

53
2ej



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"ARAGON"

FALLA DE ORIGEN

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO
ATLALILCO IZTAPALAPA DE LA LINEA B
DEL METRO"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A
J A C O B M O N T E S P I Ñ A



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.

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON
DIRECCION



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

JACOB MONTES PIRA
P R E S E N T E .

En contestación a su solicitud de fecha 7 de julio del año en curso, relativa a la autorización que se le debe conceder para que el señor profesor, Ing. GILBERTO GARCIA SANTAMARIA GONZALEZ pueda dirigirle el trabajo de Tesis denominado " PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO ATLALILCO IZTAPALAPA DE LA LINEA 8 DEL METRO ", 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 ESPÍRITU"
San Juan de Aragón, Mex., 13 de Julio de 1968
EL DIRECTOR

M en CLAUDIO C. MERRIFIELD CASTRO
DIRECCION



[Firma manuscrita]
[Firma manuscrita]

- c c p Lic. Alberto Ibarra Rosas, Jefe de la Unidad Académica.
- c c p Ing. Daniel Velázquez Vázquez, Jefe de la Carrera de Ingeniería Civil.
- c c p Ing. Gilberto García Santamaría González, Asesor de Tesis.

CCMC'AIR'11a.

**A MIS PADRES
JACOB MONTES PALMA
SOLEDAD PIÑA DE MONTES**

**CON AMOR, CARIÑO, RESPETO Y AGRADECIMIENTO
POR EL APOYO INCONDICIONAL QUE SIEMPRE ME
HAN BRINDADO A LO LARGO DE MI VIDA Y A QUIEN
DEBO LO QUE SOY.**

**A MIS HERMANOS
MAGDA
ELIECER AXEL
MARILUZ**

**CON CARIÑO, ESPERANDO QUE ESTE TRABAJO LES
SIRVA COMO ESTIMULO PARA QUE SIGAN ADELANTE
EN SUS CARRERAS, Y POR EL HECHO DE ESTAR
SIEMPRE JUNTOS.**

A EDITH

**POR TODO LO QUE SIGNIFICA EN MI VIDA, QUIEN HA
COMPARTIDO CONMIGO BUENOS Y MALOS
MOMENTOS Y POR EL APOYO CONSTANTE PARA LA
REALIZACION DE ESTE ANHELO**

A LA UNIVERSIDAD

**QUE ME BRINDO LA OPORTUNIDAD DE LLEGAR A SER
ALGUIEN EN LA VIDA**

**CON TODO RESPETO Y AGRADECIMIENTO AL ING.
GILBERTO GARCIA SANTAMARIA GONZALEZ POR
SU AYUDA, ORIENTACION Y PACIENCIA PARA LA
REALIZACION DE ESTE TRABAJO**

A MIS MAESTROS

**POR LA APORTACION DE SUS CONOCIMIENTOS Y
EXPERIENCIAS QUE GRACIAS A ELLOS PUDE LOGRAR
MIS OBJETIVOS PROFESIONALES.**

A MIS FAMILIARES Y AMIGOS

**DE QUIENES RECIBI APOYO E IMPULSO PARA
REALIZAR LA PRESENTE.**

I N D I C E

	PAG.
CAPITULO I.- INTRODUCCION	1
CAPITULO II.- ESPECIFICACIONES GENERALES Y PROYECTO DEL TRAMO EN ESTUDIO	4
CAPITULO III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO	35
CAPITULO IV.- CONSIDERACIONES ESPECIALES PARA LA CONSTRUCCION DEL TRAMO	94
CAPITULO V.- PRESUPUESTO GLOBAL DEL TRAMO	104
CAPITULO VI.- CONCLUSIONES.	143

CAPITULO I
INTRODUCCION

CAPITULO I
INTRODUCCION

CAPITULO I

INTRODUCCION

Dentro del plan maestro para transporte público en este caso del metro, el Gobierno Federal inicia la construcción de la línea 8 del metro que correrá de Iztapalapa al Centro de la Ciudad específicamente en Garibaldi, esta línea contará con 19 estaciones, siendo su principal contribución la de aliviar la movilización de una de las zonas más densas en población con el Centro de la Ciudad que hasta antes de su construcción se limitaba a grandes rodeos, ocupando demasiadas horas hombre en transporte que serán reducidas aproximadamente a 25 minutos.

Esta tesis describirá el procedimiento constructivo que se llevo a cabo para la construcción del intertramo localizado entre la Estación Atlatlilco y Estación Iztapalapa, ubicado en la Avenida Ermita teniendo una longitud de , 714.178 metros, este intertramo es subterráneo y se siguió en su construcción el siguiente procedimiento:

- A) TRAZO DE BROCAL
- B) CONSTRUCCION DE MUROS MILAN ESTRUCTURALES (TABLESTACAS) COLADO EN SITIO
- C) EXCAVACION DE NUCLEO ENTRE TROQUELES
- D) COLADO DE LOSAS DE FONDO
- E) MONTAJE DE TABLETAS PRECOLADAS TIPO TT
- F) FIRME DE COMPRESION
- G) RELLENOS Y PAVIMENTACION

Este intertramo presenta la variante que dentro de su localización una parte 557.00 metros, estará confinada en suelo, y la restante 157.178 metros, esta localizada en un manto rocoso y en este caso el procedimiento fue el siguiente:

- A) TRAZO DE BROCAL
- B) DEMOLICION DE CARPETA
- C) EXCAVACION DE NUCLEO
- D) COLADO DE LOSA DE FONDO
- E) COLADO DE MUROS ESTRUCTURALES
- F) MONTAJE DE TABLETAS PRECOLADAS TIPO TT
- G) RELLENOS Y PAVIMENTACION

Así mismo será dado un análisis del costo erogado en la construcción de este tramo con una conclusión final de los trabajos en general.

CAPITULO II

**ESPECIFICACIONES GENERALES
Y PROYECTO DEL TRAMO
EN ESTUDIO**

CAPITULO II
ESPECIFICACIONES GENERALES Y PROYECTO
DEL TRAMO EN ESTUDIO

Para la construcción del tramo en estudio será basándose en las especificaciones y líneas de proyecto autorizados por la Dependencia a cargo de este trabajo, dependiendo de estas se elabora un procedimiento constructivo el cual describiremos en el capítulo III.

Por lo que respecta a este punto daremos a detalle las especificaciones generales así como las líneas de proyecto.

Para la elaboración del concreto a utilizar en la construcción de la línea 8 del metro, deberá cumplir con las normas de calidad de los materiales componentes, de elaboración, transporte, colocación, acabado y curado.

I CEMENTO.

El cemento que se empleará deberá ser portland simple tipo I ó III y deberá cumplir con las condiciones de calidad y manejo que a continuación se describen:

A) REQUISITOS QUIMICOS.

Un cemento portland simple I ó III debe cumplir con los siguientes requisitos químicos (según la norma NOM C1).

ESPECIFICACIONES QUIMICAS

COMPUESTOS Y CARACTERISTICAS	TIPO	
	I	III
OXIDO DE MAGNESIO, (MgO) MAX. %	5.00	5.00
TRIOXIDO DE AZUFRE, (SO ₃), PORC. MAX. %		
CUANDO (3CaO.AI ₂ O ₃) ES 8% O MENOR	3.00	3.50
CUANDO (3CaO.AI ₂ O ₃) ES MAYOR DE 8%	3.50	4.50
PERDIDA DE CALCINACION, MAXIMO %	3.00	3.00
RESIDUO INSOLUBLE, MAXIMO %	0.75	0.75
ALUMINIO TRICALCICO (3CaO.AI ₂ O ₃), MAXIMO %	----	15.00

B) REQUISITOS FISICOS.

El cemento deberá cumplir las siguientes características físicas.

ESPECIFICACIONES FISICAS

CARACTERISTICAS	TIPO	
	I	III
FINURA, SUPERFICIE ESPECIFICA, CM ² /GR	2,800.00	----
METODO DE PERMEABILIDAD AL AIRE, MIN.		
SANIDAD (PRUEBA DE AUTOCLAVE)	0.80	0.80
EXPANSION MAXIMA EN %		
TIEMPO DE FRAGUADO, METODO VICAT:	45.00	45.00
FRAGUADO INICIAL EN MINUTOS NO MENOS DE :		
FRAGUADO FINAL EN HORAS, NO MAS DE :	8.00	8.00
RESISTENCIA A LA COMPRESION, KG/CM ²		
EN CUBOS DE MORTERO 1:2.75 EN PESO		
(ARENA GRADUADA ESTANDAR), RELACION		
AGUA/CEMENTO CONSTANTE 0.485		
VALORES MINIMOS :		
A LAS 24 HORAS	----	130.00
A LOS 3 DIAS	130.00	250.00
A LOS 7 DIAS	200.00	----

C) ALMACENAMIENTO.

Todo el cemento deberá de almacenarse en estructuras protegidas contra la intemperie, con una adecuada ventilación para impedir la absorción de humedad.

Para el almacenamiento del cemento a granel deberá ser por medio de silos, cuyo interior deberá ser liso, con una inclinación de 50 grados respecto a la horizontal en el fondo, para un silo circular, y para un silo rectangular de 55 a 60 grados, estos deberán de estar provistos de cojines de deslizamiento, por los cuales se pueda introducir en intervalos pequeñas cantidades de aire a baja presión de hasta 5 psi., (aproximadamente 0.20 – 0.40 Kg./ cm².), para soltar el cemento que se haya compactado dentro de los silos. Los silos de almacenamiento deben de ser vaciados con frecuencia, preferentemente una vez por mes, esto para impedir la formación de costras de cemento.

El cemento envasado en sacos debe ser apilado sobre plataformas, para permitir una apropiada ventilación para un periodo de menos de 60 días, para este periodo de almacenamiento se recomienda no superponer más de 14 sacos de cemento y para un periodo mayor no deberán superponerse más de 7 sacos.

II AGUA.

El agua que se utilizará en la elaboración del concreto deberá estar limpia y liberada de cantidades perjudiciales de ácidos, álcalis, sales, materia orgánica y demás sustancias que puedan ser nocivas para poder cumplir con los requisitos de límites indicados en la siguiente tabla:

**TABLA DE LIMITES RECOMENDABLES DE IMPUREZAS
EN AGUA PARA CONCRETO**

SULFATOS (SO ₄), MAXIMO EN PPM	300.00
CLORUROS (COMO Cl), MAXIMO EN PPM	300.00
MAGNESIO (COMO MgO), MAXIMO EN PPM	150.00
MATERIA ORGANICA (OXIGENO CONSUMIDO EN MEDIO ACIDO) MAXIMO EN PPM	10.00
SOLIDOS TOTALES EN SOLUCION, MAXIMO EN PPM	1,500.00
PH NO MENOR DE	7.00
PPM = PARTES POR MILLON	

III AGREGADOS.

A) ARENA.

Es el material que constituye el agregado fino para concreto y debe cumplir con los siguientes requisitos:

1.- GRADUACION.- Deberá cumplir con los requisitos que a continuación se describen en la siguiente tabla.

TABLA DE REQUISITOS PARA GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO.

MALLA	AGREGADO FINO QUE PASA EN PORCENTAJES
9.51 mm (3/8 PLG)	100
4.76 mm (No. 4)	95 A 100
2.38 mm (No. 8)	80 A 100
1.19 mm (No. 16)	50 A 85
595 μ (No. 30)	25 A 60
297 μ (No. 50)	10 A 30
149 μ (No. 100)	2 A 10

El módulo de finura de la arena estará comprendido entre 2.30 y 3.10, la arena no tendrá más de un 45 % , retenido entre 2 mallas consecutivas indicadas con anterioridad, el agregado fino deberá estar constituido por partículas sanas.

2.- Los límites de agregado fino para concreto serán los mencionados en la siguiente tabla:

MATERIAL	MAXIMO EN PORCENTAJE DEL PESO TOTAL DE LA MUESTRA
PARTICULAS DESMENUZABLES	3.00
MATERIAL QUE PASA LA MALLA NO. 200 (74 μ)	5.00
CARBON Y LIGNITO	1.00
PERDIDA POR SANIDAD AL SULFATO DE SODIO	10.00

El peso específico de la arena (en estado seco), deberá ser mayor ó igual a 2.30.

B) GRAVA.

Es el material que constituye el agregado grueso para la elaboración del concreto.

1.- GRADUACION.- El agregado grueso deberá estar constituido por partículas sanas y deberá cumplir con los siguientes requisitos para la granulometría de agregados gruesos, de acuerdo a la Tabla " A " .

2.- REQUISITOS DE CALIDAD.- El agregado grueso consistirá de fragmentos de roca, duros, densos y limpios, la cantidad de sustancias contaminantes no deberán exceder a los siguientes límites.

MATERIALES	PORCENTAJE MAXIMO DEL PESO TOTAL DE LA MUESTRA
------------	---

PARTICULAS DESMENZABLES	0.25
PARTICULAS SUAVES	5.00
MATERIALES QUE PASE LA MALLA NO. 200 (74 μ)	1.00
CARBON LIGNITO	1.00

TABLA "A"

TAMAÑO NOMINAL	MATERIAL QUE PASA (PESO, EN PORCENTAJE)							
	2"	1½"	1"	¾"	½"	3/8"	# 4	# 8
38.1 A 4.76 MM (1½" - N = 4)	100	95 A 100		35 A 70		10 A 30	0 A 5	
25.4 A 4.76 MM (1" A N = 4)		100	95 A 100		25 A 60		0 A 10	0 A 5
19.1 A 4.76 MM (¾" A N = 4)			100	90 A 100		20 A 55	0 A 10	0 A 5
12.7 A 4.76 MM (½" A N = 4)				100	90 A 100	40 A 70	0 A 15	0 A 5

Además deberá cumplir con los siguientes requisitos de sanidad y abrasión.

CONCEPTO	GRAVA NATURAL TRITURADA O PIEDRA TRITURADA
SANIDAD, PERDIDA MAXIMA EN CINCO CICLOS, PESO EN PORCENTAJE	
SULFATO DE SODIO	12.00
SULFATO DE MAGNESIO	18.00
ABRASION, PERDIDA MAXIMA, PESO EN PORCENTAJE	50.00

El peso específico de la grava (en estado seco), deberá ser mayor o igual a 2.30, permitiéndose una absorción máxima de 6 %.

IV ELABORACION DEL CONCRETO.

El concreto a utilizar en la construcción de los diversos elementos de las obras del metro, será de acuerdo a las especificaciones del diseño, debiendo cumplir con los requisitos de calidad establecidos para cada uno de sus elementos y con las siguientes especificaciones:

La calidad y proporción de los materiales del concreto serán tales que logren la resistencia, deformabilidad y durabilidad necesarios.

Los concretos de clase I tendrán una resistencia especificada de $f'c$ igual o mayor a 250 kg/ cm², y para los concretos clase II será menor a 250 kg/ cm².

En la elaboración del concreto se verificará que cumpla con las características del módulo de elasticidad, contracción por secado y deformación diferida de acuerdo a la siguiente tabla.

CONCEPTO	CONCRETO	
	CLASE 1	CLASE 2
MODULO DE ELASTICIDAD A 28 DIAS DE EDAD Kg/M2, MIN.	$14000\sqrt{f'c}$	$8000\sqrt{f'c}$
CONTRACCION POR SECADO DESPUES DE 28 DIAS DE CURADO HUMEDO Y 28 DIAS DE SECADO ESTANDAR MAX.	0.0005	0.0008
COEFICIENTE DE DEFORMACION DIFERIDA DESPUES DE 28 DIAS DE CURADO Y DE 28 DIAS DE CARGA EN CONDICIONES DE SECADO ESTANDAR AL 40% DE SU RESISTENCIA MAX.	1	1.5

A) PROPORCIONES DE LA MEZCLA.

1.- TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO.- El tamaño máximo nominal de los agregados, será menor a un quinto de la menor distancia horizontal entre caras de los moldes, un tercio del espesor de las losas, dos tercios de la separación horizontal libre mínima entre barras, paquetes de barras, o tensores de pre-esfuerzo. El tamaño máximo de agregado grueso, en ningún caso será mayor de 38 mm (1 1/2").

2.- **CONSISTENCIA.**— La cantidad de agua empleada en la elaboración del concreto, se regulará para obtener una consistencia apropiada, debiéndose ajustar por cualquier variación en el contenido de humedad o graduación de los agregados, al penetrar en la mezcladora. No se permitirá la adición de agua para compensar el endurecimiento del concreto antes de ser colado, se requerirá de uniformidad en la consistencia de concreto.

Los revenimientos que a continuación se indican serán los que registrarán en nuestro proyecto, de acuerdo a la Tabla " B ".

Los revenimientos señalados con anterioridad podrán variar de acuerdo con la Dirección de la Obra, para concretos colados con bomba o por condiciones especiales el peso volumétrico del concreto fresco, para concretos de clase I será superior a 2,200 kg/ cm³, y para el concreto de clase II estará comprendido en el rango de 1,900 y 2,200 kg/ cm³.

B) DOSIFICACION.

Las cantidades de cemento, agregados y aditivos para la elaboración del concreto serán determinados por el peso en forma independiente, la cantidad de agua será determinada por volumen.

La planta dosificadora deberá estar provista de básculas separadoras para el cemento y los agregados, y tolvas medidoras para cada tamaño de agregado.

C) MEZCLADO.

1.- **EQUIPO.**— El equipo empleado en la elaboración del concreto, serán los adecuados para poder obtener uniformidad en las mezclas, en cuanto a

TABLA " B "

REVENIMIENTOS QUE REGIRAN PROYECTO

RESISTENCIA (KG/CM ²)	EDAD (DIAS)	REVENIMIENTO (CMS)	EMPLEO
150 N	28	16-18	TABLESTACAS DE CONCRETO
150 RR	14	16-18	TABLESTACAS DE CONCRETO
200 N	28	16-18	TABLESTACAS DE CONCRETO
200 RR	14	16-18	TABLESTACAS DE CONCRETO
150 N	28	08-10	LOSAS DE CAJON
150 RR	14	08-10	LOSAS DE CAJON
200 N	28	08-10	TRABES, LOSAS Y COLUMNAS
200 RR	14	08-10	TRABES, LOSAS Y COLUMNAS
250 N	28	08-10	TRABES, LOSAS Y COLUMNAS
250 RR	14	08-10	TRABES, LOSAS Y COLUMNAS
175 N	28	08-10	TRABES, LOSAS Y COLUMNAS
175 RR	14	08-10	TRABES, LOSAS Y COLUMNAS

N = NORMAL RR = RESISTENCIA RAPIDA

consistencia, contenido de cemento, agua y agregados, con las mismas proporciones y características de principio a fin de cada revoltura.

Para el transporte del concreto se utilizarán camiones **revolvedores** (ollas), en el cual no se podrá añadir agua a la revolvedora una vez que halla salido de la planta dosificadora.

2.- DESCARGA DE LA REVOLTURA.– Las revolvedoras que se utilicen para el transporte del concreto deben de ser capaces de descargar con facilidad el concreto del menor revenimiento a utilizar. Deberá de evitarse la segregación del concreto al ser descargado.

3.- TEMPERATURA DE MEZCLADO.– En la elaboración del concreto deberá de efectuarse con el agua, mezclado a una temperatura igual o menor a 20 Grados Centígrados, los agregados tendrán una temperatura menor a los 30 Grados Centígrados. En el concreto la temperatura deberá estar comprendida entre los 5 y 27 Grados Centígrados (G.C.), en el momento de ser colado cualquier elemento.

V COLOCACION DEL CONCRETO.

A) CONDICIONES GENERALES.

1.– En ningún momento se colocará el concreto sobre el elemento, hasta que todo el trabajo de cimbras, instalaciones y preparaciones de la superficie a colar hayan sido ejecutadas correctamente.

2.– En caso de que estuviese lloviendo, se podrá colar siempre y cuando se proteja la zona de trabajo. Si durante el colado se presentará una lluvia que pudlerá provocar defectos en el acabado, se deberá de proteger la superficie del concreto fresco.

3.- Si en la siguiente etapa de colado, las cimbras y materiales ahogados que hayan quedado descubiertos, se limpiarán perfectamente antes del colado.

4.- Superficies de Desplante y Ligas de Colado.

a) Antes de efectuar algún colado, todas las superficies sobre las que se colocará el concreto, deberán estar libres de agua encharcada, lodos y escombros. Además deben de estar libres de aceites. En superficies absorbentes se humedecerá previo a su colado.

b) Se define como juntas de construcción a las superficies de concreto endurecido, contra las cuales se hará un nuevo colado, impidiendo dicha superficie la incorporación de ambas zonas coladas y debiéndose efectuar dichas juntas en los lugares y zonas marcadas por el proyecto, teniendo el cuidado de seguir las siguientes recomendaciones:

- Las superficies de las juntas de construcción, estarán limpias y humedecidas, al ser cubiertas por el nuevo concreto. La limpieza consistirá en remover todo el material que se encuentre en la junta, las superficies de las juntas se limpiarán con chiflón, además deberá tenerse cuidado de no exponer demasiado los agregados en el picado.

5.- En ningún momento o caso deberá utilizarse una revoltura que llegue a su destino después de 60 minutos siguientes a su iniciación de mezclado. Tampoco se permitirá alteraciones en la mezcla por falta de limpieza o por condiciones inadecuadas en el transporte.

6.- Dentro de los 90 minutos posteriores a la iniciación del mezclado, la compactación y acomodo de la revoltura se hará de tal manera que no se dejen huecos dentro de la masa. Esto se obtendrá con el siguiente procedimiento:

– Mediante el uso de vibradores de inmersión. Deberán emplearse en número suficiente para lograr y asegurar un correcto acomodo de la revoltura de acuerdo al volumen correspondiente del elemento a colar.

