación, se podrán reubicar éstos al sitio más cercano debiendo notificarlo posteriormente a Ica Ingeniería.

# LOCALIZACION DE POZOS DE INYECCION

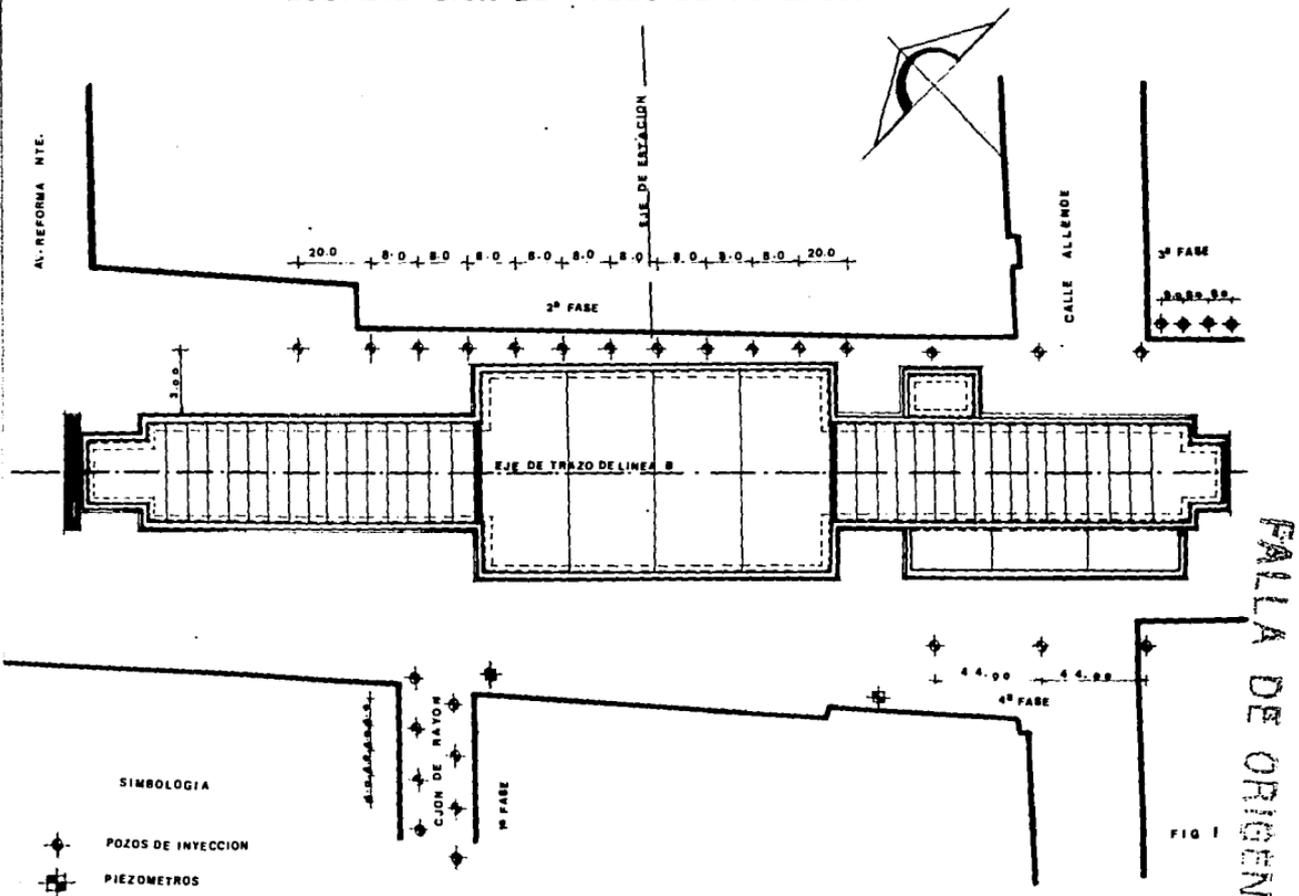
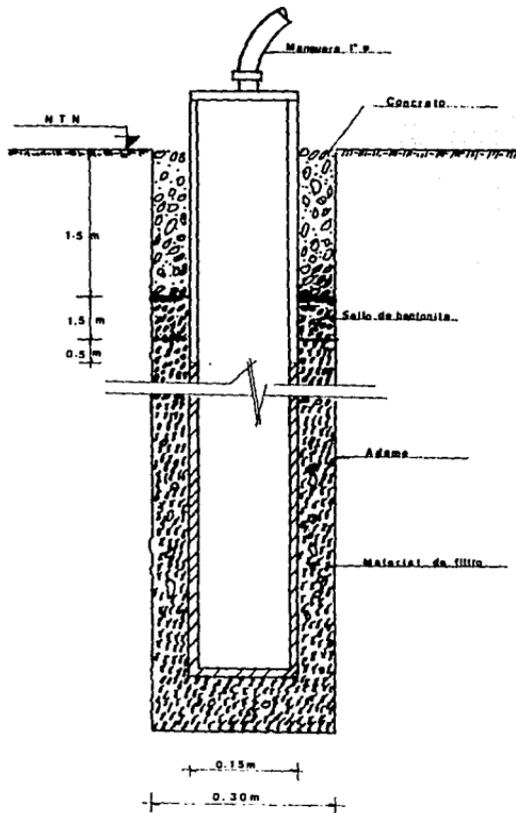
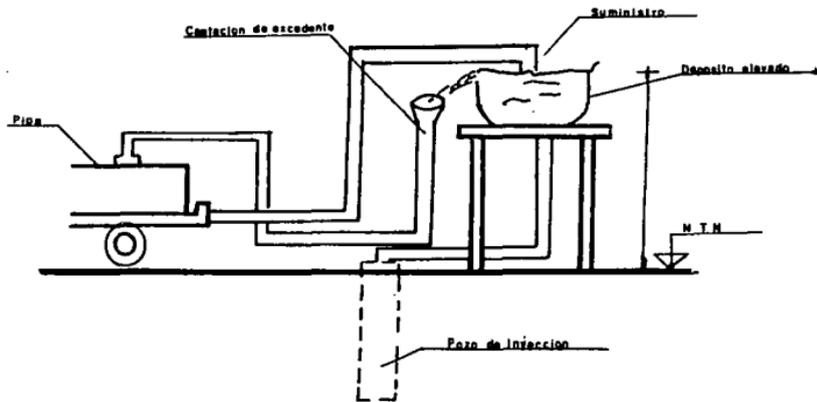