7.– Las cimbras se elaborarán de acuerdo a lo fijado en el proyecto, las cuales podrán ser de madera o metálicos, proporcionando una rigidez suficiente para evitar deformaciones debidas a la presión de la revoltura, al efecto de los vibradores y a las demás cargas durante el vaciado del concreto. Además deben de evitar la fuga de lechada y de los agregados finos durante el colado del elemento.

B) COLADO.

1.– MUROS TABLESTACA O ADEME.– Para el colado de estos elementos se describirán más a detalle en el capítulo III.

2.– MUROS ESTRUCTURALES, LOSAS, TRABES Y COLUMNAS.– El concreto se colocará en todos los casos, lo más cerca como sea posible del lugar o posición final; no se permitirá a fluir el concreto de tal manera que el movimiento cause segregación del agregado grueso, mortero o agua, de la masa del concreto.

Los métodos y equipos serán tales que no causen amontonamientos del agregado grueso, separados del concreto, si esto llegara a suceder, serán esparcidos antes de ser vibrado el concreto.

Al colar el concreto en masa, deberá de colarse el concreto en capas sucesivas aproximadamente horizontales en todo lo ancho del bloque o elemento y en toda la altura de la hilada, por etapas sucesivas.

C) VIBRADO.

1.- En ningún caso se demorará el colado tanto tiempo, que la unidad vibradora no penetre por su propio peso fácilmente en el concreto previamente depositado, al reanudar el colado el vibrador deberá penetrar en la capa anterior, revibrando el concreto.

2.- La superficie de contacto entre ambos concretos, deberá estar libre de materiales extraños, cuando se reanude el colado.

3.- El concreto se consolidará hasta la densidad máxima que le sea posible alcanzar, de tal manera que le sea posible expulsar el aire atrapado. La consolidación del concreto en las diferentes estructuras, se hará por medio de vibradores de inmersión, ya sean de acción eléctrica o neumática.

4.- La consolidación de las capas de concreto, se ajustará al uso de vibradores que satisfagan los requisitos de los puntos anteriores, así como el siguiente procedimiento:

Los vibradores se operarán en posición vertical, por ningún motivo se permitira introducir el cabezal en posición horizontal. Cuando el concreto se coloque en diferentes capas, el vibrador deberá penetrar aproximadamente 5 cm. en la capa anterior, la que deberá estar en estado plástico sin haber alcanzado el fraguado inicial. En toda vibración de concreto en masa, el tiempo de vibrado será aquel, sin que se produzca segregación o sangrado, que de al concreto su máxima densidad. No se colocará más concreto en capas superiores hasta no ser vibrado correctamente el concreto depositado con anterioridad. Cuando el concreto se cuele por capas en las áreas en las que no se haya completado el espesor de la capa, se suspenderá el vibrado hasta que ésta haya sido completada.

D) CURADO.

El curado se mantendrá el tiempo que requiera el concreto para alcanzar la resistencia de proyecto, debiéndose conservar la humedad superficial mediante alguno de los siguientes procedimientos:

- 1.- Manteniendo húmedas las superficies expuestas al aire, mediante riegos adecuados de agua que se apliquen a partir del momento en que no se marquen huellas en dichas superficies.
- 2.- Aplicando a las superficies expuestas una membrana impermeable que impida la evaporación del agua del concreto.
- 3.- Cubriendo las superficies expuestas con arena, costales o mantas, que se mantendrán húmedas mediante riegos.

E) DESCIMBRADO.

- 1.- El descimbrado deberá hacerse de tal forma que logre la completa seguridad de la estructura y cuando ésta se encuentre adecuadamente soportada por puntales.
- 2.- El descimbrado de pisos, los lados de las trabes, las cimbras de columnas y las cimbras verticales similares podrán retirarse después de 24 horas, siempre y cuando el concreto sea lo suficientemente resistente para que no sufra daños. En otros elementos estructurales será necesario obtener el 60 % de su resistencia de proyecto para poder descimbrar.

VI. VARILLAS DE ACERO CORRUGADAS PARA REFUERZO DEL CONCRETO.

Descripción: La varilla corrugada, es la barra de acero que se usa como refuerzo del concreto con superficie provista de rebordes o salientes llamadas corrugaciones, las cuales inhiben el movimiento relativo longitudinal entre la varilla y el concreto que la rodea.

El Límite de Fluencia; es el primer esfuerzo, menor que el máximo obtenido a la ruptura, en el cual se incrementa la deformación para un valor constante de esfuerzo.

El acero de refuerzo debe de cumplir con los siguientes requisitos de calidad como son:

- COMPOSICION QUIMICA. El acero para su fabricación debe cumplir con el contenido de fósforo máximo del 0,05 por ciento.
- DIMENSIONES Y CORRUGACIONES. Deben de cumplir con los requisitos que se indican en la tabla No. 1.
- TENSION Y ALARGAMIENTO. Todas las varillas deberán cumplir con los requisitos de la tabla No. 2.
- DOBLADO. En los probetas para esta prueba deben doblarse a la temperatura ambiente, pero en ningún caso menor a 16 G.C., al rededor de un mandril, sin agrietarse en la parte exterior de la zona doblada. Los requisitos de ángulo de doblado se indican en la tabla No. 3.

TABLA No. 1

PESO Y DIMENSIONES NOMINALES					REQUISITOS DE CORRUGACION		
No. DE DESIGNACION	PESO U. EN KG/M	DIAMETRO EN MM	AREA SECCION EN MM ²	PERIMETRO EN MM	ESPACIAM. MAX. PROM. EN MM	ALTURA MIN. PROM. EN MM	DIST. MAX. ENTRE EXT. Y CORRUG. TRANSV. EN MM
2	0.248	6.4	32	20.0	4.5	0.2	2.5
2.5	0.384	7.9	49	24.8	5.6	0.3	3.1
3	0.557	9.5	71	29.8	6.7	0.4	3.7
4	0.996	12.7	127	39.9	8.9	0.5	5.0
5	0.156	15.9	198	50.0	11.1	0.7	6.3
6	2.250	19.0	285	60.0	13.3	1.0	7.5
7	3.034	22.2	388	69.7	15.5	1.1	8.7
8	3.975	25.4	507	79.8	17.8	1.3	10.0
9	5.033	28.6	642	89.8	20.0	1.4	11.2
10	6.225	31.8	794	99.9	22.3	1.6	12.5
11	7.503	34.9	957	109.8	24.4	1.7	13.7
12	8.938	38.1	1140	119.7	26.7	1.9	15.0

TABLA No. 1

PESO Y DIMENSIONES NOMINALES					REQUISITOS DE CORRUGACION		
No. DE DESIGNACION	PESO U. EN KG/M	DIAMETRO EN MM	AREA SECCION EN MM ²	PERIMETRO EN MM	ESPACIAM. MAX. PROM. EN MM	ALTURA MIN. PROM. EN MM	DIST. MAX. ENTRE EXT. Y CORRUG. TRANSV. EN MM
2	0.248	6.4	32	20.0	4.5	0.2	2.5
2.5	0.384	7.9	49	24.8	5.6	0.3	3.1
3	0.557	9.5	71	29.8	6.7	0.4	3.7
4	0.996	12.7	127	39.9	8.9	0.5	5.0
5	0.156	15.9	198	50.0	11.1	0.7	6.3
6	2.250	19.0	285	60.0	13.3	1.0	7.5
7	3.034	22.2	388	69.7	15.5	1.1	8.7
8	3.975	25.4	507	79.8	17.8	1.3	10.0
9	5.033	28.6	642	89.8	20.0	1.4	11.2
10	6.225	31.8	794	99.9	22.3	1.6	12.5
11	7.503	34.9	957	109.8	24.4	1.7	13.7
12	8.938	38.1	1140	119.7	26.7	1.9	15.0

TABLE NO. 2

REQUISITOS DE TENSION Y ALARGAMIENTO

CARACTERIZICAS	VARILLAS PROCEDENTES DE LINGOTES			VARILLAS PROCEDENTES DE PIELES		VARILLAS PROCEDENTES DE EJES		VARILLAS PROCEDENTES EN FRO		
	GRADO 30	GRADO 42	GRADO 52	GRADO 35	GRADO 42	GRADO 30	GRADO 42	GRADO 42	GRADO 50	GRADO 60
	LIMITE DE FLUENCIA MINIMO EN KG/MM2	30	42	52	35	42	30	42	42	50
RESISTENCIA A LA TENSION MINIMA EN KG MM2	50	63	70	56	63	50	63	52	60	70

ALARGAMIENTO EN 203.2 MM
MINIMO EN PORCENTAJE

VARILLA N°										
2, 2.5 Y 3	11	9	8	6	6	11	8	8	8	8
4, 5 Y 6	12	9	8	7	6	12	8	8	8	8
7	11	8	7	6	5	11	8	8	8	8
8	10	8	7	5	4.5	10	7	8	8	8
9	9	7	7	5	4.5	9	7	8	8	8
10	8	7	7	5	4.5	8	7	8	8	8
11 Y 12	7	7	5	5	4.5	7	7	8	8	8

TABLA NO. 3

REQUISITOS PARA LA PRUEBA DE DOBLADO

NO. DESIGNADO DE VARILLA	VARILLAS PROCEDENTES DE LINGOTES			VARILLAS PROCEDENTES DE RIELES		VARILLAS PROCEDENTES DE EJES		VARILLAS TORCIDAS EN FRIO		
	GRADO	GRADO	GRADO	GRADO	GRADO	GRADO	GRADO	GRADO	GRADO	GRADO
	30	42	52	35	42	30	42	42	50	60
	DOBLES A 90°		DOBLES A 180°		DOBLES A 180°		DOBLES A 180°			
2 3 4 5	D = 4d	D = 4d	D = 5d	D = 6d	D = 6d	D = 4d	D = 4d	D = 4d	D = 6d	D = 6d
6	D = 5d	D = 5d	D = 6d	D = 6d	D = 6d	D = 5d	D = 5d	D = 5d	D = 7d	D = 7d
7 8	D = 5d	D = 6d	D = 7d	D = 6d	D = 6d	D = 5d	D = 6d	D = 5d	D = 7d	D = 7d
9 10 11 12	D = 5d	D = 8d	D = 8d	D = 8d	D = 8d	D = 5d	D = 8d	D = 6d	D = 8d	D = 8d

D = DIAMETRO DEL MANDRIL

d = DIAMETRO NOMINAL DE LA VARILLA

A) ALMACENAMIENTO.

Las varillas deberán de estar almacenadas por lotes separados, diámetros y tamaños, de tal forma que sean fácilmente identificadas para su muestreo. En el almacenamiento deben evitarse la contaminación y oxidación.

Las varillas de acero corrugadas, se clasifican en los siguientes grados, de acuerdo con su procedencia y límite de fluencia, de acuerdo a la tabla siguiente.

PROCEDENCIA	GRADOS		
DE LINGOTES	30	42	52
DE RIELES	35	42	--
DE EJES	30	42	--
TORCIDAS EN FRIO	42	50	60

B) COLOCACION.

Las varillas de refuerzo serán inspeccionadas en la obra, verificando que se localicen conforme a los planos estructurales correspondientes, midiendo su separación centro a centro, su diámetro, forma, longitud, traslapes y cantidad de acero colocado.

Las superficies de las varillas deberán de estar libres de polvo, cemento, escamas de óxido, tierra, grasa o cualquier material objetable a juicio de la Dirección de la Obra a cargo y deberán mantenerse en estas condiciones hasta que queden ahogadas en el concreto. No se permitirá la iniciación de un colado sin que la Dirección de la Obra haya dado su visto bueno, respecto a la limpieza y colocación del acero de refuerzo.

TABLA " C "

	RECUBRIMIENTO	TOLERANCIA
VARIACION DE RECUBRIMIENTO	HASTA 50 MM	6 MM
DE PROTECCION	HASTA 75 MM	13 MM
VARIACION DE ESPACIAMIENTO		25 MM

Los dobleces se harán en frío al rededor de un perno con un diámetro no menor que ocho veces el diámetro de la varilla.

La posición, el traslape, el tamaño y forma de las varillas deberán ser las que se indican en los planos estructurales o las que ordene la Dirección de la Obra y deberán ajustarse a las tolerancias que se indican de acuerdo a la tabla " C ".

El recubrimiento mínimo del refuerzo principal estará acorde con las dimensiones mostradas en los planos estructurales, en los que se indica la distancia libre entre la superficie del acero de refuerzo y el concreto. Las varillas de acero de refuerzo deberán sujetarse firmemente, para impedir su movimiento durante la colocación del concreto. Se aceptará el uso de una silleta de concreto, plástico o del mismo acero de refuerzo.

VII ALAMBRE DE ACERO PARA MALLAS SOLDADAS.

El alambre de acero estirado en frío se utiliza para refuerzo en el concreto o en forma de malla. El proceso de fabricación del alambre de acero se obtiene por horno de hogar abierto, horno eléctrico o básico al oxígeno.

La malla soldada de alambre de acero es un material compuesto por una serie de alambres de acero estirados en frío, longitudinales y transversales, colocados de tal forma que forman ángulos rectos entre sí y soldadas por el proceso de soldadura eléctrica, en todos los puntos de intersección.

La designación del alambre estirado en frío debe de hacerse de acuerdo a su número de calibre como se indica en la siguiente tabla:

DESIGNACION PARA ALAMBRE DE ACERO

NUMERO DE CALIBRE	Ø NOMINAL EN MM.	AREA NOMINAL EN MM ²
0	7.79	47.60
1	7.19	40.60
2	6.67	35.00
3	6.19	30.07
4	5.72	25.70
5	5.26	21.72
6	4.88	18.70
7	4.50	15.90
8	4.12	16.97
9	3.77	11.16
10	3.43	9.23
11	3.06	7.35
12	2.68	5.64

Los tipos de malla soldada de alambre de acero comerciales son los siguientes:

A	B	C	D
4 X 4 - 4 / 4	6 X 6 - 4 / 4	8 X 8 - 4 / 4	
4 X 4 - 6 / 6	6 X 6 - 6 / 6	8 X 8 - 6 / 6	
4 X 4 - 8 / 8	6 X 6 - 8 / 8	8 X 8 - 8 / 8	
4 X 4 - 10 / 10	6 X 6 - 10 / 10	8 X 8 - 10 / 10	
4 X 4 - 12 / 12	6 X 6 - 12 / 12		

A= ESPACIAMIENTO EN SENTIDO LONGITUDINAL
 B= ESPACIAMIENTO EN SENTIDO TRANSVERSAL
 C= CALIBRE DE ALAMBRE LONGITUDINAL
 D= CALIBRE DE ALAMBRE TRANSVERSAL

El alambre deberá de cumplir con los siguientes requisitos de tensión y doblado de acuerdo con la siguiente tabla:

REQUISITOS DE TENSION	VALOR ESPECIFICADO
RESISTENCIA A LA TENSION MINIMA	
EN Kg/MM ²	57
LIMITE DE FLUENCIA MINIMO EN Kg/MM ²	50
REDUCCION DE AREA, MAXIMO EN PORCENTAJE	30
REQUISITOS DE DOBLADO	ENSAYE DE DOBLADO
DOBLADO EN FRIO A 180°, EN DIAMETROS DEL ALAMBRE	
8 MM Y MENORES	DOBLADO SOBRE MANDRIL DE DIAMETRO IGUAL AL DE LA PROBETA.
MAYORES DE 8 MM.	DOBLADO SOBRE MANDRIL DE DIAMETRO IGUAL AL DOBLE DEL DIAMETRO DE LA PROBETA.

Ahora describiremos brevemente el procedimiento constructivo de nuestro tramo en estudio.

El procedimiento del Tramo ATLALILCO – IZTAPALAPA, se ha dividido en dos subtramos; el primero consta de una excavación a cielo abierto y el segundo de una excavación a cielo abierto entre una estructura de contención constituida por muros tablestaca estructurales armados y colados en sitio.

Se le llamará nivel +0.00 al extrados del cajón del tramo. Antes de iniciar la excavación de las zanjas donde se construirán los muros tablestaca deberán de localizarse las instalaciones municipales existentes, para realizar su desvío y/o darles la protección adecuada, para no dañarlas.

A.- CONSTRUCCION DE MUROS TABLESTACA ESTRUCTURALES .

Para el caso en donde se desvíó el colector existente, la parte que quedará fuera de servicio deberá extraerse y taponarse en los extremos de la tubería que no se extraera, mediante la construcción de un muro de tabique y un repellado de 2 cm. de espesor con mortero cemento – arena, en proporción 1:3, para evitar pérdidas del fluido estabilizador durante la construcción de las zanjas donde quedará alojado el muro tablestaca, concluido lo anterior se procederá a la construcción de los muros tablestaca.

B.- EXCAVACION, APUNTALAMIENTO Y CONSTRUCCION.

La excavación y construcción del cajón se realizará entre una estructura de contención constituida por muros tablestaca armados y colados en sitio, en el sentido de avance de la excavación deberá llevarse un talud cuya inclinación sera de 1:1 (horizontal a vertical).

La excavación se realizará por etapas de 12.00 m. de longitud, con el objeto de construir tramos de losa de la misma longitud, en cada etapa de la excavación se deberá colocar tres niveles de puntales (troqueles), para contener el empuje del terreno sobre los muros tablestaca y por ningún motivo podrá continuarse la excavación si no se ha instalado el nivel de puntales que se haya descubierto en dicho proceso.

Una vez que se haya colocado el puntal se continuará con la excavación de tal manera que se vaya alternando excavación y apuntalamiento, hasta alcanzar el nivel de máxima excavación o nivel de desplante, e inmediatamente después se colocará una plantilla de concreto pobre de 10 cm. de espesor.

Después de transcurridas tres horas de haber colado la plantilla se procederá al armado y colado de la losa de fondo, previo al colado de la losa se dejarán las preparaciones para ligar la losa adyacente. El tiempo máximo que debe transcurrir para el armado y colado de la losa de fondo será de 15 horas, contadas a partir del momento de haber terminado el colado de la plantilla, excepto en las etapas donde se ubican los muros cortos, donde se tendrá que prolongar el muro tablestaca a través de un muro estructural, para lo cual se empleará un tiempo máximo de 24 horas en el colado de la losa de fondo y el complemento del muro.

Una vez concluido el colado de la losa de fondo, veinticuatro horas después se procederá al montaje de tabletas TT, que conformarán la losa superior o firme de compresión, para efectuar su armado y colado. Veinticuatro horas después de haber terminado el colado del firme de compresión se podrán retirar los puntales bajo el nivel de intrados.

Cuando el firme de compresión haya alcanzado su resistencia de proyecto, se continuará con la colocación del material de relleno, para posteriormente hacer el tendido de la carpeta asfáltica que conformará el pavimento o superficie de rodamiento.

En lo que respecta a la excavación en la zona del estrato rocoso, esta se realizará con un equipo mecánico que tenga dispositivo de rotomartillo hidráulico, la excavación se realizará en capas de 1.50 m. de espesor a todo lo ancho del cajón, hasta llegar a la máxima profundidad.

Al llegar a la máxima profundidad o nivel de desplante, se procederá a colar una plantilla de concreto pobre, tres horas después se realizará el armado y colado de la losa de fondo con el complemento de los muros tablestaca cortos.

C. – ZONA SIN MURO TABLESTACA ESTRUCTURAL POR PRESENCIA DE ROCA.

En vista de que se detectó un estrato rocoso, la excavación se realizará a cielo abierto entre taludes laterales con inclinación de 0.3:1 (horizontal a vertical), en donde existe suelo y en la roca se dejará un talud lateral vertical, hasta alcanzar la máxima profundidad de excavación.

En la excavación de suelo al dejar el talud lateral, estos se protegerán contra el intemperismo, mediante la aplicación de un mortero en proporción 1:3 de 3 cm. de espesor, reforzado con malla de alambre tipo gallinero, traslapando esta una distancia de 30 cm., ancladas al terreno por maestras de varilla de 30 cm. de longitud.

Como se mencionó anteriormente la excavación en roca se realizará en capas de 1.50 m. de espesor a todo lo ancho del cajón, hasta alcanzar el nivel de máxima excavación.

Una vez que se haya alcanzado el nivel de máxima excavación, se continuará con el colado de la plantilla de concreto simple, seis horas después se procederá a iniciar el armado y colado de la losa de fondo, previo al colado se dejarán las preparaciones para la losa adyacente y los muros estructurales.

Transcurridas treita y seis horas de haber colado la losa de fondo se continuará con el armado y colado de los muros estructurales. Cuando hayan alcanzado la resistencia de proyecto los muros estructurales, se procederá al monteje de las tabletas TT y posteriormente armar y colar el firme de compresión. Cuando este haya alcanzado su resistencia de proyecto se continuará con la colocación del material de relleno y pavimentación.

D. – ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN EN ZONA SIN MURO TABLESTACA POR CRUCE DE INSTALACIONES.

En las zonas donde no fue posible la construcción de los muros tablestaca por presencia de instalaciones municipales, la excavación se realizará entre una estructura de contención con el fin de sostener al terreno, mediante el siguiente procedimiento.

Primeramente se tendrá que hacer el puenteo de la instalación. Al llegar el talud de avance a la interferencia se comenzará a excavar en capas de 1.50 m. continuando con el talud de avance del otro lado de la instalación, simultáneamente con la excavación y a medida que se vayan descubriendo los muros tablestaca, se demolera el muro hasta descubrir el acero de refuerzo,

para soldar viguetas IPR de 10" X 4" de 25.30 kg/m., colocadas horizontalmente y a lo largo de la zona sin muro tablestaca, estas viguetas se colocarán a cada metro de profundidad, con el patín hacia el frente.

Conforme se vayan colocando las viguetas se colocará entre estas un tupido de tablonces de 2" de espesor que servirá como cimbra perdida y como contención del terreno. Se continuará de esta manera hasta alcanzar el nivel de máxima excavación.

Habiendo alcanzado el nivel de máxima excavación se procederá a colar la plantilla de concreto simple, posteriormente se armará y colará la losa de fondo, dejando las preparaciones necesarias para los muros estructurales y losa adyacente. Transcurridas veinticuatro horas después de haber colado la losa de fondo, se continuará con el armado y colado de los muros estructurales en la zona donde se colocaron las viguetas. Cuando los muros hayan alcanzado la resistencia de proyecto se montarán las tabletas TT para proseguir con el armado y colado del firme de compresión, cuando esté haya alcanzado la resistencia de proyecto se procederá a colocar el material de relleno y pavimentación.

CAPITULO III

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO
DEL TRAMO

Como podemos observar en el ejemplo, que la longitud de los intertramos y colas de estación son variables, en función de la ubicación y características de la línea, mientras que las estaciones cuentan con una longitud constante de 150.00 m. que es la reglamentaria por ser esta la longitud del convoy del metro, así establecido por el S.T.C.; sin embargo la geometría de las estaciones es variable y en pocas ocasiones son iguales.

Como se menciona anteriormente para poder iniciar la construcción del cajón, fue necesario primeramente contar con el trazo y nivelación del tramo para la ejecución de los brocales y muros milán (tablestaca), ya que de ello dependerá que se respeten los galibos que el proyecto exige.

1.- BROCALES.

Este elemento tiene la finalidad de retener el relleno suelto localizado superficialmente, además de servir de guías para la posición vertical de la excavación de los muros colados en sitio. La separación que debe existir entre brocales es de 65 cm., para muros de 60 cm. de espesor, como se indica en la fig. No. 1.

Para la construcción de los brocales se procede al trazo y corte de la carpeta asfáltica, con cortadora o rompedoras de concreto, posteriormente se iniciará la excavación, obligadamente es realizada a mano con el objeto de detectar posibles interferencias e instalaciones municipales (ductos de Telmex, Cía. de Luz, líneas de agua potable, drenaje, etc.), hasta una profundidad de 1.50 m a 2.00 m. a partir del nivel del terreno natural. Los brocales son piezas en forma de ángulo recto de concreto reforzado colados en el lugar. Cuando se haya alcanzado la profundidad de desplante del brocal, se procede al armado de las partes que conforman el brocal que son el alero o banquetta (va fijado a la carpeta asfáltica para evitar movimientos) y el faldón, posteriormente se cimbrará. El cimbrado se realiza apoyándose un lado contra el otro por medio

de puntales, para evitar irregularidades o abolsamientos. Los puntales (polines), son secciones cuadradas de 10 X 10 cm. y se colocarán a cada 2.00 m. de separación horizontal. En el sentido vertical se colocarán en dos niveles, cuando el brocal sea de 1.50 m. y en tres niveles cuando sea mayor.

Una vez que se tenga armado y cimbrado el brocal, se colará y vibrará para garantizar un colado homogéneo.

La construcción de los brocales se realizará en zonas donde el suelo sea heterogéneo, zonas jardinadas y afectaciones, en zonas donde existe pavimento la construcción estará sujeta a la supervisión y Residencia de Obra, aunque es recomendable realizarlo en toda la longitud.

Finalmente el retiro del brocal se realiza en dos etapas: la primera cuando se realiza la excavación de núcleo automáticamente se lleva la parte interior del brocal del lado del cajón y la segunda etapa ocurre cuando se restituye la carpeta asfáltica, se procede a demoler y retirar la parte externa del brocal de cada lado del cajón del metro.

2.- MUROS TABLESTACA (MUROS MILAN).

A) ANTECEDENTES.

En la construcción del metro de la Ciudad de México el muro milán ha sido un elemento de extraordinaria utilidad, al inicio de la obra, en 1967 se adaptó la tecnología al subsuelo blando arcilloso de la Ciudad, empleandolo como muro tablestaca temporal para facilitar la excavación del cajón; en los primeros años se demostró también su confiabilidad como parte del cajón estructural definitivo, mediante un extenso tramo de prueba. En cuanto al procedimiento de ejecución, se comprobó la utilidad y eficiencia de las

almejas hidráulicas; respecto al fluido estabilizador, se recurrió al lodo bentonítico, pero se estudió y ensayo con lodo de arcilla natural concluyéndose que era igualmente seguro y eficiente. Sin embargo, en esa primera etapa del metro no se adoptó rutinariamente ni el muro milán estructural, ni el lodo arcilloso estabilizador.

Actualmente se ha dado una verdadera evolución tecnológica, porque se ha experimentado y evaluado tres aspectos importantes:

- 1.- Se ha confirmado que el muro milán puede ser un elemento estructural definitivo y confiable.
- 2.- Que la excavación se puede estabilizar con el lodo que se forma espontáneamente, como consecuencia del proceso de excavación.
- 3.- Que se puede adaptar la tecnología del muro como piezas prefabricadas, que se ensamblan en la zanja y confinan con un lodo que endurece a la resistencia del suelo del sitio.

B) ALTERNATIVAS FACTIBLES

Los muros verticales deben diseñarse para soportar los empujes horizontales de la masa de suelo, funcionando temporalmente como tablestacas; después deben hacerlo como parte estructural del cajón, en las condiciones que el suelo impone a corto y largo plazo. Otra función complementaria del muro es la de servir como lastre para soportar la subpresión a la que está sometido. Las condiciones anteriores nos llevan a utilizar el muro milán como: elemento temporal para soportar los empujes horizontales, o más eficientemente como parte estructural del cajón.

En cuanto al procedimiento de construcción, se pueden seguir tres alternativas:

- a) El convencional colado en el lugar.
- b) El prefabricado con avance modular.
- c) El prefabricado con avance continuo.

CONVENCIONAL.

Con esta denominación se agrupan los muros colados en el lugar que sirven sólo temporalmente como tablestaca y después como lastre, así como los que también se aprovechan como muros tablestaca estructurales.

AVANCE MODULAR.

Consiste en una secuencia de piezas verticales de concreto precolado ensamblados con un gancho y placas guía, dentro de una zanja estabilizada inicialmente con lodo arcilloso o bentonítico, que previamente a la colocación de los precolados se sustituye con lodo fraguante. Este lodo es capaz de endurecer a resistencias similares a las del suelo para soportar y confinar al muro en su posición. La otra importante función del lodo fraguante es la de constituirse en barrera de baja permeabilidad, que complementa el sello principal.

AVANCE CONTINUO.

Esta técnica desarrollada en Francia se logró ampliar el concepto de módulo – tablero para un procedimiento de construcción continuo con avances de excavación largos y aprovechamiento máximo del equipo de construcción, aunque esta técnica no ha sido aplicada en México, es indudable que una vez adaptada a las condiciones de nuestro subsuelo, se utilizará con amplitud no

sólo en las líneas del Metro, sino en la cimentación de estructuras.

Como se menciono anteriormente el muro milán es un elemento estructural colado en sitio, cuya finalidad es la de contener los empujes del terreno y de mantener la estabilidad de las construcciones aledañas durante la excavación del núcleo durante el proceso constructivo del cajón.

Debido a las características del terreno el muro milán quedará como estructural definitivo, sin la necesidad de un muro estructural adicional.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

Una vez que se han colado los brocales y las zanjas han quedado libres de estorbos, se colocarán compuertas de medera para aislar tramos de zanja gúfa correspondiente a la longitud de cada tablero que se va a construir.

Realizado lo anterior se iniciará la excavación de las zanjas que alojarán a los muros de concreto colados en sitio, la excavación se realizará con un equipo o maquinaria cuya herramienta de corte sea guiada para garantizar la verticalidad de las paredes de la zanja, hasta alcanzar la profundidad de desplante del muro, usualmente se utiliza una draga LS-108, pudiendo ser de mayor capacidad para sostener el equipo guiado, como se muestra en la fig. No. 2.

Para garantizar lo antes mencionado la herramienta de excavación deberá de cumplir con las siguientes recomendaciones:

- a) Se deslizará con suavidad sin chicoteos ni golpes.
- b) Se hincará evitando que choque contra las paredes de la zanja para evitar desprendimientos o caídos.
- c) Cortará firmemente el material sin sacudirla repentinamente.

El cumplimiento de estas indicaciones conjugado con un fluido estabilizador de buena calidad, evitará caídos y deslaves que azolven la zanja y provoquen socavaciones en las paredes.

La excavación de las zanjas se hará en forma alternada, es decir no deberán excavarse tableros contiguos simultáneamente, así mismo no se excavará la zanja para un tablero, hasta que el concreto del tablero contiguo haya alcanzado su fraguado inicial.

El nivel del fluido estabilizador dentro de la zanja será del orden de 1.50 m., por debajo del borde superior del brocal, debiéndose mantener este nivel en el proceso de excavación y colado del muro (Fig. No. 3).

No podrá dejarse una zanja totalmente excavada además con el fluido estabilizador por mucho tiempo, por lo que no deberán pasar más de 24 horas entre el inicio de la excavación y el inicio del colado, asimismo no deberán de transcurrir más de seis horas entre el momento que se alcance la máxima profundidad de excavación y el inicio del colado.

Una vez que se haya alcanzado la profundidad de máxima excavación (Nivel de Desplante del Muro), se procederá a introducir las juntas metálicas. Las juntas son tubos metálicos huecos de forma semicircular o rectangular (Figs. Nos. 4 y 5), que en una de sus caras tendrá la forma machimbrana. La cara que estará en contacto con el concreto deberá de tener una película de grasa para facilitar su extracción posterior, la junta se asentará firmemente en el fondo de la zanja para evitar que se mueva durante el colado. La junta se colocará con la ayuda de una grúa hidráulica. (Fig. No. 6).

Durante el proceso de excavación de la zanja, se tendrá habilitado y armado la parrilla de acero, para evitar que la excavación de la zanja perdure mucho tiempo con el fluido estabilizador.

Una vez que se han colocado las juntas metálicas en su lugar se procederá de inmediato a introducir el acero de refuerzo (parrilla) dentro de la zanja, también se introducirá con la ayuda de una grúa hidráulica (Fig No. 7). Las parrillas irán contraventeadas con rigidizadores, para evitar movimientos.

En el proceso del armado de la parrilla se deberán dejar las preparaciones necesarias para posteriormente realizar la liga estructural del muro milán estructural con las losas de fondo y firme de compresión.

El tiempo máximo que debe de transcurrir entre el momento de introducir la parrilla en la zanja y el colado del muro será de cuatro horas, por esta razón es conveniente colar inmediatamente después de ser introducida la parrilla, no es conveniente que se este sacando y metiendo la parrilla, pues en este tipo de operaciones se pueden producir caídos que afecten la estabilidad de la zanja.

Para mantener el recubrimiento en el acero de los muros, se utilizan roles de concreto de 5" de diámetro que irán fijados al acero principal por medio de varillas de 3/4", en ambas caras de la parrilla, en tres niveles equidistantes en el sentido vertical, en el sentido horizontal llevará cuatro niveles también equidistantes (Fig. No. 8). Se dejarán espacios libres dentro de la parrilla para la introducción de las trompas (lingada) para su colado.

Después de colocada, centrada y nivelada la parrilla, se introducen las trompas de colado por tramos. Los coples de unión de cada tramo deben ser herméticos para impedir la succión de aire o lodo que contamine el concreto, cada tramo será no mayor de 2.00 m. de largo y un diámetro no menor de 30 cm., para su fácil manejo. En la parte superior de las trompas (lingada) tiene una forma de embudo o tolva para la recepción del concreto, la cual descansará sobre un marco metálico apoyado en los aleros del brocal, compuesto por

cuatro canales con dimensiones tales que impidan el desplazamiento lateral de la tolva y garanticen su verticalidad, la tolva se colocará a una altura adecuada para que se pueda descargar directamente el concreto desde las ollas revolvedoras. Todo el conjunto se subirá y bajará durante el colado, para facilitar la caída del concreto, con la ayuda de una grúa hidráulica o malacate (Fig. No. 9).

Antes de iniciar el vaciado del concreto en la tolva se colocará un tapón por medio de un balón de hule latex, el cual desciende por el peso del concreto, evitando de esta manera la segregación del concreto y contaminación del del mismo.

El concreto deberá ser lo suficientemente fluido para que se distribuya uniformemente por todo el tablero, la boca de descarga permanecerá ahogada en el concreto para evitar que se contamine el concreto con el lodo. A medida que se va vaciando el concreto, por diferencia de densidades el lodo será desplazado hacia la superficie, para lo cual se succionará con una bomba para todos a un tanque almacenador. Se deberá tener un colado continuo por lo que no se tendrán recesos mayores de 15 minutos.

Alcanzado el primer fraguado del concreto, se procede al retiro de las juntas para su próximo uso en el siguiente tablero.

Debido a que la excavación de núcleo se llevará a cabo entre estos muros, no podrá iniciarse dicha excavación hasta que hayan transcurrido por lo menos 28 días de haberse colado los muros tanto de un lado como del otro, en una longitud mínima de 50 m. a partir del hombro del talud de avance.

3. – LODO BENTONITICO.

En el proceso de construcción de los muros milán , durante la excavación de las zanjas, las paredes que se forman en el interior del terreno natural no son estables por si solas, por lo que es necesario su estabilización con un lodo (lodo estabilizador).

El lodo estabilizador debe ser una suspensión estable de bentonita sódica en agua; tener una densidad mayor que la del agua, con el objeto de que el empuje hidrostático que ejerza sobre las paredes, sea mayor que el de esta. El lodo se vacía en el interior de las zanjas de los tableros excavados hasta alcanzar el nivel necesario, con el objeto de que la presión sobre las paredes ayude a detenerlas o mantenerlas estables.

Para la elaboración del lodo estabilizador o lodo bentonítico es necesario contar con una mezcladora de alta velocidad, en la cual se mezclan el agua y bentonita en proporciones requeridas, una vez obtenida la mezcla se bombea al tanque de almacenamiento para su posterior rebombeo a los tanques adicionales en donde permanecerá el lodo en reposo (Fig. No. 10)

Para que el lodo estabilizador cumpla con su función es necesario que forme una película impermeable en la frontera con el suelo, si no se forma, la estabilización se pierde, por lo que es conveniente en la dosificación una cantidad importante de bentonita sódica; una tentativa inicial de agua – bentonita recomendada como base varía entre 5 y 6 % del porcentaje de bentonita en peso.

La cantidad de bentonita en polvo que se emplea para la elaboración del lodo generalmente varía entre 50 y 80 kg. por cada m³ de agua, dependiendo de la cantidad de ambos materiales y del propósito de la mezcla; así, el valor

más alto se utiliza para bentonitas de bajo rendimiento y en zanjas con problemas de estabilidad.

Las propiedades que debe cumplir el fluido estabilizador se indican en la siguiente tabla.

CONCEPTO.	LIMITES ESPECIFICADOS
VISCOSIDAD MARSH	ENTRE 28 Y 45 SEG.
CONTENIDO DE ARENA	INFERIOR A 7.0 %
DENSIDAD	ENTRE 1.03 Y 1.07 GRS/CM3
ESPESOR DE LA COSTRA (CAKE)	INFERIOR A 2.0 MM.
P.H.	ENTRE 7 Y 8

DENSIDAD: Esta característica se refiere a su peso volumétrico, el cual depende de la cantidad y peso específico de las partículas sólidas en suspensión.

VISCOSIDAD PLASTICA: La viscosidad plástica de un lodo puede definirse como la fricción interna, la resistencia a fluir o como la resistencia al esfuerzo cortante, y básicamente depende de tres factores:

- 1.- Viscosidad de la base líquida.
- 2.- Tamaño, forma y cantidad de las partículas en suspensión.
- 3.- Fuerzas entre las partículas.

Durante la excavación de las zanjas, la viscosidad plástica es indicativa del grado de bombeabilidad del lodo usado.

VISCOSIDAD MARSH: Esta característica es indicativa del grado de espesamiento de los lodos, sin que tenga una relación directa con la

viscosidad plástica. La prueba del cono Marsh puede ser un indicador cualitativo del grado de bombeabilidad del lodo; se emplea además para dar una idea del grado de contaminación de una manera rápida y sencilla.

CONTENIDO DE ARENA: Se refiere a la cantidad de arena que se mantiene en suspensión en el lodo, expresada en un porcentaje.

El lodo podrá ser utilizado más de una vez, siempre y cuando cumpla con las propiedades antes mencionadas, por lo que en cuanto las haya perdido deberá desecharse y utilizarse uno nuevo.

Para la reutilización se efectúa una recirculación pasando por la planta central de fabricación y almacenamiento.

4.- EXCAVACION, APUNTALAMIENTO Y CONSTRUCCION.

La excavación y construcción del cajón del metro se realizará entre una estructura de contención constituida por muros milán, la excavación en el sentido de avance llevará un talud cuya inclinación será de 1:1 (horizontal - vertical).

Los taludes cabeceros deberán protegerse contra el intemperismo, con una capa de mortero cemento - arena en proporción 1:3 de 3 cm., reforzado con una malla de alambre tipo gallinero. Debido a que no existe espacio lateral, el equipo de excavación se colocará sobre el hombro del talud de avance.

La excavación se realizará con una maquinaria tipo almeja libre sobre una draga modelo LS-108 o LS-118, en etapas de 12.00 m. de longitud, con el fin de construir tramos de losa de fondo de la misma longitud, durante la excavación de una etapa simultáneamente se efectuará una berma de 12.00 m. de longitud hasta el nivel de intrados del cajón.

La excavación se iniciará a partir del terreno natural suspendiendola momentáneamente una vez que se encuentre 0.30 m. por debajo de la elevación del primer nivel de puntales indicados en las Figs. No. 11 y 12, por ningún motivo podrá iniciarse la excavación si no se ha colocado el puntal que ha sido descubierto por el proceso (Fig. No. 13).

Los puntales se colocarán por parejas en cada tablero en forma simétrica respecto a las juntas de construcción de los muros. Se proseguirá con la excavación de tal manera que se vaya alternando excavación con apuntalamiento, hasta colocar los tres niveles de puntales como se indican en las Figs. No. 11 y 12.

Una vez que se haya colocado el tercer nivel de puntales se podrá retirar el segundo y se excavará hasta alcanzar la profundidad o nivel de máxima excavación, con la ayuda de personal y equipo manual para el afine del fondo, colocando el material en la almeja para su retiro.

En caso de que durante la excavación se presenten filtraciones debido a mantos colgados, el flujo de agua se recolectará en carcamos y se bombeará mediante bombas autocebantes eléctricas.

Inmediatamente después de haber alcanzado el nivel de máxima excavación se colocará una plantilla de 10 cm. de espesor, constituida por concreto pobre con aditivo acelerante de fraguado. El tiempo máximo a emplearse en el colado de la plantilla será de tres horas. Concluido este tiempo se procederá a retirar las preparaciones de los muros milán para el armado de la losa de fondo de acuerdo al proyecto, con el fin de ligar el armado de la losa con el de los muros milán estructurales, terminando el armado de la losa, se procede al cimbrado y colado de la losa de fondo, dejando las preparaciones para la continuación de la siguiente losa. El tiempo máximo entre el armado y colado de la losa de fondo será de 15 horas contadas a partir de haber concluido el colado de la plantilla.

Veinticuatro horas después de concluida la construcción de la losa de fondo, se podrá retirar el tercer nivel de puntales. Transcurridas tres horas de haber concluido el colado de la losa se procede al curado del concreto con una membrana.

La excavación de la siguiente etapa se podrá iniciar una vez que se haya terminado el colado de la plantilla de la etapa anterior.

Para poder iniciar con el montaje de las tabletas TT, primeramente es necesario que se retiren las preparaciones del muro tablestaca estructural para su posterior liga con el firme de compresión o losa superior.

Veinticuatro horas después de haber concluido el colado de la losa de fondo, se procederá al montaje de las tabletas TT, con la ayuda de una grúa hidráulica, para posteriormente efectuar el armado y colado del firme de compresión, dejando las preparaciones para la continuación del armado de la siguiente etapa. De igual manera pasadas tres horas de haber concluido el colado del firme se procede al curado de concreto con una membrana.

Veinticuatro horas después de haber concluido el colado del firme de compresión, se podrán retirar los puntales del primer nivel, ubicados bajo el nivel de intrados.

Cuando el firme haya alcanzado su resistencia de proyecto se continuará con el tendido y compactación del material de relleno, para posteriormente realizar el tendido y compactación de la carpeta asfáltica.

Debido a la presencia de un estrato rocoso se construyeron muros tablestaca cortos, en donde se ajustará el nivel de puntales de acuerdo a la altura del muro.

En esta zona (Cad: 5 + 713.690 al 5 + 734.380 y del 5 + 757.500 al 5 + 786.791 , del lado sur; 5 + 713.690 al 5 + 734.380 y del 5 + 757.500 al 5 + 786.791, del lado norte), la excavación en roca se realizará con un equipo mecánico que tenga un dispositivo de rotomartillo hidráulico en capas de 1.50 m. de espesor a todo lo ancho del cajón, retirada la primer capa de roca se continuará con la segunda y así sucesivamente hasta llegar al nivel de máxima excavación, dejando taludes verticales como se indican en las figs. 14 y 15, por ser zona rocosa, en longitudes de tres metros.

Una vez que se alcance el nivel de máxima excavación se procederá a la prolongación del armado de los muros milán cortos, conjuntamente con el armado de la losa de fondo para posteriormente realizar su colado, para la continuación del muro corto primeramente se cimbrará y al término de esta se realizará el colado de los muros. Se seguirá este procedimiento hasta el término de la zona de muros milán cortos, evitando que queden juntas entre losa de fondo y el complemento del muro corto.