FIG 1



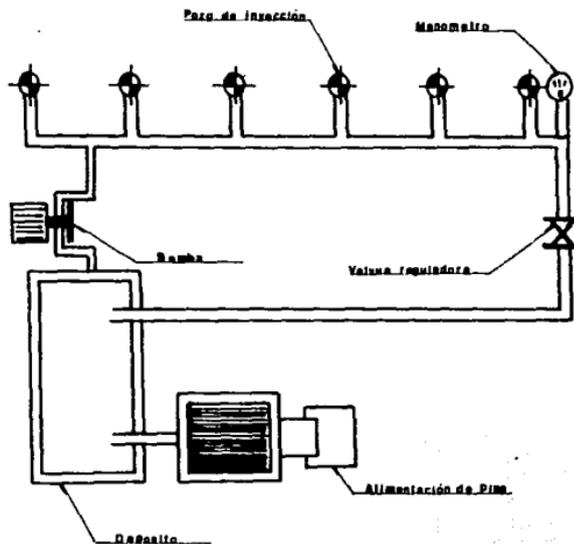
**INSTALACION DE POZO DE INYECCION**

## SISTEMA DE INYECCION CON TANQUE ELEVADO



FALLA DE ORIGEN

## Sistema de inyección para batería de pozos



FALLA DE ORIGEN

## **IX. CONTROL DE CALIDAD**

## IX.- Control de calidad de Materiales.

### Control de calidad.

Durante la construcción de la obra se obtendrán muestras representativas de los materiales utilizados en esta; las cuales se calificarán de acuerdo a lo indicado en el proyecto de las normas y especificaciones para cada material en su caso y en las pruebas indicadas con el representante, determinar la calidad del material.

Todos los resultados de las pruebas obtenidas efectuadas en las muestras de los materiales, según los procedimientos establecidos en la norma específica de cada material, se comparan con los requisitos y tolerancias de calidad requeridos en dichos especificaciones, para establecer si se aceptan, rechazan o en que condiciones podrán usarse de acuerdo al proyecto.

Si el representante autoriza que el muestreo y ensaye de los diferentes materiales utilizados en la obra se efectuen por un laboratorio diferente al autorizado inicialmente, el contratista se comprometerá a obtener del proveedor el permiso suficientemente amplio y permanente, para que el personal nombrado por el representante verifique que el muestreo y los métodos de prueba utilizados para determinar la calidad de dichos materiales y en consecuencia aceptar o rechazarlos.

La verificación de los requisitos de calidad deben ser una confirmación de que los materiales y productos utilizados en la construcción de la obra, cumplan con la calidad especificada, para la cual se deberán efectuar todas las etapas involucradas del procedimiento y controles necesarios en la selección de los mismos y la obtención del producto hasta su utilización en las estructuras para que así, que propicien alcanzar la calidad solicitada.

A continuación se enlistan frecuencias de muestreo de materiales establecidas en la construcción del metropolitano Línea "B".

Este programa está basado fundamentalmente, en las especificaciones para construir y en el solo se han tomado en cuenta los materiales que mas se utilizan en esta obra.

El control de calidad es una parte importante en el desarrollo de una obra, ya que

con éste podemos garantizar una buena ejecución y siendo la calidad de los materiales uno de los objetivos primordiales en la construcción del Metro se implemento un programa de frecuencia de muestreos así como el tiempo de entrega después de ensayarse.

Se anexa a continuación listado de frecuencia y entrega de los materiales que se ensayan en la Línea B del Metro.

# PROGRAMAS DE PRUEBAS Y ENSAYES DE LABORATORIO

MATERIAL	FRECUENCIA
1.- Concreto hidráulico	
Revenimiento y control de tiempo	1 prueba por olla (para concreto hecho en planta) 1 prueba por cada 5 bachadas (para concreto hecho en obra)
Resistencia a la compresión simple	5 cilindros por cada 40 M3 ó fracción (Para concreto hecho en planta) 5 Cilindros por cada 3 m3 o fracción (Para concreto hecho en obra)
Resistencia a la flexión	5 Vigas por cada 40 M3 o fricción
Peso volumétrico fresco	1 prueba / día / planta
Agua	1 prueba / año / planta
Agua Tratada	1 prueba / mes / planta
Cemento	1 prueba / mes / planta
Clasificación Petrográfica de Agregados	1 prueba / mes / planta
Granulometría	1 prueba / mes / planta
Coefficiente volumétrico	1 prueba / mes / planta
Densidad y absorción	1 prueba / mes / planta
Materia Orgánica	1 prueba / mes / planta
Sanidad	1 prueba / mes / planta
Abrasión	1 prueba / mes / planta
Reactividad potencial de agregados	1 prueba / año / planta

# PROGRAMAS DE PRUEBAS Y ENSAYES DE LABORATORIO

MATERIAL	FRECUENCIA
Ensaye Marshall (estabilidad y flujo)	1 prueba / cada 200 M <sup>3</sup>
Asfalto empleado en peso del pétreo	1 prueba / cada 200 M <sup>3</sup>
Cemento asfáltico en peso de mezcla	1 prueba / cada 200 M <sup>3</sup>
Densidad del pétreo	1 prueba / cada 200 M <sup>3</sup>
Peso volumétrico	1 prueba / cada 200 M <sup>3</sup>
Peso volumétrico Max. Teórico	1 prueba / cada 200 M <sup>3</sup>
Cemento Asfáltico en volumen	1 prueba / cada 200 M <sup>3</sup>
Pétreo en volumen	1 prueba / cada 200 M <sup>3</sup>
De Vacíos	1 prueba / cada 200 M <sup>3</sup>
De vacíos del material pétreo	1 prueba / cada 200 M <sup>3</sup>
de vacíos llenos con cemento. asfáltico	1 prueba / cada 200 M <sup>3</sup>
Estabilidad	1 prueba / cada 200 M <sup>3</sup>
Flujo	1 prueba / cada 200 M <sup>3</sup>
Calidad del asfalto	
N° 6, Riego de liga FR-3 y Riego de impregnación FM-1	
Clasificación	1 prueba / fabricante / tipo de asfalto Y c/200 M <sup>3</sup>
Peso específico	1 prueba / fabricante / tipo de asfalto Y c/200 M <sup>3</sup>
Punto de inflamación	1 prueba / fabricante / tipo de asfalto Y c/200 M <sup>3</sup>
Viscosidad Saybolt-furol	
A 50° C.	1 prueba / fabricante / tipo de asfalto Y c/200 M <sup>3</sup>
Porcentaje de destilación del total	
Destilado a 360° C	1 prueba / fabricante / tipo de asfalto Y c/200 M <sup>3</sup>
Hasta 225 °C	
Hasta 260 °C	
Hasta 315 °C	
Residuo de la destilación a 360° C	
Respecto al volumen	1 prueba / fabricante / tipo de asfalto Y c/200 M <sup>3</sup>