El tiempo máximo a transcurrir para el armado y colado del complemento del muro milán y la losa de fondo será de 24 horas a partir de haber llegado al nivel de máxima excavación.

Restrictivamente para poder iniciar un nuevo avance de excavación es necesario que se cumpla con la siguiente secuencia de colados, primeramente se haya colado plantilla, dos avances atrás se haya colado losa de fondo y tres avances atrás este colado el firme de compresión, como se muestra en la figura No. 16.

5 - TROQUELAMIENTO.

Al hablar de excavación de núcleo a cielo abierto es hablar también de apuntalamiento, debido a que son actividades necesarias que se realicen simultáneamente en el proceso de excavación.

Apuntalar significa colocar elementos rígidos con la finalidad de sostener la pared del terreno. Los puntales son fabricados a base de tubería de acero cuyo objetivo es el de soportar el empuje del terreno provocado por la descompensación al efectuar la excavación.

Los troqueles fabricados de tubería cuentan con un diámetro entre 12" y 20" y los de celosía generalmente son de sección cuadrada (Fig. No. 17), los troqueles tubulares cuentan en uno de sus extremos con una placa de acero y en el otro con un cabezal cuya función es la de absorber los empujes de los gatos hidráulicos para la presión de troquel sobre las paredes de los muros. Los troqueles de tubo son comunes en los tramos y los de celosía se usan generalmente en las estaciones, su longitud es variable dependiendo de los galibos a cubrir.

Entre el troquel y el muro milán se colocarán "quesos" o tacones, que son elementos de madera formados por troncos de árbol cortados transversalmente, cuyos espesores varían entre 10 y 20 cms. y su diámetro entre 40 y 60 cms. Como su función es la de absorber la presión del troquel y transmitirla directamente al muro milán, es necesario realizar un forjado del queso para evitar su ruptura en el sentido perimetral.

Para colocar el troquel se usarán gatos hidráulicos para proporcionar la presión, tipo portapower de 50 toneladas, para la fijación se usarán cuñas de acero, estrobos de 3/4 de pulgada, perros de sujeción.

6.- MURO ESTRUCTURAL POR PRESENCIA DE ROCA.

En vista de que entre los cadenamientos 5 + 734.380 al 5 + 757.500 el estrato rocoso se encuentra a menos de 3.00 m. de profundidad con respecto al terreno natural, la excavación se realizará a cielo abierto entre taludes laterales con inclinación de 0.30:1.00 (horizontal a vertical), en donde existe suelo y en roca se dejará un talud vertical hasta alcanzar el nivel de máxima excavación.

Descubriendo cada talud lateral como se menciona anteriormente se deberán de proteger contra el intemperismo, aplicando una capa de mortero cemento-arena en proporción 1:3 de 3 cm. de espesor con una malla de alambre tipo gallinero, efectuando un traslape de 30 cm. entre malla y malla, la cual será anclada al terreno mediante varillas de acero de 30 cm. de longitud (Fig. No. 18).

Se iniciará la excavación retirando primeramente el material de suelo que cubre el estrato rocoso, la excavación en la roca se realizará con un equipo mecánico que tenga dispositivo de rotomartillo hidráulico, excavando en capas de 1.50 m. de espesor a todo lo ancho de cajón. Una vez que se retire la primera capa de material rocoso se continuará con la segunda capa y así sucesivamente hasta alcanzar el nivel de máxima excavación.

Cuando se haya alcanzado el nivel de desplante o nivel de máxima excavación, podrá iniciarse con el armado de la losa de fondo, se cimbrará y colará dejando previamente las preparaciones necesarias para ligarse posteriormente tanto con los muros estructurales como con la siguiente etapa de losa.

Transcurridas treinta y seis horas después de haber concluido la losa de fondo, se continuará con el armado de los muros estructurales; para el cimbrado de los muros, la pared de la roca servirá como cimbra del lado exterior y del lado interior se colocarán tableros estructurales con la ayuda de una grúa hidráulica, posteriormente se colarán los muros. En la junta entre muro estructural y muro milán se deberán ligar estructuralmente.

Cuando los muros estructurales hayan alcanzado su resistencia de proyecto se montarán las tabletas que conformarán la losa superior o firme de comprensión. Montadas las tabletas se armará, cimbrará la frontera para posteriormente colar el firme de comprensión obtenida la resistencia de proyecto se iniciará con la colocación del relleno y pavimentación sobre el cajón del metro.

La etapa del muro estructural no resulta una actividad difícil siempre y cuando la cimbra se encuentre debidamente habilitada y correctamente armada (Fig. No. 19). Para realizar una correcta ejecución de muros estructurales se necesitan tableros metálicos con medidas promedio de 4.00 a 6.10 m. X 5.00 a 6.10 m., los cuales están formados a base de ángulo de 2" X 1/4" para constituir el marco base y ángulo de 3" X 1/4" formando la cuadrícula para reforzar el marco base; lleva además cuatro refuerzos horizontales de canal de 8" soldados en cajón, además cuenta con cinco refuerzos verticales de viga "I" de 10", cada uno de los cuales lleva tres niveles de soportes para troquelamiento a base de tubo de 6" de diámetro cédula 40 en media luna de 12 cm. de longitud (Fig. No. 20).

Para el troquelamiento de la cimbra se contará con tubo de 6" de diámetro cédula 40 con tapa en los extremos a base de placa de 3/4 " y tornillos sin fin para ajustar el ancho del cajón.

La superficie de contacto de la cimbra esta conformada por triplay de 16 mm. de espesor fijado a base de tornillos y tuercas de cabeza plana, se coloca colmasol que es el que nos va a dar el concreto aparente de muro para garantizar el acabado.

Para poder colocar los tableros se necesita que previamente se haya colocado el arrastre que servirá como apoyo y alineación de los tableros. También se tendrán que colocar los taponés laterales con su banda de P.V.C., para evitar fugas del concreto.

Es necesario que el vaciado del concreto se realice uniformemente para evitar el empuje de un solo lado, evitando que se produzcan desplazamientos. Para el descimbrado de los tableros se aflojan los tornillos sin fin de los troqueles, se retiran con una grúa hidráulica, se despegan los tableros y se retiran para su posterior uso en la siguiente etapa.

6.1.- ZONA CON MURO ESTRUCTURAL (CHAPEO).

Con el objeto de evitar las posibles filtraciones de combustible hacia el interior del cajón, provenientes de la gasolinera ubicada en la Esquina de la Calzada de Ermita Iztapalapa y Porfirio Díaz, es necesario construir un muro estructural de 30 cms. de espesor adosado al muro tablestaca lado Norte entre los cadenamientos 5 + 438.75 al 5 + 502.45, para lo cual se desplazaron en su construcción 30 cms. los muros tablestaca estructurales.

Cuando se arme y cuele la losa de fondo en esta zona se dejarán las preparaciones necesarias para la unión entre el muro tablestaca estructural y el muro estructural (chapeo).

Para la liga de ambos muros, primero se harán huecos en el muro tablestaca hasta descubrir el armado para ligarse con el armado del muro chapeo, posteriormente se armará se cimbrará y colará el muro. Este muro también se ligará estructuralmente a los muros tablestaca estructurales adyacentes.

7.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LAS REJILLAS DE VENTILACION.

La excavación y construcción de las rejillas 1B-2, 1B-3, 1B-4 E 1B-5 se realizará mediante una estructura de contención constituida por los muros tablestaca estructurales armados y colados in situ.

Cuando se haya alcanzado el nivel de máxima excavación se procederá al colado de una plantilla de 10 cm. de espesor con un aditivo acelerante de fraguado.

Una vez que se haya alcanzado el fraguado inicial se procederá al retiro de las preparaciones para ligar el muro tablestaca con la losa de fondo, posteriormente se armará, cimbrará y colará la losa de fondo de la rejilla, ligandola a la losa de fondo del cajón del metro mediante una contratrabe y dejando las preparaciones necesarias para las columnas.

Cuarenta y ocho horas después se procederá al armado, cimbrado y colado de las columnas. Cuando las columnas hayan alcanzado su resistencia se armará cimbrá y colarán las trabes, previamente apuntaladas, ya que recibirán las tabletas que conformarán el firme de compresión. Se dejarán las preparaciones para el armado de los muretes y diafragmas de la rejilla que continúan hacia la superficie y que sobresalen del nivel de banqueta.

Una vez construida la losa de techo de la rejilla se armarán, cimbrarán y colarán los diafragmas y muretes. Cuando se haya alcanzado la resistencia del firme de compresión se podrá colocar el material de relleno hasta alcanzar el nivel de subrasante, para posteriormente continuar con la restitución del pavimento y banqueteta.

Con respecto al procedimiento constructivo del subtramo localizado entre los cadenamientos 5 + 072.613 al 5 + 200.000 se construirá a cielo abierto por encontrarse un estrato rocoso en la cual la profundidad varía de 3.00 m. en el lado Oriente y va aumentando paulatinamente hasta 14.00 m aproximadamente en el lado Poniente. (Fig. No. 21, 22, 23, 24 y 25).

Como se menciona anteriormente la construcción del cajón del metro se hará a cielo abierto y en donde exista suelo la excavación se hará entre taludes laterales con inclinación de 0.15: 1 (horizontal a vertical), y en zona de roca entre paredes verticales laterales, la cual se realizará en capas de 1.50 m. de espesor en todo lo ancho del cajón con un equipo mecánico que tenga un sistema hidráulico de rotomartillo.

Antes de iniciar cualquier excavación en el sitio, se deberán localizar en campo las instalaciones municipales existentes para realizar su desvío y/o darles la protección adecuada para no dañarlas.

En el caso de que durante la excavación de la zona en la que existe suelo se presenten algunas filtraciones debido a la existencia de mantos colgados el flujo de agua se recolectará en cárcamos de bombeo desde los cuales se extraerá el agua mediante bombas autocebantes eléctricas o de gasolina.

Previo al inicio de la excavación podrá realizarse un rasero de 2.50 m de profundidad a todo lo largo del subtramo a continuación se realizará la excavación en etapas de 12.00 m. de longitud a cielo abierto entre taludes laterales de 0.15:1 (horizontal a vertical) y el talud de avance será de una inclinación de 0.75 : 1 (horizontal a vertical), hasta retirar todo el material de suelo que cubre el manto rocoso, para posteriormente proteger el talud lateral contra el intemperismo mediante la aplicación de una capa de mortero cemento – arena en proporción 1:3 de 3 cms. de espesor reforzado con malla de alambre tipo gallinero, la cual se anclará al terreno mediante maestras de varilla de 30 cms de longitud. Separadas a cada 2.00 m., la malla deberá tener un traslape de 30 cms. entre malla superior e inferior.

La excavación en la roca se realizará con un equipo mecánico que tenga dispositivo de rotomartillo hidráulico, y se hará en franjas de ancho variables en sentido longitudinal y en capas de 1.50 m. de profundidad de espesor en todo lo ancho del cajón, cuando se haya realizado el corte se procederá a retirar la primera capa de roca y se continuará con la segunda capa y así sucesivamente hasta alcanzar el nivel de máxima profundidad.

Una vez que se haya alcanzado el nivel de desplante del cajón de metro, se continuará con el colado de la plantilla de concreto siempre de 5 cm. de espesor y doce horas después se podrá iniciar con el armado, cimbrado y colado de la losa de fondo del cajón del metro, dejando las preparaciones para su liga posterior con los muros estructurales así como para la siguiente etapa de colado de la losa de fondo.

Previo al armado y colado de la losa de fondo se dejarán las preparaciones para los registros del drenaje así como el dren longitudinal del tramo.

Treinta y seis horas después de concluido el colado de la losa de fondo se procederá al armado y cimbrado de los muros estructurales a base de tableros como los que se mencionaron en el subtramo anterior, una de las cimbras será la pared de la roca. Cuando se hayan colocado los tableros y apuntalados correctamente se procederá al colado de los muros estructurales vaciando el concreto de forma uniforme para evitar el empuje de un solo lado. Alcanzada la resistencia de los muros se retirarán los tableros por medio de una motogrúa hidráulica y colocarlos en el siguiente muro a colar.

Posteriormente se procede al montaje de las tabletas que conformarán el firme de compresión, las tabletas se montarán con la ayuda de una motogrúa hidráulica para proseguir con el armado, cimbrado y colado del firme de compresión.

Cuando el firme de compresión haya alcanzado su resistencia, se procede a la colocación del material de relleno hasta el nivel de subrasante para después colocar la restitución del pavimento.

El procedimiento a seguir en la zona comprendida entre los cadenamientos 5 + 128.375 AL 5 + 138.375 que corresponde a la ubicación de la rejilla de ventilación IB-1, será el mismo que mencionamos anteriormente, sólo que previo al colado de la losa de fondo se dejarán las preparaciones para el armado de la columna.

Armada la columna se procederá a cimbrar y a colar ésta, para el armado de la trabe donde se asentarán las tabletas, primeramente se apuntalarán para posteriormente armar y colar la primera parte de la trabe, cuando la trabe alcance su resistencia se montarán las tabletas que conformarán el firme de compresión, se armará y colocará la segunda parte de la trabe. En el colado de la losa superior de la rejilla se dejarán las preparaciones

necesarias para su liga estructural con los muretes que conforman la guarnición y diafragmas que sobresalen del nivel de banqueteta. Posteriormente se continuará con el armado, cimbrado y colado de los diafragmas y guarniciones de la rejilla de ventilación. Una vez que se haya alcanzado la resistencia de proyecto se procederá con el relleno y restitución del pavimento y banquetas.

8. – ESTRUCTURA DE CONTENCION EN ZONA SIN MURO TABLESTACA POR CRUCE DE INSTALACIONES MUNICIPALES.

En esta zona donde no fue posible hacer la construcción de muros tablestaca estructurales, la excavación se realizará entre una estructura de contención con el fin de sostener temporalmente al terreno.

La construcción de los muros tablestaca estructurales les será suspendida 0.50 m. antes y después de las instalaciones que interfieren para su construcción. (Fig. No. 26).

Posteriormente se dará inicio a la actividad de proteger la instalación que interfiera por medio de una estructura para formar un puenteo.

Una vez que se ha protegido la instalación, se dará inicio a la excavación y colocación de la estructura de contención.

La excavación se iniciará a partir del nivel del terreno natural y se suspenderá momentáneamente cuando se llegue al nivel de remate del muro tablestaca estructural, además se continuará con el ataque del talud de avance, iniciándose la excavación de una berma a cada 1.50 m. de profundidad y el talud de avance se continuará en el otro extremo de la interferencia, hasta alcanzar el segundo nivel de viguetas (Fig. No. 27 y 28).

Posteriormente se procederá a colocar tanto la primera como la segunda vigueta, primeramente para colocar la primera vigueta se demolerá el concreto del muro tablestaca hasta descubrir las varillas que integran el armado de dichos muros a los cuales se soldara la vigueta de acero IPR de 10" X 4" de 32.13 kg/m. colocada horizontalmente en el nivel de ramate de los muros tablestacas con el patin hacia el frente, conforme se vayan colocando las siguientes viguetas por la parte exterior teniendo un traslape mínimo de 0.50 m. entre la vigueta y el muro tablestaca. Se pondrán inmediatamente entre estas y las paredes de la excavación un tupido de tabloncillos de 2" de espesor que servirán para contener el terreno y funcionará como cimbra pérdida. Los tabloncillos deberán quedar bien fijos, lo cual se logrará colocando polines que servirán como cuñas entre el patin de la vigueta y el tabloncillo (Fig. 29).

La separación entre viguetas será a cada 1.00 m. de profundidad.

Después de colocar los tabloncillos se continuará con la excavación hasta alcanzar la profundidad correspondiente al siguiente nivel de vigueta colocando ésta y los tabloncillos como se mencionó anteriormente; se continuará esta secuencia las veces que sea necesario hasta alcanzar el nivel de máxima excavación.

Una vez alcanzada la profundidad de proyecto, se procederá a colar la plantilla y posteriormente con el armado y colado de la losa de fondo, dejando las preparaciones necesarias en el armado para la continuación de la siguiente losa y los muros estructurales.

Transcurridas 24 horas como mínimo después de colada la losa de fondo, se continuará con el armado del muro estructural, posteriormente se cimbrará y colará. Se dejarán las preparaciones que se requieran para la liga con el firme de compresión. Alcanzada la resistencia de los muros se procederá al armado, cimbrado y colado del firme de compresión.

Después de que el firme haya alcanzado su resistencia de proyecto, se colocará el relleno hasta el lecho inferior de la instalación protegida y así poder retirar la protección, después se continuará con la colocación de rellenos y restitución de pavimentos.

La excavación de la siguiente etapa se iniciará una vez concluida la construcción de la losa de fondo, de la etapa excavada.

9. – PROCEDIMIENTO PARA RESTITUCION Y CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS.

Para el relleno sobre el cajón subterráneo del metro deberá de efectuarse después de que se haya construido el firme de compresión y tenga la resistencia mínima de proyecto.

El equipo que se empleará para la formación y compactación de las capas de relleno será el adecuado para que nos proporcione la compactación respecto al peso volumétrico.

Para el tendido y compactación del material se realizará con el equipo que garantice la incorporación del material a emplear, previa incorporación del agua, para garantizar la humedad óptima, y una compactación adecuada. Pero en ningún caso deberá arrojar sobre el firme de compresión una presión mayor a 3 ton./m².

La capa que se formará directamente sobre el firme de compresión tendrá un espesor compacto de 30 cm., la cual deberá de alcanzar el 90 % de compactación respecto a su peso volumétrico seco máximo.

Después de la primera capa, las siguientes capas deberán de hacerse por espesores compactos no mayor de 30 cms. y en cada capa deberá alcanzarse por lo menos el 90 % del peso volumétrico seco máximo, así sucesivamente hasta alcanzar el nivel de la capa que conformará la subrasante.

Para conformar la capa de subrasante el material colocado deberá contar con un espesor mínimo de 30 cm., la cual se deberá colocar en dos capas de 15 cm. de espesor máximo compacto cada una. Alcanzado una compactación del 95 % de su peso volumétrico seco máximo.

Sobre la capa de subrasante compactada se tenderá el material que conformará la sub-base, la cual tendrá un espesor de 15 cm. y se colocará en una sola capa, compactandola hasta alcanzar el 95 % de su peso volumétrico seco máximo.

Cuando se haya obtenido la compactación requerida de la sub-base, se colocará o tenderá el material que conformará la base, cuyo espesor será de 15 cm. y se colocará en una sola capa, compactandola hasta alcanzar el 100 % de su peso volumétrico seco máximo. En los casos en donde existan zonas con dificultad para compactar con el equipo pesado, como son esquinas y orillas, será factible alcanzar como mínimo una compactación del 98 % de peso volumétrico seco máximo.

La tolerancia en niveles tanto para la base como para su sub-base será de ± 1.00 cm. debiendo de tener las pendientes transversales y longitudinales para el drenaje, debiéndose de dar desde la subrasante con el propósito de que los espesores de las capas del pavimento sean uniformes.

Una vez obtenida la compactación requerida de la base, se barrera para la aplicación de un riego de impregnación usando un producto asfáltico rebajado (del tipo F M - 1) a razón de 1.50 a 1.80 LTS/ M2. el riego de

impregnación deberá de hacerse de preferencia en las horas más calurosas del día. La superficie impregnada deberá presentar un aspecto uniforme y el material asfáltico estará superficialmente bien adherido al material de la base hidráulica, la penetración del riego no deberá ser menor de 4 mm. y la absorción total deberá de presentarse en no más de 24 horas.

En el caso de presentarse depresiones en la superficie de la base hidráulica, y el material asfáltico regado presentará charcos, se eliminará el exceso de material acumulado inmediatamente por medio de cepillos.

Cuarenta y ocho horas después del riego de impregnación se aplicará un riego de liga con producto asfáltico (tipo F R-3) a razón de 0.50 a 0.70 lts/m². Antes de aplicar el riego de liga sobre la base impregnada se limpiará para dejarla libre de materias extrañas y polvo. Al regar la base impregnada se deberá dejar transcurrir un tiempo no menor de 30 minutos para que el material asfáltico del riego de liga adquiera la viscosidad adecuada.

Sobre la base hidráulica a la que previamente se le aplicarán los riegos de impregnación y de liga, se construirá la carpeta de concreto asfáltico cuyo espesor será de 7.5 cm., y el material pétreo triturado será de 25.4 mm. (1") Esta capa de concreto asfáltico se compactará al 95 % de su peso volumétrico. La capa de concreto asfáltico deberá tenderse a una temperatura no menor de 110°C con un espesor uniforme, inmediatamente después de tendido el material y cuando la temperatura del mismo se encuentre entre 80 y 110°C se procederá a planchar uniforme y cuidadosamente por medio de un compactador tipo tandem de 6 a 8 toneladas de peso, para dar acomodo inicial a la mezcla, este planchado deberá de efectuarse longitudinalmente, cuando se haya logrado el acomodo inicial del material se compactará la carpeta hasta alcanzar el 95 % de su peso volumétrico. La compactación de la carpeta se terminará a una temperatura no menor de 70°C. No deberá de tenderse concreto asfáltico sobre una base húmeda, encharcada o cuando este lloviendo.

Un vez recibida la carpeta asfáltica y que esta haya adquirido la temperatura ambiental, se procederá a barrer y dejar libre de impurezas la superficie, para posteriormente aplicar cemento portland tipo I en seco a razón de 0.75 kg / m² tallándose energicamente con cepillos contra la superficie a fin de que penetre en la carpeta asfáltica. Después se adicionará agua a razón de 1.0 a 1.5 lts./ m², para formar una lechada de consistencia media, la cual se distribuirá y tallará de la misma manera en que se aplico el cemento en seco, hasta lograr una superficie uniforme.