# PROGRAMAS DE PRUEBAS Y ENSAYES DE LABORATORIO

## MATERIAL

## FRECUENCIA

Límite líquido e índice plástico

(G + A)

1 Prueba / mes / planta

Perdida por lavado

1 Prueba / mes / planta

Equivalente de arena (Mat. Que-  
pasa por la malla N° 40)

1 Prueba / mes / planta

Contratación línea de finos

1 Prueba / mes / planta

Módulo de elasticidad elástico

1 Prueba / mes / planta

Contracción por secado

1 Prueba / mes / planta

Coefficiente de deformación

1 Prueba / año / planta

## 2.- Acero de Refuerzo

Identificación

3 Var. / cada 20 Tns./ Diámetro

Grado

3 Var. / cada 20 Tns./ Diámetro

Espesor Nominal

3 Var. / cada 20 Tns./ Diámetro

Area nominal

3 Var. / cada 20 Tns./ Diámetro

Peso

3 Var. / cada 20 Tns./ Diámetro

Espesor efectivo

3 Var. / cada 20 Tns./ Diámetro

Area efectiva

3 Var. / cada 20 Tns./ Diámetro

Inclinación de las corrugaciones

3 Var. / cada 20 Tns./ Diámetro

Separación entre corrugaciones

3 Var. / cada 20 Tns./ Diámetro

Altura de las corrugaciones

3 Var. / cada 20 Tns./ Diámetro

Ancho de la costilla

3 Var. / cada 20 Tns./ Diámetro

Esfuerzo máximo

3 Var. / cada 20 Tns./ Diámetro

Esfuerzo en el límite elástico

3 Var. / cada 20 Tns./ Diámetro

Alargamiento

3 Var. / cada 20 Tns./ Diámetro

Aprueba de doblado a 180°

3 Var. / cada 20 Tns./ Diámetro

Análisis químico

3 Var. / cada 20 Tns./ Diámetro

# PROGRAMAS DE PRUEBAS Y ENSAYES DE LABORATORIO

## MATERIAL

## FRECUENCIA

### 3.- Lodos Bentoníticos

#### En planta

Viscosidad	2 Pruebas / preparación
Contenido de arena	2 Pruebas / preparación
Densidad	2 Pruebas / preparación
Espesor de costra	2 Pruebas / preparación

#### En obra

Viscosidad Marsh	1 Prueba / zanja (durante la excavación)
	1 Prueba / zanja (antes del colado)
Contenido de arena	1 Prueba / zanja (Durante la excavación)
	1 Prueba / Zanja (Antes del colado)
Densidad	1 Prueba / Zanja (Durante el colado)
	1 Prueba / Zanja (Antes del colado)
Espesor de la costra	1 Prueba / zanja (Antes del colado)
Espesor de la costra	1 Prueba / zanja (Antes del colado)
PH	1 Prueba / zanja (Antes del colado)

### 4.- Rellenos

Clasificación	1 Prueba / 4000 M <sup>3</sup> / banco.
Granulometría	1 Prueba / 4000 M <sup>3</sup> / banco.
Índice de plasticidad	1 Prueba / 4000 M <sup>3</sup> / banco.
Contracción lineal	1 Prueba / 4000 M <sup>3</sup> / banco.
Peso volumétrico natural	1 Prueba / 4000 M <sup>3</sup> / banco.

# PROGRAMAS DE PRUEBAS Y ENSAYES DE LABORATORIO

## MATERIAL

## FRECUENCIA

Humedad natural	1 Prueba / 4000 M <sup>3</sup> / banco.
Valor relativo de soporte	1 Prueba / 4000 M <sup>3</sup> / banco.
Peso volumétrico seco Max. y Hum. óptima AASHTO T 99	1 Prueba / semana / banco.
Compactación en Vialidades	1 Prueba / 200 M <sup>2</sup>
Compactación en zanjas	1 Prueba / 20 ML.