BROCAL
(DIMENSIONES GENERALES)

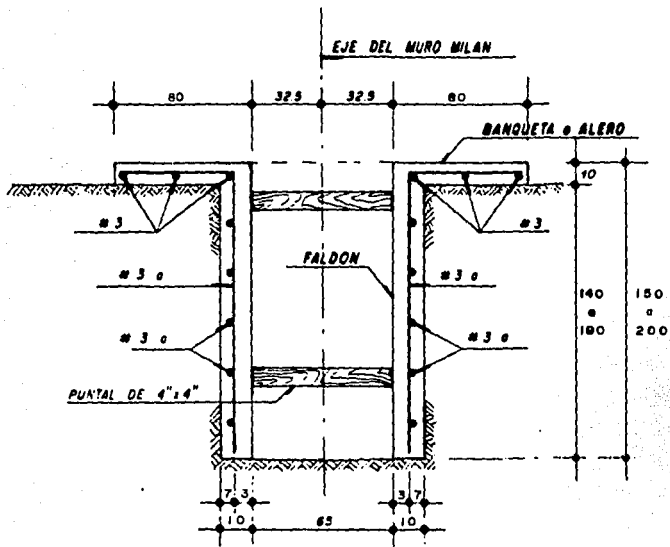
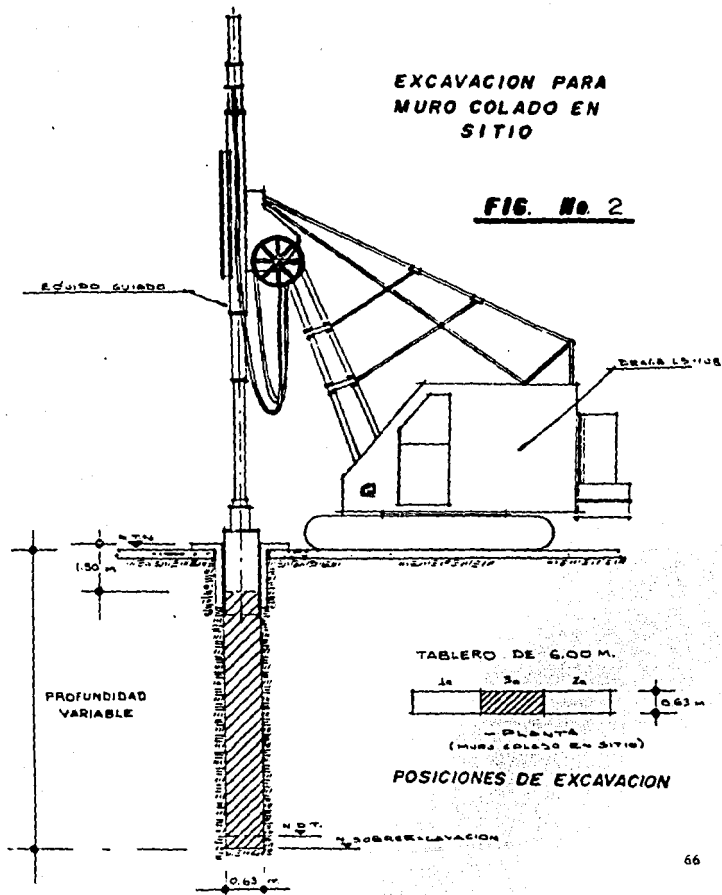


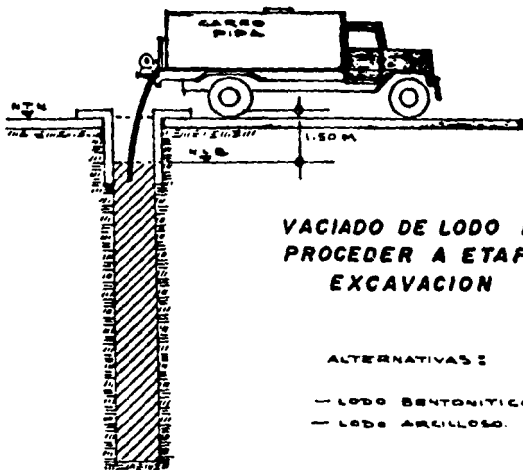
FIG. No. 1

Acolaciones en centímetros

**EXCAVACION PARA
MURO COLADO EN
SITIO**

FIG. No. 2





**VACIADO DE LODO PARA
PROCEDER A ETAPA DE
EXCAVACION**

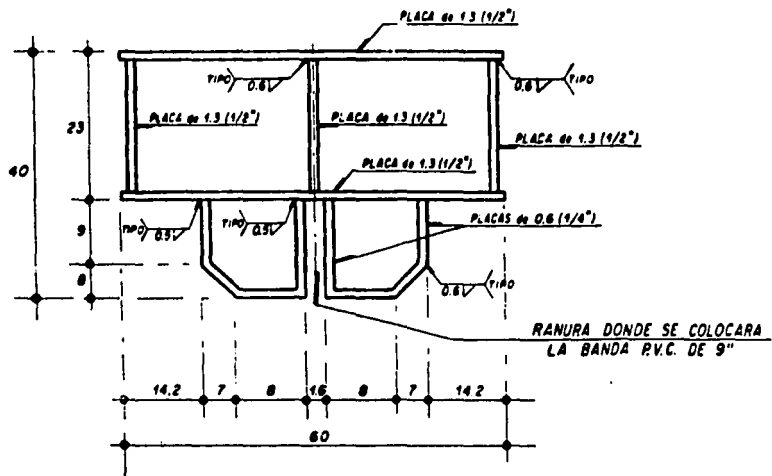
ALTERNATIVAS :

- LODO BENTONITICO.
- LODO ARCILLOSO.

DURANTE EL PROCESO DE EXCAVACION
DEBERA CONSERVARSE EL NIVEL DEL
LODO 1.50 m POR DEBAJO DEL NIVEL
DE BOCAL

FIG. No 3

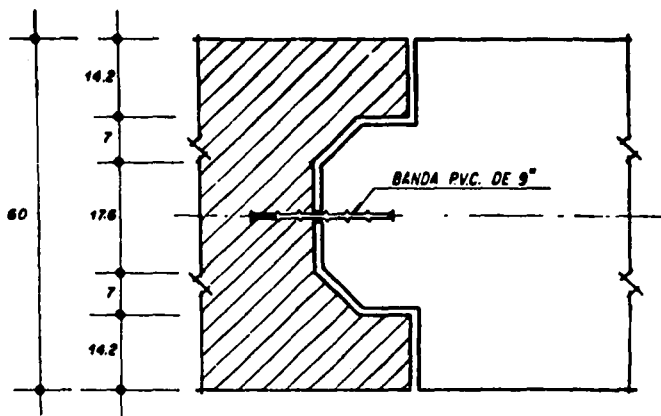
PIEZA PARA MACHIMBRE



JUNTA METALICA

FIG. No. 4

Acotaciones en centímetros



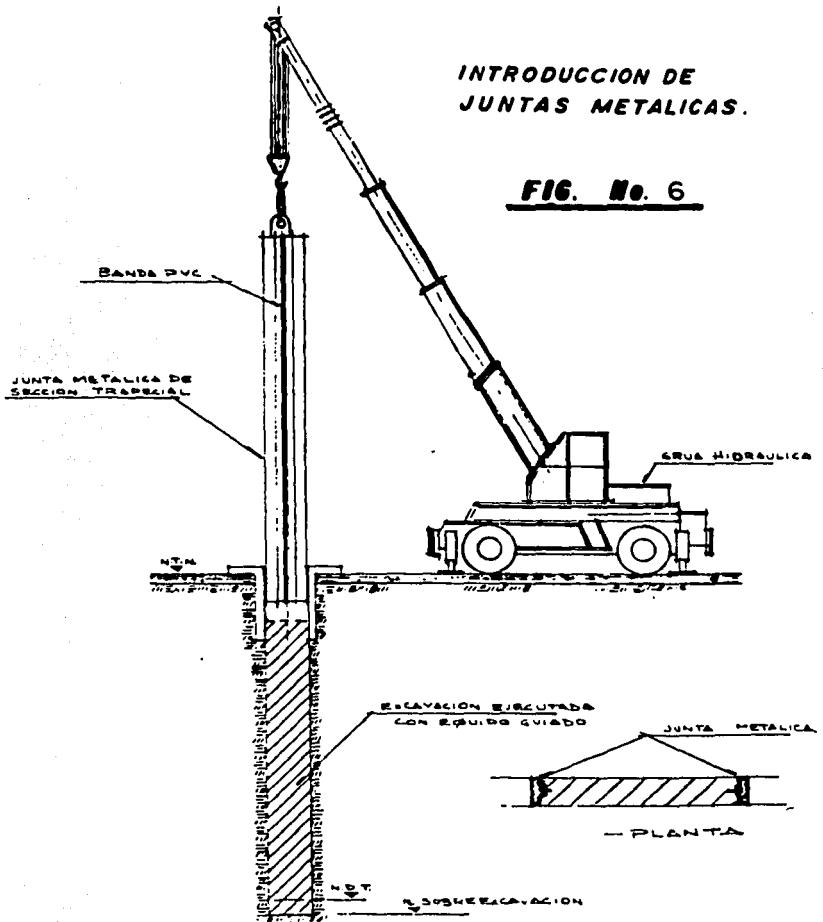
JUNTA DE CONSTRUCCION
ENTRE TABLEROS
(PLANTA)

Anotaciones en centímetros

FIG. No. 5

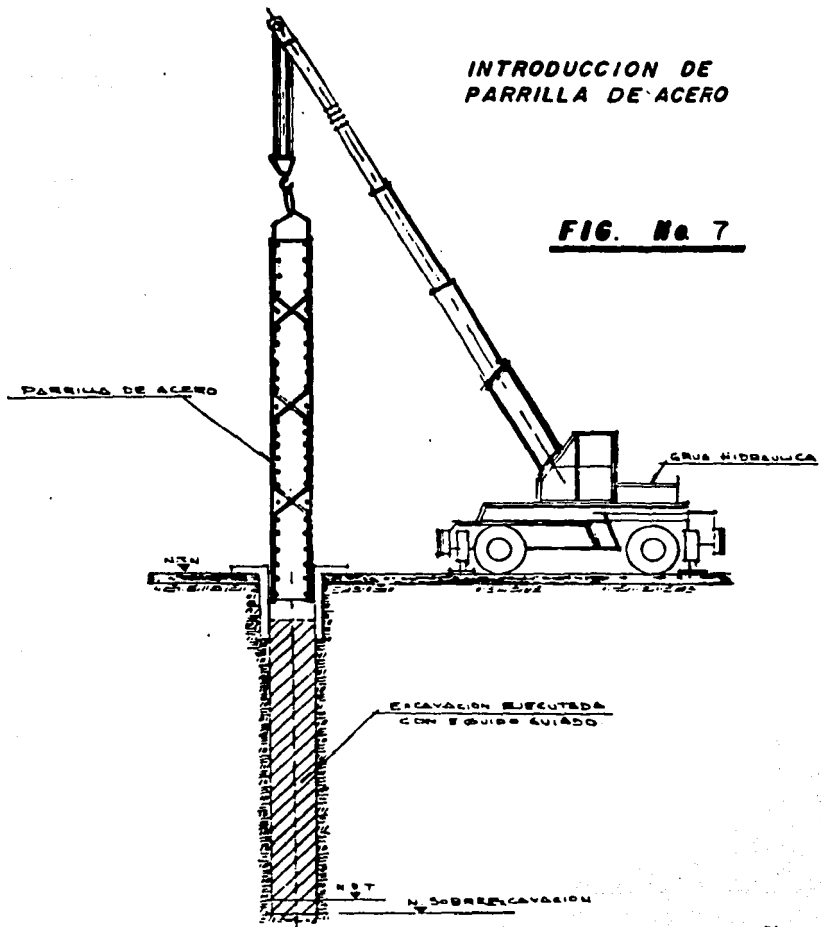
INTRODUCCION DE
JUNTAS METALICAS.

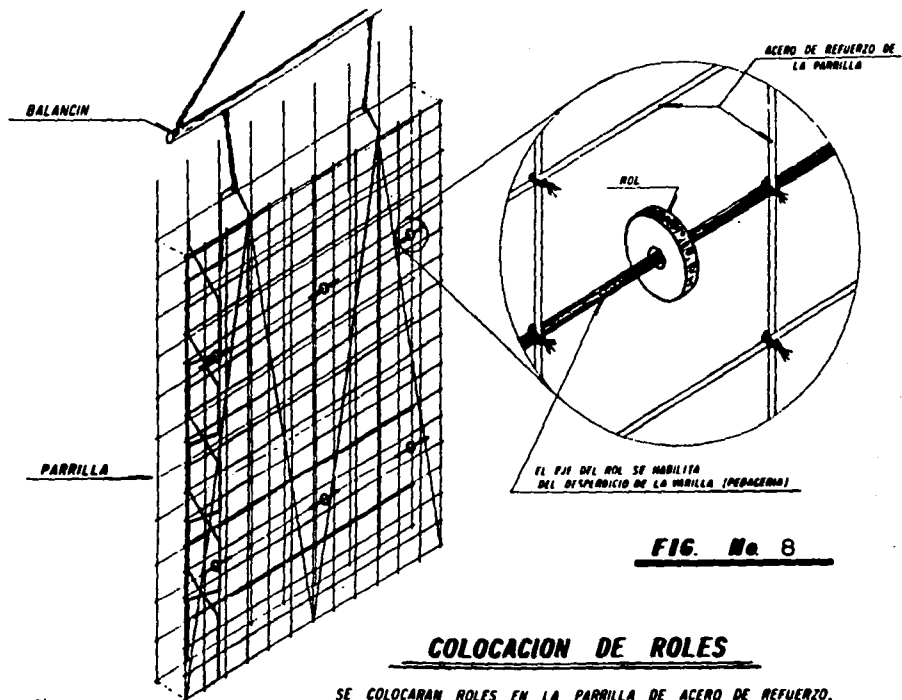
FIG. No. 6



**INTRODUCCION DE
PARRILLA DE ACERO**

FIG. No. 7



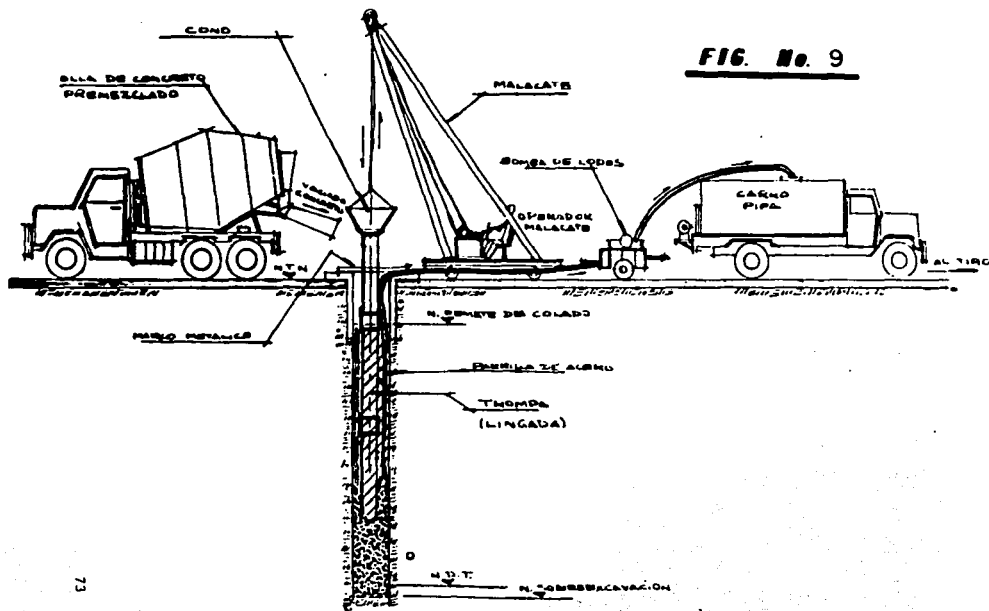


COLOCACION DE ROLES

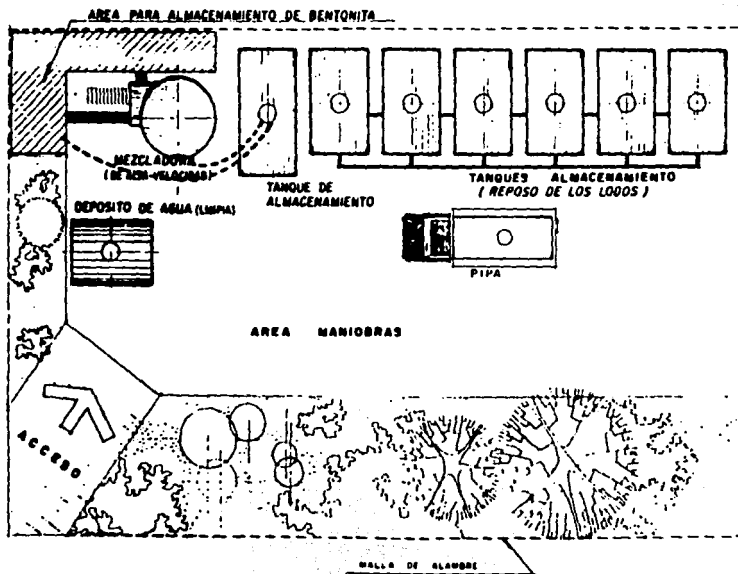
SE COLOCARAN ROLES EN LA PARRILLA DE ACERO DE REFUERZO, PARA FACILITAR LA INTRODUCCION Y DESLIZAMIENTO, DE LA MISMA A LA EXCAVACION PREVIAMENTE REALIZADA POR EL EQUIPO GUIADO.

**COLADO DE MURO MILAN Y
EXTRACCION DE LODO**

FIG. No. 9

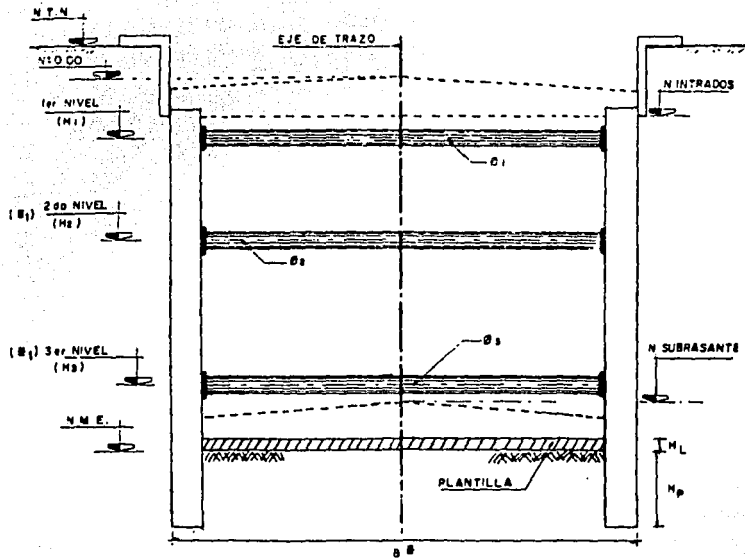


PLANTA DE BENTONITA



FALLA DE ORIGEN

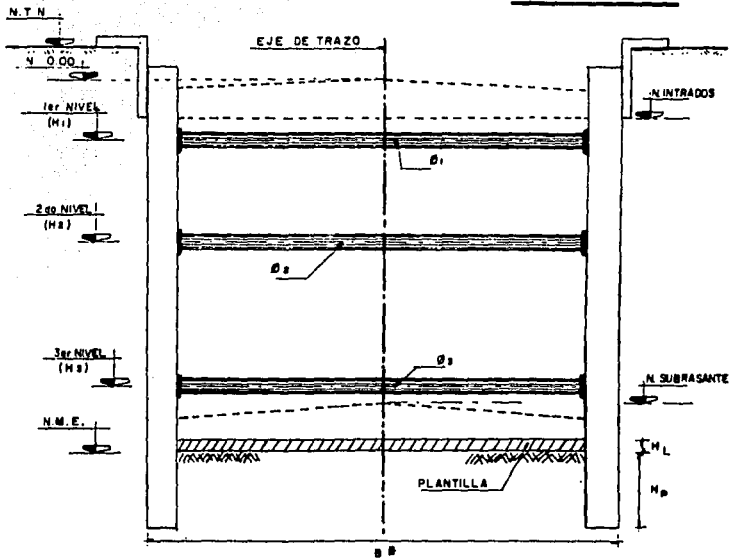
FIG. No. 11



CADENAMIENTO	H ₁	H ₂	H ₃	H ₀	H _L	CED 40		
						Ø ₁	Ø ₂	Ø ₃
5+160.000 AL 5+240.077	-1.00	-3.30	-5.30	1.50	0.10	12"	12"	12"
5+263.465 AL 5+378.180	-1.00	-3.30	-5.30	1.50	0.10	12"	12"	12"
5+390.739 AL 5+417.877	-1.00	-3.30	-5.30	1.50	0.10	12"	12"	12"
5+417.877 AL 5+441.887	-1.00	-4.00	-6.20	1.50	0.10	12"	12"	12"
5+441.887 AL 5+480.000	-1.00	-3.30	-5.30	1.50	0.10	12"	12"	12"

CONSULTAR PROYECTO DEL DEPTO DE VIA.
 LOCALIDAD DON ALCAZAR
 8) PARA LA ZONA DE CRUCE DE LA TUBERIA DE
 60cm, CUBOS NIVELES SERAN 1º. Y 2º. NIVEL.