### 5.- Bases y sub-bases.

Clasificación	1 prueba al inicio/cambio de mat. y / cada 2000 m <sup>3</sup>
Granulometría	1 prueba al inicio/cambio de mat. y / cada 2000 m <sup>3</sup>
Peso Vol. Seco Suelto	1 prueba al inicio/cambio de mat. y / cada 2000 m <sup>3</sup>
Peso Vol. Máximo	1 prueba al inicio/cambio de mat. y / cada 2000 m <sup>3</sup>
Humedad Optima	1 prueba al inicio/cambio de mat. y / cada 2000 m <sup>3</sup>
Coficiente de variación	
Volum.	1 prueba al inicio/cambio de mat. y / cada 2000 m <sup>3</sup>
Densidad	1 prueba al inicio/cambio de mat. y / cada 2000 m <sup>3</sup>
Absorción	1 prueba al inicio/cambio de mat. y / cada 2000 m <sup>3</sup>
Indice de Plasticidad (Finos)	1 prueba al inicio/cambio de mat. y / cada 2000 m <sup>3</sup>
Contracción Lineal	1 prueba al inicio/cambio de mat. y / cada 2000 m <sup>3</sup>
Valor Relativo	1 prueba al inicio/cambio de mat. y / cada 2000 m <sup>3</sup>
Expansión	1 prueba al inicio/cambio de mat. y / cada 2000 m <sup>3</sup>
Valor Cementante	1 prueba al inicio/cambio de mat. y / cada 2000 m <sup>3</sup>
Equivalente de arena	1 prueba al inicio/cambio de mat. y / cada 2000 m <sup>3</sup>
Peso volumétrico seco	
Max y Hum. Optima	
AASHTO t 180	1 Prueba / semana Banco.
Compactación	1 prueba 200 m <sup>3</sup>

# PROGRAMAS DE PRUEBAS Y ENSAYES DE LABORATORIO

## MATERIAL

## FRECUENCIA

### 6.- Concreto Asfáltico

Granulometría	1 Prueba al inicio/cambio de granulom., / cada 200 m <sup>3</sup>
Peso volumétrico seco suelto	1 Prueba al inicio/cambio de granulom., / cada 200 m <sup>3</sup>
Densidad	1 Prueba al inicio/cambio de granulom., / cada 200 m <sup>3</sup>
Absorción	1 Prueba al inicio/cambio de granulom., / cada 200 m <sup>3</sup>
Contracción Lineal	1 Prueba al inicio/cambio de granulom., / cada 200 m <sup>3</sup>
Degradación	1 Prueba al inicio/cambio de granulom., / cada 200 m <sup>3</sup>
Desgaste	1 Prueba al inicio/cambio de granulom., / cada 200 m <sup>3</sup>
Adherencia con el asfalto	1 Prueba al inicio/cambio de granulom., / cada 200 m <sup>3</sup>
Equivalente de arena	1 Prueba al inicio/cambio de granulom., / cada 200 m <sup>3</sup>
Pruebas a mezcla asfáltica	1 Prueba al inicio/cambio de granulom., / cada 200 m <sup>3</sup>
Peso volumétrico	1 Prueba al inicio/cambio de granulom., / cada 200 m <sup>3</sup>
Contenido de cemento asfáltico	1 Prueba al inicio/cambio de granulom., / cada 200 m <sup>3</sup>
Temperatura	1 prueba por camión
Compactación y espesor compacto	3 pruebas / 4000 m <sup>2</sup>
Permeabilidad	3 pruebas / 4000 m <sup>2</sup>

# PROGRAMAS DE PRUEBAS Y ENSAYES DE LABORATORIO

MATERIAL	FRECUENCIA
Penetración	1 prueba/fabricante/tipo de asfalto y 1 c/200 m <sup>3</sup>
Ductibilidad	1 prueba/fabricante/tipo de asfalto y 1 c/200 m <sup>3</sup>
Solubilidad en tetracloruro de carbono	1 prueba/fabricante/tipo de asfalto y 1 c/200 m <sup>3</sup>
7.- Banda PVC	
Resistencia a la tensión	1 prueba / 1000 m.
Elongación	1 prueba / 1000 m.
Dureza Shore	1 prueba / 1000 m.
8.- Membrana impermeabilizante	
Resistencia a la tensión	1 prueba / lote Proveedor
Elongación	1 prueba / lote Proveedor
Resistencia a la penetración	1 prueba / lote Proveedor
9.- Mortero Hidráulico Compresión Simple	
Reactividad potencial	1 Prueba / año / banco
Estudio de calidad de la arena	1 Prueba / año / banco
Clasificación petográfica	1 Prueba / año / banco
Granulometría	1 Prueba / año / banco
Densidad y absorción	1 Prueba / año / banco
Materia Orgánica	1 Prueba / año / banco
Sanidad	1 Prueba / año / banco
Abrasión	1 Prueba / año / banco

# PROGRAMAS DE PRUEBAS Y ENSAYES DE LABORATORIO

## MATERIAL

## FRECUENCIA

Pérdida por lavado	1 Prueba / año / banco
Equivalente de arena	1 Prueba / año / banco
Contracción lineal de finos	1 Prueba / año / banco

### 10.- Tabique, ladrillos y bloques.

Ancho	En 10 pzas. / 10,000 pzas. ó Fracción.
Largo	En 10 pzas. / 10,000 pzas. ó Fracción.
Espesor	En 10 pzas. / 10,000 pzas. ó Fracción.
Espesor paredes	En 10 pzas. / 10,000 pzas. ó Fracción.
Volumen	En 10 pzas. / 10,000 pzas. ó Fracción.
Peso volumétrico	En 10 pzas. / 10,000 pzas. ó Fracción.
Resistencia a la compresión	En 10 pzas. / 10,000 pzas. ó Fracción.
Abrasión	En 10 pzas. / 10,000 pzas. ó Fracción.

### 11.- Tubos de acero

Análisis Químico	1 prueba / colada / proveedor
Esfuerzo a la ruptura	1 prueba / tubo / diámetro / proveedor
Límite de fluencia	1 prueba / tubo / diámetro / proveedor
# de alargamiento	1 prueba / tubo / diámetro / proveedor
Calibre del material	1 prueba / tubo / diámetro / proveedor

### 12.- Tubos de concreto simple

Diam. Interior nominal	0.5% del lote/diam., si el lote es pequeño 2 tubos min.
Diam. interior efectivo	0.5% del lote/diam., si el lote es pequeño 2 tubos min.
Longitud real	0.5% del lote/diam., si el lote es pequeño 2 tubos min.
Diam. Interior de campana	0.5% del lote/diam., si el lote es pequeño 2 tubos min.
En la boca	0.5% del lote/diam., si el lote es pequeño 2 tubos min.

# PROGRAMAS DE PRUEBAS Y ENSAYES DE LABORATORIO

## MATERIAL

## FRECUENCIA

En el fondo	0.5% del lote/diam., si el lote es pequeño 2 tubos min.
Fondo de campana	0.5% del lote/diam., si el lote es pequeño 2 tubos min.
Conicidad de campana	0.5% del lote/diam., si el lote es pequeño 2 tubos min.
Espesor de la pared (tubos)	0.5% del lote/diam., si el lote es pequeño 2 tubos min.
Espesor de la campana (boca)	0.5% del lote/diam., si el lote es pequeño 2 tubos min.
Resistencia a compresión ( 3 apoyos )	0.5% del lote/diam., si el lote es pequeño 2 tubos min.
Absorción	0.5% del lote/diam., si el lote es pequeño 2 tubos min.
Permeabilidad	0.5% del lote/diam., si el lote es pequeño 2 tubos min.

### 13.- Tubos de concreto reforzado

Diámetro Int. nominal.	1% Lote / Diámetro
Diámetro Int. efectivo	1% Lote / Diámetro
Longitud Real	1% Lote / Diámetro
Diámetro Int. de Campana	1% Lote / Diámetro
En la boca	1% Lote / Diámetro
En el fondo	1% Lote / Diámetro
Fondo de campana	1% Lote / Diámetro
Conicidad de la campana	1% Lote / Diámetro
Espesor de la pared (tubo)	1% Lote / Diámetro
Espesor de la campana (Boca)	1% Lote / Diámetro
Acero longitudinal interior	1% Lote / Diámetro
Acero longitudinal exterior	1% Lote / Diámetro
Acero Transversal Interior	1% Lote / Diámetro
Acero Transversal exterior	1% Lote / Diámetro
Resistencia a compresión ( 3 apoyos)	1% Lote / Diámetro
Grieta a 0.25 mm.	1% Lote / Diámetro
Ruptura	1% Lote / Diámetro
Absorción	1% Lote / Diámetro
Permeabilidad	1% Lote / Diámetro
Solubilidad en ácido	1% Lote / Diámetro

# PROGRAMAS DE PRUEBAS Y ENSAYES DE LABORATORIO

## MATERIAL

## FRECUENCIA

### 14.- Tubo de asbesto-cemento

Diámetro nominal	0.2% del lote / diámetro
Diámetro interno	0.2% del lote / diámetro
Diámetro externo maquinado	0.2% del lote / diámetro
Diámetro externo de la sección de enchufe	0.2% del lote / diámetro
Espesor	0.2% del lote / diámetro
Largo nominal	0.2% del lote / diámetro
Clase	0.2% del lote / diámetro
Presión de prueba sistemática (en fábrica).	0.2% del lote / diámetro
Resistencia a la ruptura por presión hidrostática	0.2% del lote / diámetro
Resistencia a la ruptura por aplastamiento	0.2% del lote / diámetro.