FIG. No 12



CADENAMIENTO	H_1	H_2	H_3	H_b	H_l	\varnothing_1	\varnothing_2	\varnothing_3
						CED 40		
5+069.213 AL 5+097613	-1.00	-3.30	-5.30	1.50	0.10	12"	12"	12"
5+109.813 AL 5+128.375	-1.00	-3.30	-5.30	1.50	0.10	12"	12"	12"
5+138.376 AL 5+160.000	-1.00	-3.30	-5.30	1.50	0.10	12"	12"	12"
5+460.000 AL 5+496.350	-1.00	-3.30	-5.30	1.50	0.10	12"	12"	12"
5+508.550 AL 5+538.000	-1.00	-3.30	-5.30	1.50	0.10	12"	12"	12"
5+583.000 AL 5+703.000	-1.00	-3.30	-5.30	1.50	0.10	12"	12"	12"
5+713.000 AL 5+737.090	-1.00	-3.30	-5.30	1.50	0.10	12"	12"	12"
5+741.090 AL 5+790.141	-1.00	-3.30	-5.30	1.50	0.10	12"	12"	12"

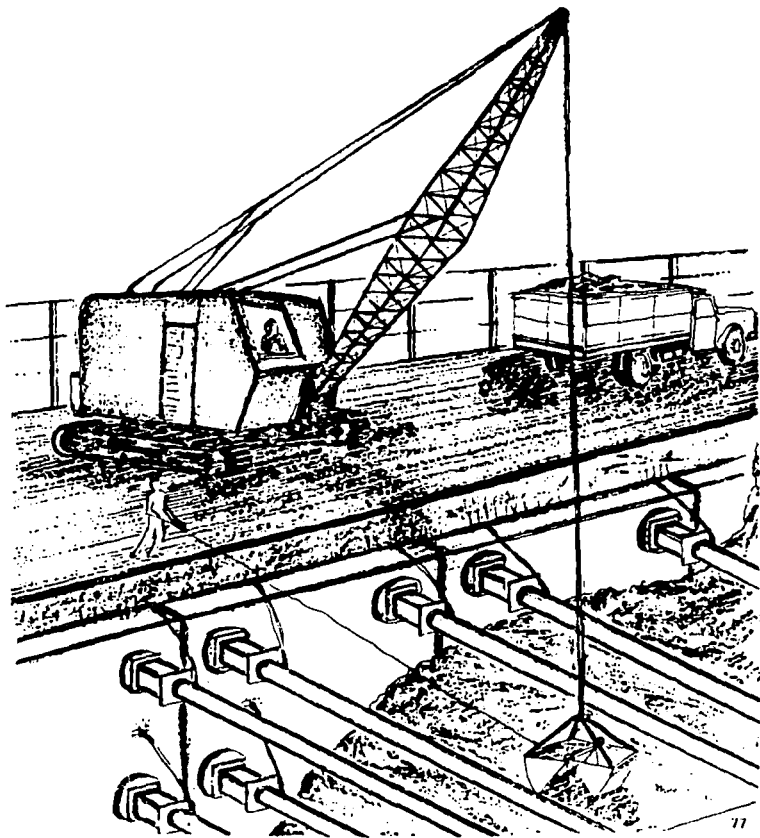
4 CONSULTAR
PROYECTO DEL
DEPTO. DE VIA

76

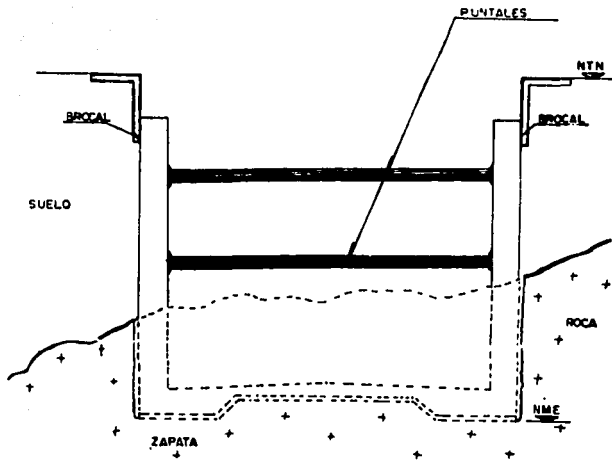
FALLA DE ORIGEN

FIG. No. 13

EXCAVACION DE NUCLEO ENTRE TROQUELES



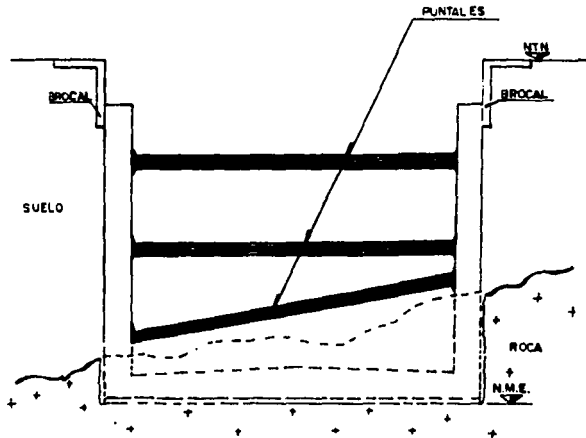
FALLA DE ORIGEN



SOLUCION CON DOS NIVELES DE PUNTALES
ATLALILCO - IZTAPALAPA

FIG. No. 14

**ESTA TESTA NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**



**SOLUCION CON TRES NIVELES DE PUNTALES
ATLALILCO— IZTAPALAPA**

FIG. No. 15

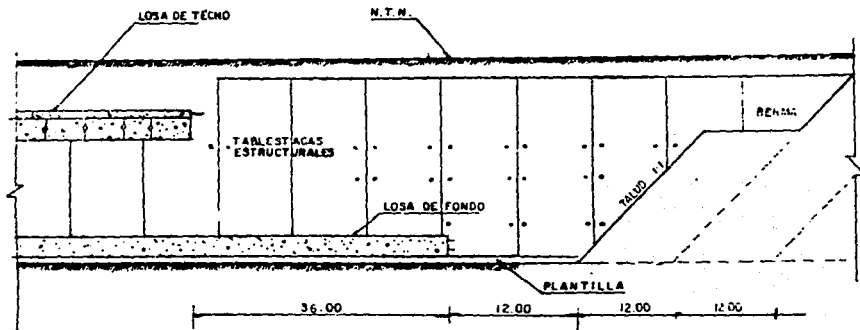
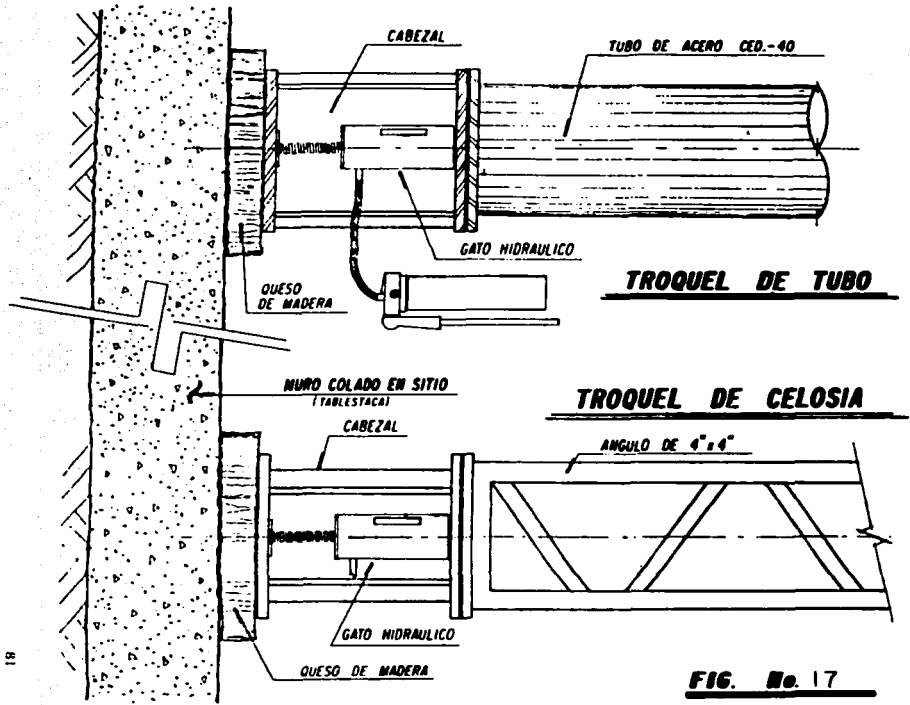


FIG. No 16

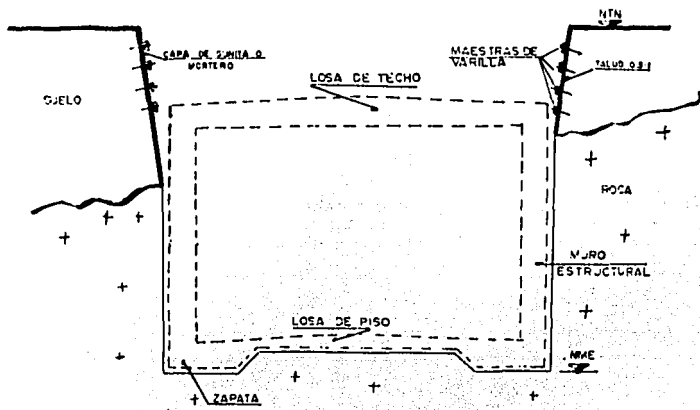
**CORTE LONGITUDINAL
RESTRICCIONES DE DISTANCIAS EN LA ESTRUCTURACION**

FALLA DE ORIGEN



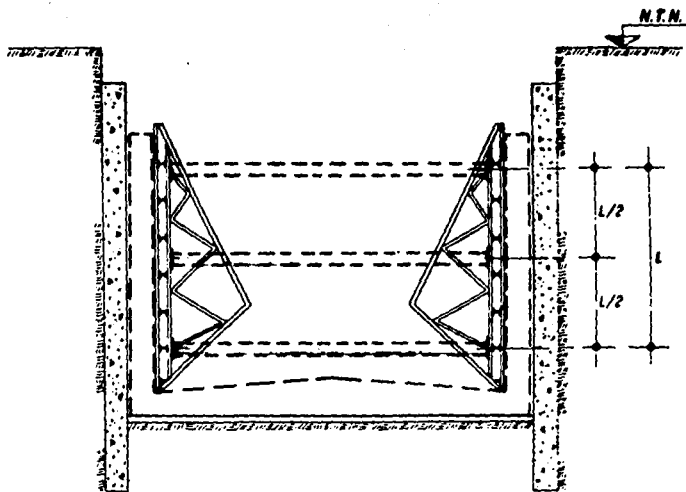
18

FIG. No. 17



SOLUCION A CIELO ABIERTO
 ATLALILCO — IZTAPALAPA

FIG. No. 18



COLOCACION DE CIMBRA

FIG. No. 19

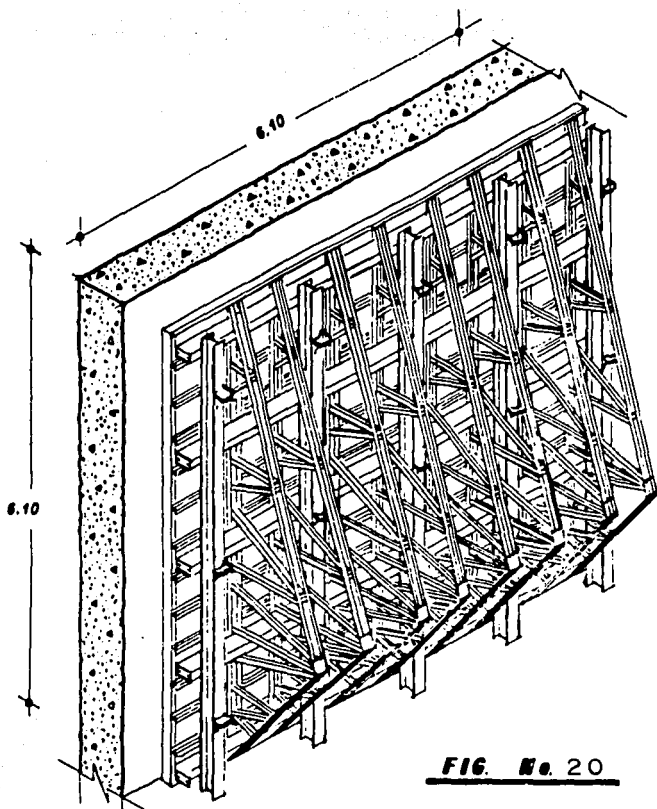


FIG. No. 20

ISOMETRICO CIMBRA

(TABLERO)

Acotaciones en metros

84

FALLA DE ORIGEN

SB

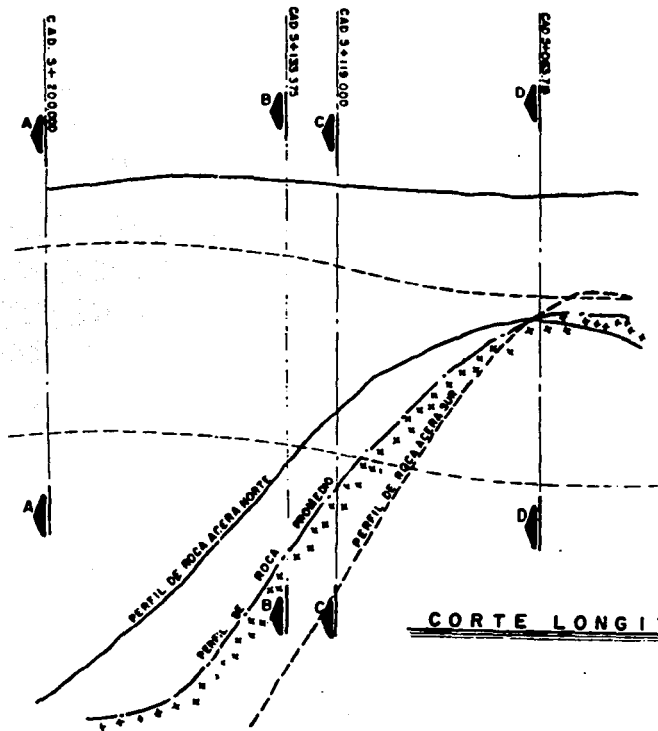


FIG. No 21

CORTE LONGITUDINAL

DISEÑO GEOMÉTRICO.

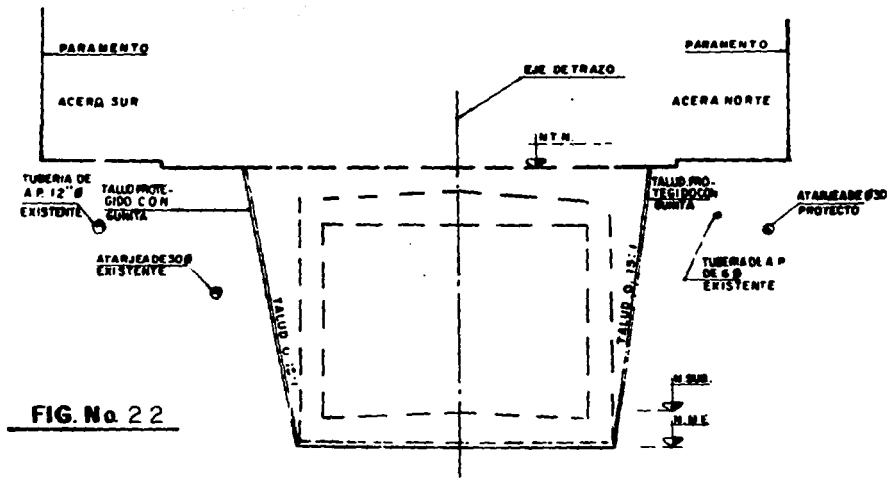


FIG. No 22

C O R T E A - A
 C.A.D. 5 + 200.000

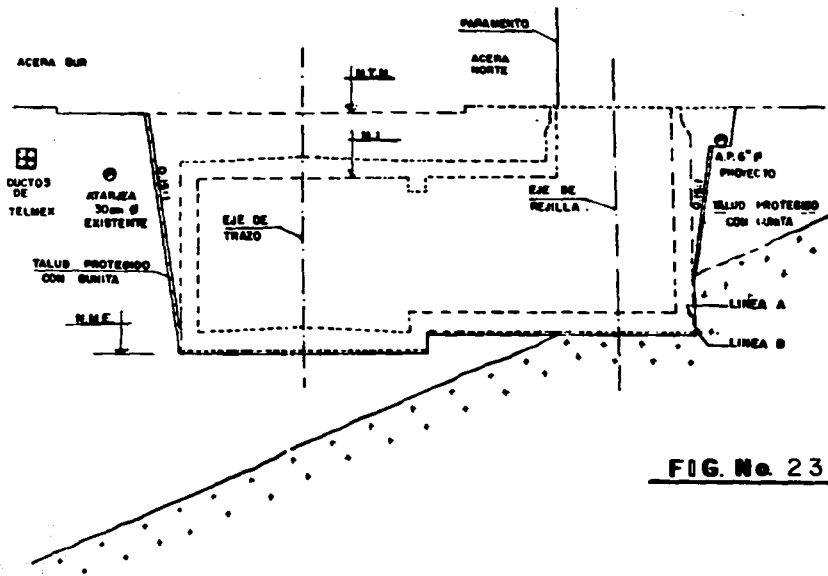


FIG. No. 23

C O R T E B - B'
 CAD. 9° 133.575

87

GRUPO TECNICO

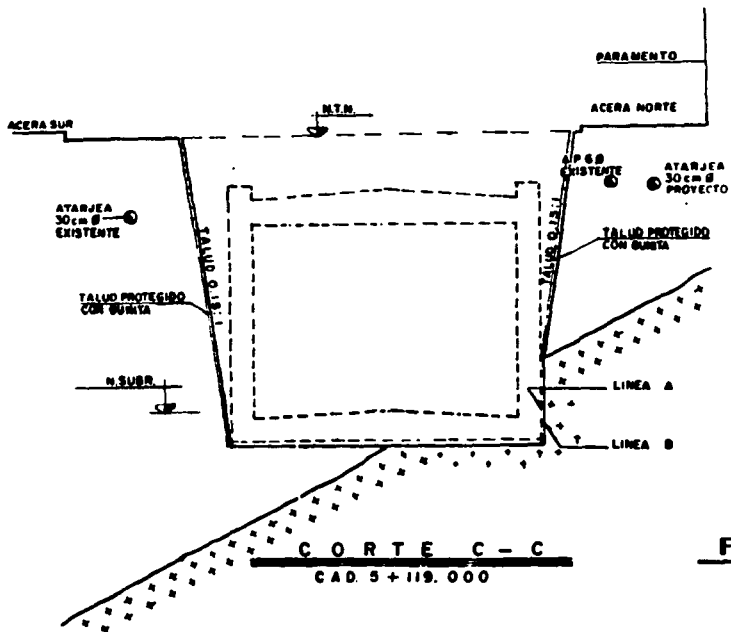


FIG. No. 24

SIEMPRE EN SU LUGAR

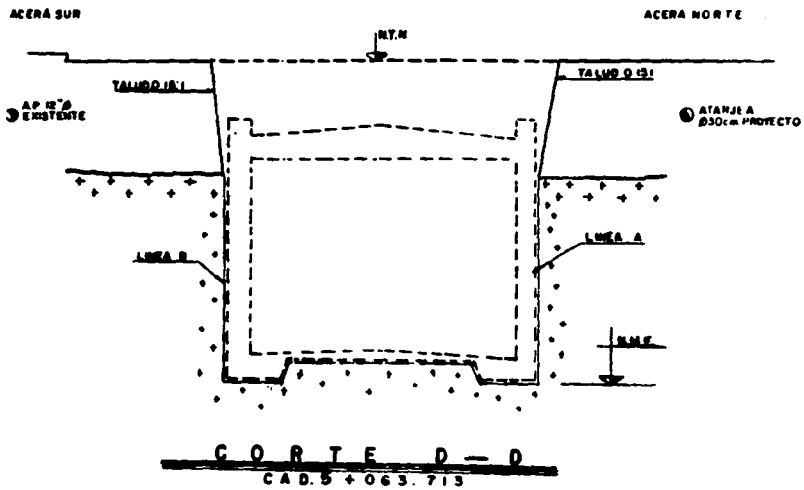
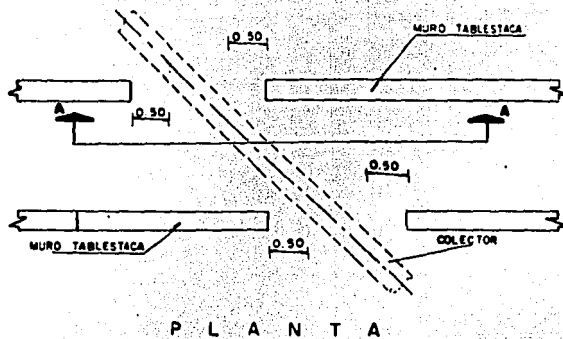


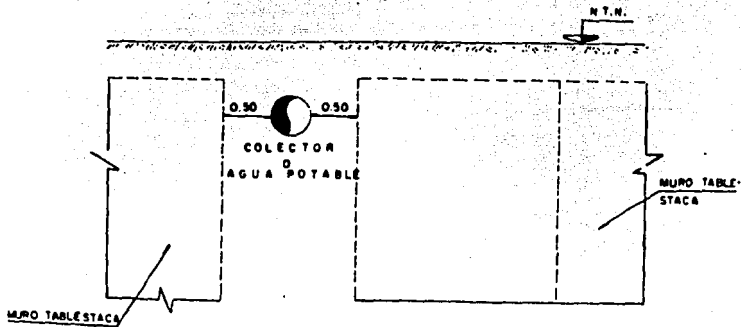
FIG. No. 25

BIBUJO FERRERÍA, C. O.