RELACION DE PLAZOS DE ENTREGA PARA LOS DIVERSOS TRABAJOS  
DE LABORATORIO PARA LA OBRA "METROPOLITANO".

<u>Concepto</u>	<u>Plazo de entrega (Máximo).</u>
Ensaye de cilindros de concreto	2 días después de fecha de ensaye
Ensaye de varillas	2 días después de fecha de muestreo
Calidad de base, sub-base o terracería	6 días después de fecha de muestreo
Calidad de material para relleno	6 días después de fecha de muestreo.
Compactación de terracerías, sub-base y base	En el mismo día.
Calidad de mezcla asfáltica	3 días después de fecha de muestreo.
Ensaye de asfalto	1 día después de muestreo
Compactación (núcleo de carpeta asfáltica)	2 días después de fecha de extracción.
Corazones de concreto	2 días después de fecha de ensaye
Granulometría de balasto	2 días después de fecha de muestreo
Abrasión de balasto	4 días después de fecha de muestreo
Estudio completo de calidad de balasto	10 días después de fecha de muestreo
Análisis físico y químico de cemento (con resistencia a 3 días)	7 días después de fecha de muestreo
Módulo de elasticidad en cilindros de concreto.	5 días después de fecha de ensaye.
Adoquín	4 días después de fecha de muestreo
Calidad de agregados para concreto	4 días después de fecha de muestreo
Granulometría agregados para concreto	2 días después de fecha de muestreo
Ensaye de placas de acero	8 días de fecha de muestreo
Límites de atterberg	2 días después de fecha de muestreo
Sanidad en agregados para concreto o basalto	10 días después de fecha de muestreo
Determinación P.V.. máximo AASHTO	3 días después de fecha de muestreo
Ensaye de tubos de concreto	4 días después de fecha de muestreo

RELACION DE PLAZOS DE ENTREGA PARA LOS  
DIVERSOS TRABAJOS DE LABORATORIO PARA LA OBRA  
METROPOLITANO

<u>CONCEPTO</u> <u>(MAXIMO).</u>	<u>PLAZO DE ENTREGA</u>
Ensaye de cilindros de concreto .....	2 días después de fecha de ensaye
Ensaye de varillas .....	4 días después de fecha de muestreo.
Calidad de base, sub-base o terraceras .....	7 días después de fecha de muestreo.
Calidad de material para relleno .....	7 días después de fecha de muestreo.
Compactación en terracerías, sub-base y base .....	En el mismo día.
Calidad de mezcla asfáltica .....	4 días después de fecha de muestreo
Ensaye de asfalto .....	4 días después de muestreo
Compactación (núcleo en carpeta asfáltica) .....	4 días después de fecha de extrac- ción.
Corazones de concreto .....	2 días después de fecha de ensaye
Granulometría de balasto .....	3 días después de fecha de muestreo
Abrasión de balasto .....	4 días después de fecha de muestreo.
Estudio completo de calidad de basalto .....	10 días después de fecha de mues- treo
Análisis físico y químico de cemento (con resistencia a 3 días .....	40 días después de fecha de mues- treo.
Módulo de elasticidad en .....	
cilindro de concreto .....	5 días después de fecha de ensaye.
Adoquín .....	5 días después de fecha de muestreo
Calidad de agregados para concreto .....	4 días después de fecha de muestreo

Granulometría agregados para concreto .....	4 días después de fecha de muestreo.
Ensaye de placas de acero .....	12 días después de fecha de muestreo.
Límites de Atterberg .....	4 días después de fecha de muestreo
Sanidad en agregados para concreto o balastro .....	10 días después de fecha de muestreo
Determinación P.V. máximo AASHTO. ....	3 días después de fecha de muestreo
Ensaye de tubos de concreto .....	5 Días después de fecha de muestreo.

**NOTA:** A este tiempo hay que adicionarle 2 días más para efectos de firma (en obra a los reportes de los resultados.  
 Estos plazos son para bancos y proveedores autorizados.