CONSTRUCCION DE MUROS TABLESTACA
 EN CRUCE CON COLECTOR, ATARJEA
 O AGUA POTABLE



P L A N T A



V I S T A A - A

FIG. No. 26

© 1960 ESTADOS UNIDOS
 PATENT OFFICE

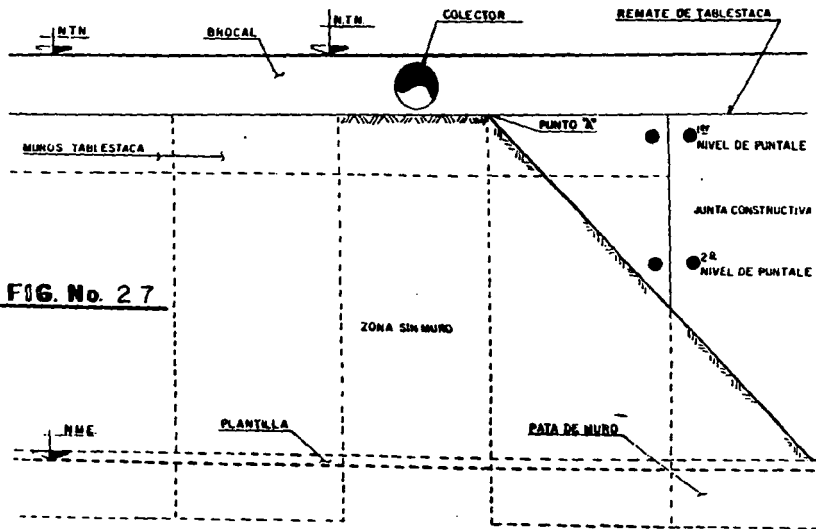


FIG. No. 27

COLOCACION DE ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN

BRUNO CARRERAS

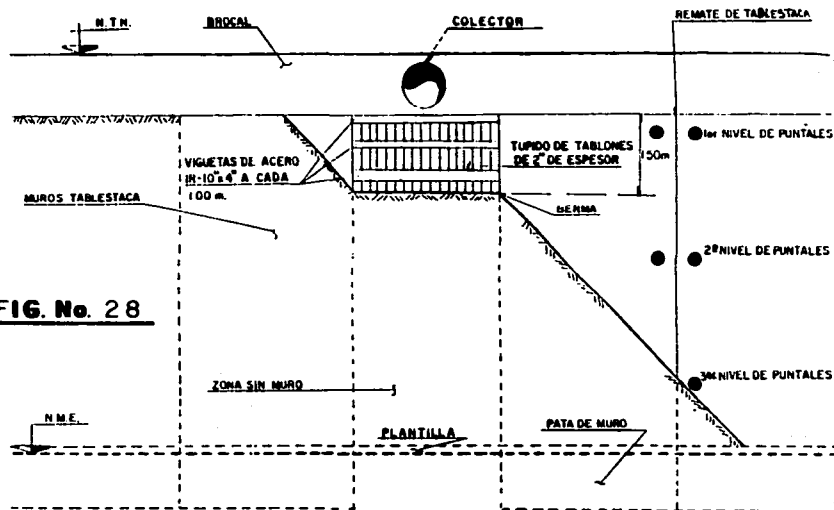


FIG. No. 28

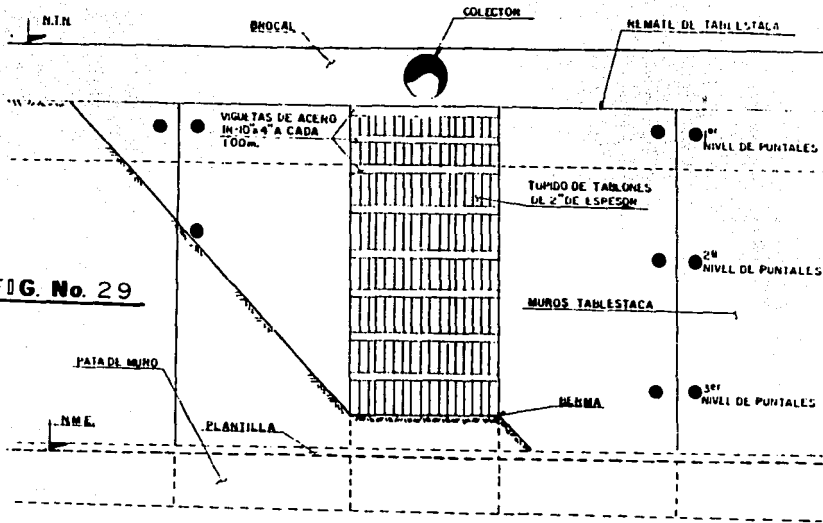
COLOCACION DE ESTRUCTURA DE CONTENCION

DIBUJO EMBLEMÁTICO.

FALLA DE ORIGEN

FALLA DE ORIGEN

FIG. No. 29



COLOCACION DE ESTRUCTURA DE CONTENCION

DRUJO CONSTRUCTIVO

CAPITULO IV

CONSIDERACIONES ESPECIALES
PARA LA CONSTRUCCION
DEL TRAMO.

CAPITULO IV

CONSIDERACIONES ESPECIALES
PARA LA CONSTRUCCION
DEL TRAMO.

CAPITULO IV

CONSIDERACIONES ESPECIALES PARA LA CONSTRUCCION DEL TRAMO.

Durante el proceso de construcción del cajón del metro es necesario tener en cuenta las consideraciones siguientes para llevar a cabo un buen control de la construcción.

En el proceso de construcción de los brocales es necesario considerar lo siguiente:

En caso de que durante la excavación se detecte una interferencia y dependiendo del tipo de estas, se verá la factibilidad de realizar su movimiento (desvío) o bien se deja el hueco para que el movimiento lo realicen terceros (Telefonos, Cía. de Luz, etc.).

Se deberá de conservar el galbo respecto al eje del trazo del muro tablestaca estructural, al colocar la cimbra, y respetar obligadamente la verticalidad (plomo) de la cimbra en los faldones.

Las características del concreto a utilizar serán con un $F' C = 150$ Kg/cm²., con agregado grueso (grava) de 3/4" y revenimiento 10 cms.

Durante el procedimiento de colado es conveniente tener cuidado de ir llenando parejos ambos lados cimbrados, para evitar desplomo ó irregularidades en la superficie del faldón, así como procurar utilizar un vibrador ya sea eléctrico o neumático para garantizar el colado homogéneo.

Para retirar la cimbra de los faldones es necesario dejarlos apuntalados con polines a cada 3.00 m. para evitar caídos y cerramientos del terreno, variando esta distancia según el tipo del terreno y tránsito cercano de vehículos y maquinaria de la obra.

Para el caso de la construcción de los muros tablestaca estructurales se considerará lo siguiente:

Durante el proceso de excavación es necesario señalar la secuencia conveniente de la construcción de los tableros para su fácil identificación mediante el uso de números, el cual acarrea como beneficio el orden del habilitado y armado de las parrillas.

Deberá marcarse en el brocal las posiciones de la draga (eje del equipo guiado) con el objeto de asegurar la extracción total del material, iniciando en los extremos, del muro para finalizar en el centro. (Fig. No. 1).

Al señalar las posiciones de la draga, deberá incluirse en la longitud del muro, el ancho correspondiente a las juntas metálicas a colocarse.

La máquina deberá colocarse sobre terreno firme debiendo quedar lo más horizontal posible, para ayudar a conservar la estricta verticalidad en el equipo guiado.

Colocar los tapones de madera en los extremos del muro por excavar sellados con material local, para evitar la fuga del lodo bentonítico durante el proceso de excavación.

Checar constantemente el plomo del equipo guiado para garantizar durante todo el proceso de excavación el que las paredes queden verticales.

Para evitar las deformaciones del equipo guiado es necesario impedir el golpe brusco de este sobre el terreno, logrando también con esto eliminar los desprendimientos del propio terreno evitando así las oquedades.

Con el propósito de garantizar la profundidad de desplante del muro tablestaca, se señalará en la vara la medida necesaria, haciendo un chequeo constante mediante el uso de una sonda referida al nivel de la superficie del alero del brocal.

En el procedimiento constructivo en el tramo de muro a excavar será de manera alternada, nunca se excavará un muro contiguo al excavado con anterioridad en el mismo eje de trazo.

Si durante el proceso de excavación se detectan fugas de lodo bentonítico, como consecuencia de las grietas en el terreno, estratos de arena, instalaciones municipales no detectadas, se procederá de la siguiente manera:

Si la excavación se encuentra en la primera posición, es conveniente retirar el equipo y rellenar de inmediato con material local, e informar a la Empresa a cargo del proyecto, para su adecuada solución.

En caso de que la excavación se encuentra en la segunda o tercera posición se recomienda acelerar la excavación para de inmediato proceder a colocar dicho tablero.

En el caso de que durante el proceso de excavación de los muros tablestaca interfiera la almeja guiada con alguna línea de alta tensión aérea, la excavación podrá efectuarse utilizando una almeja loca.

Durante el proceso constructivo de los muros tablestaca se deberá programar la secuencia de los tableros por construir para que el habilitado de acero de refuerzo siempre vaya por delante; mientras se encuentra en la etapa de excavación, y así evitar violaciones al procedimiento constructivo por una mala secuencia.

Se tomará en cuenta que el armado del acero de refuerzo de la parrilla no es simétrico en ambas caras, por lo que es necesario antes de su colocación identificar perfectamente tanto la cara exterior como la interior.

Se realizará una revisión de la soldadura de los tensores y orejas de izaje de la parrilla de acero de refuerzo que conformará el tablero, también se contarán con estobos de acero lo suficientemente adecuados en longitud. Para evitar que al momento del izaje sufra deformaciones la parrilla.

Colocar de manera adecuada la cantidad y distribución de los roles de concreto, para el desplazamiento de la parrilla en la zanja, mismos que servirán de separadores en el recubrimiento de ambas caras de la parrilla.

Es necesario tener en cuenta las dimensiones de la parrilla, tipo de armado para su correcta colocación y evitar así el colocar parrillas en sitios incorrectos dentro de las zanjas, al mismo tiempo se deberán de respetar los tiempos especificados entre la excavación y la colocación del armado de refuerzo.

Al colocar la parrilla dentro de la zanja se realizará un correcto troquelamiento de la misma, para evitar que se sumerja o bien que tenga un movimiento de flotación.

Si durante el armado de las parrillas que conformaran los tableros, se tienen almacenadas, es conveniente etiquetarlas con su número de tablero, para no perder la secuencia y equivocaciones en el uso de la misma.

Cuando toque el turno de la colocación de las juntas metálicas, es necesario que se conserve su plomeo en el proceso de introducción y permanezca fija.

Para un buen procedimiento de colado se requiere que al inicio del mismo se coloque una cámara de balón de hule latex la cual se coloca

en la boca de la lingada descendiendo obligadamente por el empuje que provoca el peso del concreto sobre ella, cuya finalidad es la de limpiar las paredes dentro del tubo tremie, eliminando los lodos que se alojan al momento de ser introducido y evitar así la contaminación del concreto.

En la medida que se vaya depositando el concreto, deberá de irse extrayendo los tubos para evitar la posibilidad de su contaminación con el lodo, siempre se conservará una profundidad del tubo en el concreto de 1.00 m.

El concreto utilizado deberá ser lo suficientemente fluido (revenimiento 18) para que el concreto por si solo tenga una distribución uniforme en el tablero, no olvidando provocar un movimiento vertical constante en las trompas (sube y baja), por medio de un malacate o grúa hidráulica.

El ciclo de colado deberá realizarse pausadamente para evitar el ahogo del concreto dentro del tubo tremie. El vaciado del concreto se hara de manera alternada entre cada una de las dos trompas, para mantener así el nivel uniforme a lo largo del tablero y no se suspenderá el colado más de 15 minutos.

Debido a la diferencia de densidades, el volumen de concreto desplazará al exterior al del lodo, por lo que se debe de contar con bombas de succión de lodos (tipo jagger), para depositarlo en pipas o tanques de almacenamiento, para posteriormente y dependiendo de la calidad del mismo podra reutilizarse o desecharse.

Debera tenerse en cuenta el tiempo de fraguado del concreto para aflojar la junta metálica en su debido momento y evitar la adherencia excesiva que impida la extracción final de la junta.

Dentro del procedimiento constructivo del cajón del metro, en lo que concierne a la actividad de excavación de núcleo, no podrá iniciarse la excavación del cajón hasta que hayan transcurrido por lo menos 28 días de haberse colado los muros milán tanto de un lado como del otro en una longitud aproximadamente de 50.00 metros a partir del hombro del talud de avance.

En el proceso de excavación de núcleo es de vital importancia el conservar los taludes de avance, dado que de ello depende la seguridad en el curso de los trabajos, ya que las fallas de los taludes son frecuentes y de graves consecuencias, por lo que no se debe de recargar el hombro del talud. Los taludes que permanecerán abiertos mayor tiempo que el especificado, en su mayoría por fin de semana, deberán de contar con una protección de mortero y tela de gallinero, para evitar intemperización y riesgos de falla.

Durante la excavación y para evitar sobreexcavaciones es necesario suspender la excavación con la draga y realizar el proceso de afine del terreno a mano, evitando también que se golpen los troqueles colocados.

Una vez que se haya iniciado una etapa de excavación no es conveniente interrumpirla si no se ha alcanzado la máxima profundidad de excavación; en el caso de que sea necesario interrumpirla, generalmente por fin de semana, día festivo o cualquier otra causa, la profundidad a la que se suspenderá la excavación no deberá ser mayor a el 40 % de la máxima profundidad de proyecto.

Los puntales o troqueles se colocarán en el momento en que la excavación descubra los puntos de aplicación, no debiendo continuar esta si los puntales no han sido colocados. Todos los puntales deberán colocarse con una precarga de 30 toneladas, debiéndose llevar un control de la aplicación de la misma y verificar su magnitud, con el objeto de evitar pérdida de precarga.

Una vez que se coloquen los puntales, deberán de sujetarse en sus extremos por medio de cables de acero de 3/4", los cuales se colgarán de las varillas que formarán las orejas del muro tablestaca, el 2do. y 3er. nivel se estrobarán formando una caja en el muro tablestaca hasta descubrir el acero de refuerzo.

Antes de llegar a la máxima profundidad de excavación, deberá de tenerse totalmente habilitado y al pie de la obra, el acero de refuerzo que conformará la losa de fondo.

No se podrá iniciar la siguiente etapa de excavación, si no se ha cumplido con los requerimientos de la etapa de excavación en cuestión.

Una vez que se haya terminado de armar la losa de fondo del cajón del metro y previo al colado de la misma, se deberán de contar con las preparaciones necesarias para el drenaje, como son el drenaje longitudinal y transversal, silletas de P.V.C. para las coladeras, huecos de los registros, sistema de tierra, etc.

En todos los casos y previo al colado de las losas de fondo se deberá de contar con una limpieza total de la zona por colar, para evitar contaminación en el concreto, también se deberá de vibrar el concreto para tener una mezcla homogénea y una vez fraguado el concreto curar el elemento en cuestión, por medio de una película de membrana.

Se evitará que las juntas del muro tablestaca estructural coincidan con las juntas de construcción de la losa de fondo, en el caso de que la etapa de la losa de fondo coincida con la del muro tablestaca, la junta de la losa de fondo se recorrerá, ya sea hacia adelante o hacia atrás.

Dentro del proceso constructivo de los muros estructurales es necesario contar con una limpieza total del fondo del muro por colar, para evitar contaminación en el concreto, esta se realizará antes de colocar la cimbra.

La colocación de la banda de P.V.C. en el muro estructural tanto vertical como horizontal, debe ser la correcta para garantizar el funcionamiento de la misma y deberá de vigilarse que en los tramos de traslape, la banda vaya vulcanizada.

Al igual que en cualquier otro elemento durante el proceso del armado de los muros, es importante que se verifique su recubrimiento para no quedar fuera de especificaciones.

Durante el proceso de colado de los muros la velocidad de vaciado del concreto debe ser lenta para evitar movimientos bruscos en la cimbra, además de alternar el vaciado para lograr un llenado homogéneo y hacer que el troquelamiento funcione de manera correcta.

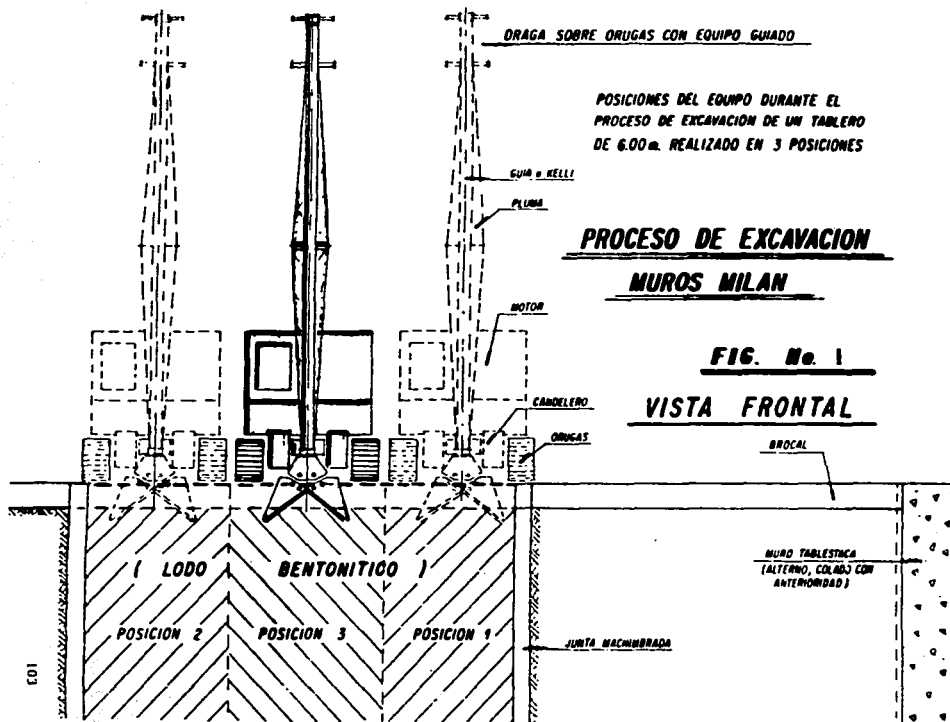
No olvidarse que el vibrado en todos los elementos es importante, para evitar problemas posteriores, tanto de condiciones estructurales como de acabado. Además es importante verificar que el nivel superior de los muros estructurales sea el correcto, para evitar así futuras demoliciones posteriores y previas a la colocación y montaje de las tabletas doble TT.

Durante la colocación de la cimbra en los muros estructurales (tableros) es importante que se encuentren debidamente troquelados, para evitar desplazamientos al momento de vaciar el concreto, lo que ocasiona que se provoquen atrasos en el avance de la obra.

El uso debido de la membrana para el curado de los elementos estructurales de concreto, evita problemas en cuanto a la pérdida de humedad en el concreto.

Se requiere que antes y previo al colado de cualquier elemento estructural, las juntas de construcción deberán de llevar un picado hasta descubrir el agregado, para tener una mayor adherencia entre el concreto viejo y el nuevo.

FALLA DE ORIGEN



PROCESO DE EXCAVACION
MUROS MILAN

FIG. No. 1
VISTA FRONTAL

CAPITULO V

PRESUPUESTO GLOBAL DEL TRAMO

CAPITULO V

PRESUPUESTO GLOBAL DEL TRAMO

Para efecto de solucionar el tráfico terrestre de vehículos automotores, peatonal y de vías importantes sin que éstas sufran modificaciones con la futura circulación del transporte colectivo " METRO ", se determinó la construcción del cajón subterráneo; el cual garantiza beneficios tales como: tráfico fluido, desvíos innecesarios de arterias importantes etc., además según las características del suelo en la Ciudad de México es el procedimiento más aceptable, ahora analizaremos el presupuesto de nuestro tramo en estudio, relacionando todos y cada uno de los conceptos que integran a cada elementos.

Relación de materiales por elemento.

1.- BROCAL / ML. (12.00).

- 1.1 EXCAVACION.
- 1.2 ACERO DE REFUERZO.
- 1.3 CIMBRA.
- 1.4 CONCRETO F'c= 150 KG/CM2.

2.- MURO MILAN / PZA. (7.20 M).

- 2.1 EXCAVACION.
- 2.2 ACERO DE REFUERZO.
- 2.3 CIMBRA METALICA.
- 2.4 CONCRETO F'c= 150 KG/CM2.

3. – EXCAVACION DE NUCLEO / ETAPAS DE 12.00 M.

- 3.1 DEMOLICION.
- 3.2 EXCAVACION.
- 3.3 TROQUELAMIENTO.

4. – LOSA DE FONDO / ETAPAS DE 12.00 M.

- 4.1 PLANTILLA.
- 4.2 ACERO DE REFUERZO.
- 4.3 CIMBRA.
- 4.4 CONCRETO $F'c = 150 \text{ KG/CM}^2$.
 $F'c = 200 \text{ KG/CM}^2$.

5. – MURO ESTRUCTURAL / ETAPAS DE 6.00 M.