## **X. PROGRAMAS Y PRESUPUESTOS**





**PRESUPUESTO DE LA ESTACION GARIBALDI**  
**CAD 21-887.000 AL 21=720.500**

---

PART	CONCEPTO	UNIDAD	CANT.	IMPORTE
1.-	PRELIMINARES	LOTE	1	N\$ 30,000.00
2.-	OBRA INDUCIDA TEMPORAL	LOTE	1	N\$ 11,250.00
3.-	OBRA INDUCIDA DEFINITIVA	LOTE	1	N\$ 63,750.00
4.-	BROCAL	M	604	N\$ 48,000.00
5.-	MURO MILAN	PZA.	87	N\$ 14,870.00
6.-	BOMBEO	M3	48,555	N\$ 30,000.00
7.-	EXCAVACION NUCLEO	M3	48,555	N\$ 16'850,000.00
8.-	LOSA FONDO ESTACIONES	M2	3,237	N\$ 22'100,000.00
9.-	MURO ESTRUCTURAL	M2	3,100	N\$ 21'400,000.00
10.-	LOSA SUPERIOR ESTACIONES	M2	3,237	N\$ 20'000,000.00
11.-	RELLENOS	M3	11,330	N\$ 1'800,000.00
12.-	OBRA URBANA	LOTE	1	N\$ 1'200,000.00
13.-	VARIOS	LOTE	1	N\$ 4'500,000.00
14.-	TUNEL DE CONEXION LINEA B	LOTE	1	N\$ 3'500,000.00
<b>TOTAL:</b>				<b>N\$ 106'395,000.00</b>

## Conclusiones:

En la construcción de toda obra civil se debe plantear el procedimiento más óptimo para la realización de todos los trabajos en el menor tiempo posible y por lo consiguiente con menor costo.

En este trabajo se conjuntan los procedimientos para la construcción de la estación Garibaldi Metropolitano L-B.

Los procedimientos que aquí se presentan son en base a los estudios que se realizaron, pero no deberán tomarse como dogma, ya que las particularidades que se presenten durante el proceso de construcción de la estación, generaran nuevos procedimientos en la construcción de la misma.

Cabe destacar que se utilizará como innovación en la obra-Metro el apuntalamiento de los muros tablestaca mediante tensores de acero en el 1er. nivel, en sustitución de los troqueles tubulares, para dar mayor estabilidad a los muros y así agilizar las etapas de construcción.

También se pondrá especial cuidado en que no se abata el nivel freático al término de la construcción de la estación por lo que se deben de sellar las posibles filtraciones que se lleguen a presentar y así evitar asentamientos de las construcciones cercanas a la estación y no generar daños estructurales, sobre todo que esta área es parte del Centro Histórico, por lo que se llevará especial cuidado en la instalación de la instrumentación para poder observar el comportamiento de los predios y la estación, durante la construcción y término de la misma.

Al concluir la construcción de la Línea "B" se comunicarán las zonas Poniente-Centro-Oriente de la Ciudad de México, como también el área metropolitana de los municipios de Ecatepec y Nezahualcóyotl.

## BIBLIOGRAFIA

**PROGRAMA MAESTRO DEL METRO. SEGUNDA REVISION. VERSION 1985.**

D.D.F. - SRIA. GRAL. DE OBRAS-COVITUR.  
PRIMERA IMPRESION: 30 DE MAYO DE 1986.

**ANUARIO DE VIALIDAD Y TRANSPORTE DEL D.F. 1982**

D.D.F.- SRIA. DE OBRAS Y SERVICIOS - COVITUR.

**CARACTERISTICAS GEOLOGICAS Y GEOTECNICAS DEL VALLE DE MEXICO N° 2 DICIEMBRE DE 1990.-**

D.D.F. - SRIA. GRAL. DE OBRAS - COVITUR

**ARTICULO TECNICO: SERIE CONSTRUCCION DEL METRO - CD. DE MEXICO.**

PRIMERA IMPRESION

**MANUAL DE DISEÑO GEOTECNICO VOL. 1.**

D.D.F. - SRIA. GRAL. DE OBRAS COVITUR.  
AGOSTO DE 1987.

**MECANICA DE SUELOS TOMO 1. FUNDAMENTOS DE LA MECANICA DE SUELOS.**

JUAREZ BADILLO, RICO RODRIGUEZ.  
EDITORIAL: NORIEGA-LIMUSA.

**ESPECIFICACIONES PARA EL PROYECTO Y CONSTRUCCION DE LAS LINEAS DEL METRO DE LA CD. DE MEXICO, VOLUMENES: 1 AL 5.**

COMISION DE VIALIDAD Y TRANSPORTE URBANO- D.D.F.  
SRIA. GRAL. DE OBRAS.  
SEPTIEMBRE DE 1986.