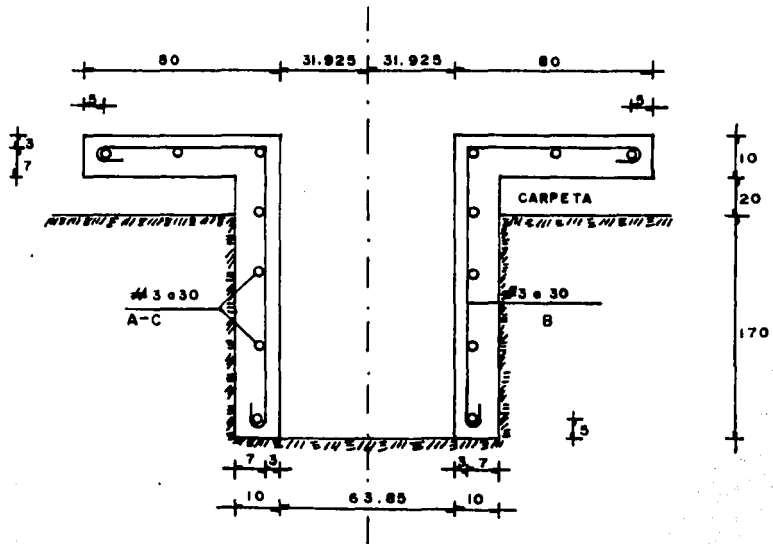
- 5.1 ACERO DE REFUERZO.
- 5.2 CIMBRA.
- 5.3 CONCRETO $F'c = 200 \text{ KG/CM}^2$.

6. – FIRME DE COMPRESION.

- 6.1 COLOCACION DE TABLETAS DOBLE TT.
- 6.2 ACERO DE REFUERZO.
- 6.3 CIMBRA.
- 6.4 CONCRETO $F'c = 150 \text{ KG/CM}^2$.
 $F'c = 200 \text{ KG/CM}^2$.

Para obtener el presupuesto, se requiere de una cuantificación del proyecto para obtener volúmenes totales. Procederemos ahora a cuantificar cada elemento por etapa y conceptos que lo integran.

CORTE DE UN BROCAL



CUANTIFICACION DE UN BROCAL TIPO.

Corte de carpeta asfáltica con cortadora.

$$12.00 \text{ m X 2 lados} = 24.00 \text{ M.}$$

Demolición de pavimentos de asfalto.

$$12.00 \text{ m X } 0.8385 \text{ m X } 0.20 \text{ m} = 2.01 \text{ M3.}$$

Acarreo de material producto de demolición de pavimento 1er. kilómetro.

$$2.01 \text{ m3 X } 1.00 \text{ km} = 2.01 \text{ M3.}$$

Acarreo de material producto de demolición de pavimento kms. – subs.

$$2.01 \text{ m3 X } 19.00 \text{ km} = 38.19 \text{ M3} - \text{ KM.}$$

Excavación a mano en cepa material tipo II en seco de 0.00 a 2.00 metros de profundidad

$$12.00 \text{ m X } 0.8385 \text{ m X } 1.70 \text{ m} = 17.10 \text{ M3.}$$

Acarreo de material producto de excavación 1er. kilómetro.

$$17.10 \text{ m3 X } 1.00 \text{ km} = 17.10 \text{ M3.}$$

Acarreo de material producto de excavación kms. – subs.

$$17.10 \text{ m3 X } 19.00 \text{ km} = 324.90 \text{ M3} - \text{ KM.}$$

Acero de refuerzo colocado en brocal.

$$\text{Peso} = 126.99 \text{ kg} \times 2 \text{ lados} = 253.98 \text{ KG.}$$

Acarreo de acero de refuerzo 1er. kilómetro.

$$\text{Peso} = 253.98 \text{ kg} / 1000.00 = 0.25 \text{ TON.}$$

Acarreo de acero de refuerzo kms – subs.

$$\text{Peso} = 0.25398 \text{ ton} \times 0.3615 \text{ km} = 0.09 \text{ TON} - \text{KM.}$$

Concreto de 150 – 3/4 – 10 colocado en brocal.

$$\text{Vol. alerón} = 0.70 \text{ m} \times 12.00 \text{ m} \times 0.10 \text{ m} \times 2 \text{ lados} = 1.68 \text{ M3.}$$

$$\text{Vol. faldón} = 2.00 \text{ m} \times 12.00 \text{ m} \times 0.10 \text{ m} \times 2 \text{ lados} = 4.80 \text{ M3.}$$

$$\text{Volumen Total} = 6.48 \text{ M3.}$$

Cimbra para brocal.

$$12.00 \text{ m} \times 2.00 \text{ m} \times 2 \text{ lados} = 48.00 \text{ M2.}$$

Cimbra común para tapón frontera.

$$12.00 \text{ m} \times 0.10 \text{ m} \times 2 \text{ lados} = 2.40 \text{ M2.}$$

$$0.80 \text{ m} \times 0.10 \text{ m} \times 2 \text{ lados} = 0.16 \text{ M2.}$$

$$\text{Area Total} = 2.56 \text{ M2.}$$




Curado de concreto con membrana.

$$12.00 \text{ m X } 2.00 \text{ m X } 2 \text{ lados} = 48.00 \text{ M2.}$$

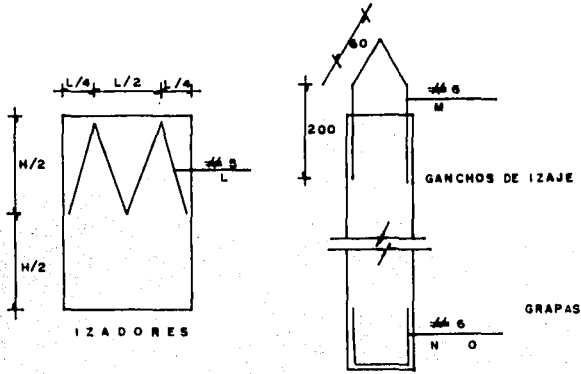
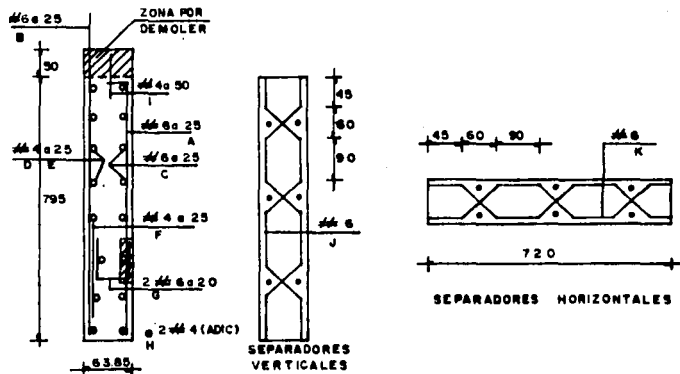
$$12.00 \text{ m X } 0.80 \text{ m X } 2 \text{ lados} = 19.20 \text{ M2.}$$

$$\text{Area Total} = 67.20 \text{ M2.}$$

CUANTIFICACION DE ACERO DE REFUERZO

REFERENCIA	CROQUIS	Ø	#	CANT. PZAS.	LONG. PZAS(m).	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	OBSERVACIONES
A			3	30	3	12.00	36.00						
B			3	30	40	3.00	120.00						
C			3	30	6	12.00	72.00						
D													
E													
F													
G													
H													
I													
J													
K													
L													
M													
N													
O													
P													
Q													
R													
					LONGITUD	TOTAL (M)	228.00						
					PESO U.	(KG/M)	0.557	0.996	1.560	2.250	3.975	6.725	8.938
					PESO	TOTAL (KG)	126.99						

CORTES MURO TABLESTACA



CUANTIFICACION DE UN MURO MILAN TIPO.

Excavación en zanja para muro colado en sitio.

$$12.55 \text{ m} \times 0.6385 \text{ m} \times 7.20 \text{ m} = 57.69 \text{ M3.}$$

Acarreo de material producto de excavación kms-subst.

$$57.69 \text{ m}^3 \times 19.00 \text{ km} = 1,096.11 \text{ M3} - \text{KM.}$$

Acarreo de lodo bentonítico fuera de la obra.

$$13.05 \text{ m} \times 0.6385 \text{ m} \times 7.20 \text{ m} = 59.99 \text{ M3.}$$

Cimbra para taponos de enrase de muro colado en sitio.

$$2.00 \text{ m} \times 0.6385 \text{ m} = 1.28 \text{ M2.}$$

Cimbra metálica para muro colado en sitio.

$$1.00 \text{ PZA.}$$

Concreto de 150-3/4-18 colocado en muro colado en sitio.

$$8.65 \text{ m} \times 7.20 \text{ m} \times 0.6385 \text{ m} = 39.76 \text{ M3.}$$

Tela de gallinero para recibir aplanados.

$$7.35 \text{ m} \times 2 \text{ caras} = 14.70 \text{ M2.}$$

Acarreo en carretilla de desperdicio de concreto.

$$39.76 \text{ m}^3 \times 0.03 = 1.19 \text{ M}^3.$$

Acarreo de material producto de desperdicio 1er. km.

$$1.19 \text{ m}^3 \times 1.00 = 1.19 \text{ M}^3.$$

Acarreo de material producto de desperdicio kms – subs.

$$1.19 \text{ m}^3 \times 19.00 \text{ km} = 22.61 \text{ M}^3 - \text{KM}.$$

Acarreo de agua en pipa 1er km.

$$13.05 \text{ m} \times 7.20 \text{ m} \times 0.6385 \text{ m} = 59.99 \text{ M}^3.$$

Acarreo de agua en pipa kms – subs.

$$59.99 \text{ m}^3 \times 10.70 \text{ km} = 641.89 \text{ M}^3 - \text{KM}.$$

Acero de refuerzo G.D. para muro colado en sitio.

$$3,021.54 \text{ KG}.$$

Acarreo de acero de refuerzo 1er. km.

$$3,021.54 \text{ kg} / 1,000 = 3.02 \text{ TON}.$$

Acarreo de acero de refuerzo kms – subs.

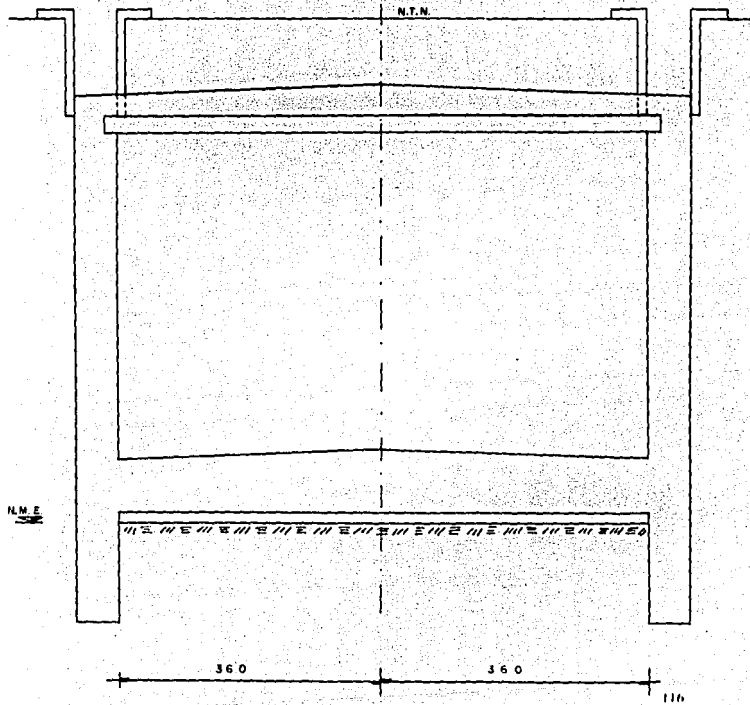
$$3.02154 \text{ ton} \times 0.3615 \text{ km} = 1.09 \text{ TON} - \text{KM}.$$

CUANTIFICACION DE ACERO DE REFUERZO

REFERENCIA	CROQUIS	Ø	n	CANT. PZAS.	LONG. PZAS(ML).	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	OBSERVACIONES
A		6	25	29	8.21				238.08				
B		6	25	29	10.68				309.72				
C		6	25	32	7.46				238.72				
D		4	25	32	7.31		233.92						
E		4	25	32x2-64	2.63		155.52						
F		4	25	29	1.20		36.80						
G		6	20	36x2-72	1.66				119.52				
H		4	ADIC	2	7.31		16.62						
I		4	50	15	1.15		17.25						
J		6	-	10	9.25				92.50				
K		6	-	10	7.86				78.60				
L		5	-	2	18.00			36.00					
M		6	-	4	5.20				20.80				
N		6	-	2	2.46				4.92				
O		6	-	2	4.46				8.92				
P		4	BDL	24	0.40		9.60						
Q													
R													
				LONGITUD	TOTAL (M)		465.71	36.00	1,111.79				
				Ø (mm)	(KG/M)	0.557	0.996	1.560	2.250	3.975	6.225	8.938	
				Ø (mm)	TOTAL (KG)		462.85	56.16	2,501.53				

113

CORTE TRANSVERSAL DEL CAJON



CUANTIFICACION DE UNA EXCAVACION DE NUCLEO TIPO.

A1	A2	(A1+A2)/2	DIST.	Vol. Par.	Vol. Acum.
50.00	51.516	0.00	0.00	0.00	0.00
51.516	51.48	51.498	12.00	617.976	617.976

Demolición de pavimentos de asfalto.

$$12.00 \text{ m X } 7.20 \text{ m X } 0.20 \text{ m} = 17.28 \text{ M3.}$$

Acarreo de material producto de la demolición de carpeta asfáltica.

$$17.28 \text{ m}^3 \text{ X } 1.00 = 17.28 \text{ M3.}$$

Acarreo de mat. prod. de la demolición de carpeta asfáltica kms—subs.

$$17.28 \text{ m}^3 \text{ X } 19.00 \text{ km} = 328.32 \text{ M3 - KM.}$$

Excavación de núcleo a cielo abierto entre troqueles.

$$617.976 \text{ m}^3 - 17.28 \text{ m}^3 = 600.70 \text{ M3.}$$

Acarreo de material producto de excavación 1er. km.

$$600.70 \text{ m}^3 \text{ X } 1.00 = 600.70 \text{ M3.}$$

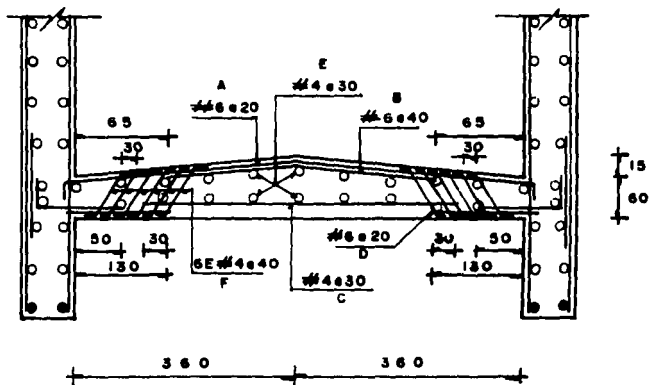
Acarreo de material producto de excavación kms—subs.

$$600.70 \text{ m}^3 \text{ X } 19.00 \text{ km} = 11,413.30 \text{ M3 - KM.}$$

Troqueles metálicos en cajón.

$$12.00 \text{ PZAS.}$$

CORTE TRANSVERSAL EN LOSA DE FONDO



CUANTIFICACION DE UNA LOSA DE FONDO.

Dren de P.V.C. 10" de diámetro.

$$\text{Long.} = 12.00 \text{ M}$$

Concreto de 100 – 1 1/2 – 10 en plantillas.

$$12.00 \text{ m} \times 7.20 \text{ m} \times 0.10 \text{ m} = 8.64 \text{ M3}$$

Concreto de 150 – 1 ½ – 10 en losa.

$$(3.1416 \times (0.254)^2) / 4 \times 12.00 = 0.61 \text{ M3.}$$

$$12.00 \text{ m} \times (0.60 + 0.75) / 2 \text{ m} \times 7.20 \text{ m} = 58.32 \text{ M3.}$$

$$\text{Vol. Total} = 58.32 \text{ m}^3 - 0.61 \text{ m}^3 = 57.71 \text{ M3.}$$

Cimbra común para tapón en losa.

$$(0.75 + 0.60) / 2 \text{ m} \times 7.20 \text{ m} = 4.86 \text{ M2.}$$

Picado de juntas de construcción.

$$(0.75 + 0.60) / 2 \text{ m} \times 7.20 \text{ m} = 4.86 \text{ M2.}$$

Acero G.D. de 1/2" en losas.

$$\text{Peso} = 1,394.00 \text{ KG.}$$

Acero G.D. de 3/4" o mayor en losas.

Peso = 1883.25 KG.

Acarreo de acero de refuerzo 1er. km.

$3,277.25 \text{ kg} / 1,000 = 3.28 \text{ TON.}$

Acarreo de acero de refuerzo kms – subs.

$3.27725 \text{ ton} \times 0.3615 \text{ km.} = 1.18 \text{ TON} - \text{KM.}$

Curado de concreto con membrana

$7.20 \text{ m} \times 12.00 \text{ m.} = 86.40 \text{ M2.}$







Preparación de junta entre muro colado en sitio y losa inferior.

12.00 M. – CAJON

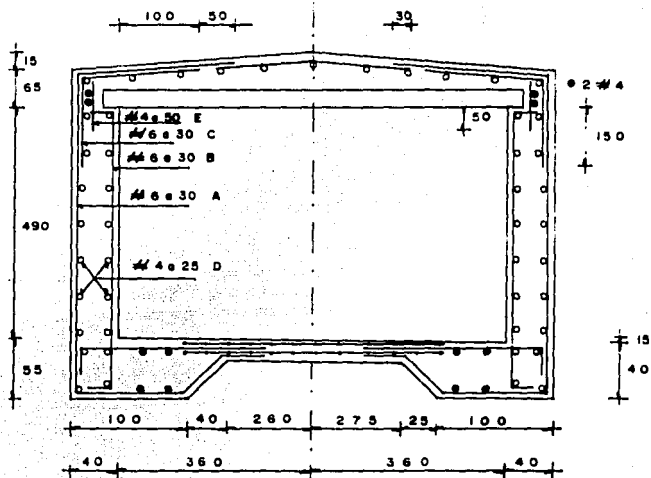
Silleta de P.V.C.

1.00 PZA.

CUANTIFICACION DE ACERO DE REFUERZO

REFERENCIA	CROQUIS	Ø	n	CANT. PZAS.	LONG. PZAS.(m).	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	OBSERVACIONES
A		6	20	60	8.20				492.00				
B		6	40	30	5.90				177.00				
C		4	30	30	5.20		208.00						
D		6	20	120	1.40				168.00				
E		4	30	48	12.00		576.00						
F		4	40	360	1.71		615.60						
G													
H													
I													
J													
K													
L													
M													
N													
O													
P													
Q													
R													
TOTAL					LONGITUD TOTAL (M)		1.399.60		837.00				
PESO U.					(KG/M)	0.557	8.996	1.560	2.250	3.975	6.225	8.938	
PESO					TOTAL (KG)		1.394.00		1.883.25				

CORTE TRASVERSAL EN MURO ESTRUCTURAL



CUANTIFICACION DE UN MURO ESTRUCTURAL.

Concreto de 200 – 3/4 – 10 en muro.

$$4.90 \text{ m} \times 0.40 \text{ m} \times 12.00 \text{ m} = 23.52 \text{ M}^3$$

Cimbra común para tapón frontera.

$$4.90 \text{ m} \times 0.40 \text{ m} = 1.96 \text{ M}^2$$

Cimbra para muesca de cortante en muro.

$$\text{Vertical} = 4.90 \text{ m}$$

$$\text{Horizontal} = 12.00 \text{ m}$$

$$\text{Longitud Total} = 16.90 \text{ M.}$$

Cimbra para muro de cajón.

$$4.90 \text{ m} \times 12.00 \text{ m} = 58.80 \text{ M}^2$$

Picado de juntas de construcción

$$4.90 \text{ m} \times 0.40 \text{ m} = 1.96 \text{ M}^2$$

Curado de concreto con membrana.

$$4.90 \text{ m} \times 12.00 \text{ m} = 58.80 \text{ M}^2$$

Banda de P.V.C. de 9" en muro

$$\text{Vertical} = 4,90 \text{ m} \times 2 = 9,80 \text{ m}$$

$$\text{Horizontal} = \quad = 12,00 \text{ m}$$

$$\text{Long. Total} = 21,80 \text{ M}$$

Acero de Refuerzo.

$$\text{Acero G.D. de } 1/2" \text{ en muros} = 504,37 \text{ KG.}$$

$$\text{Acero G.D. de } 3/4" \text{ o mayor en muros} = 1,435,50 \text{ KG}$$

Acarreo de acero de refuerzo 1er. km.

$$1,939,87 \text{ kg} / 1,000 = 1,94 \text{ TON.}$$

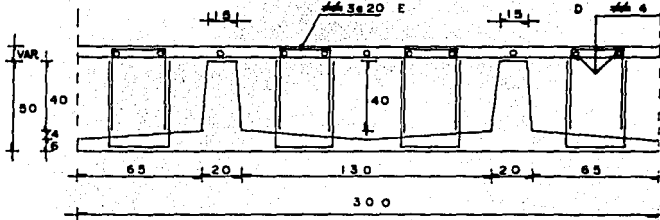
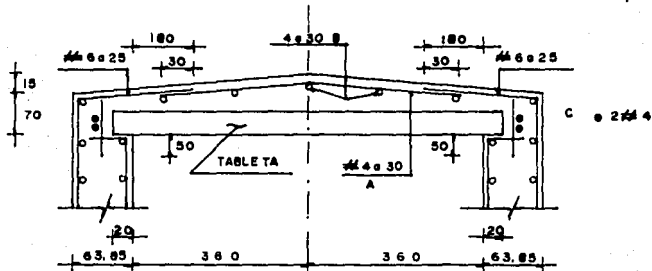
Acarreo de acero de refuerzo kms. – subs.

$$1,93987 \text{ ton} \times 0,3615 \text{ km} = 0,70 \text{ TON} - \text{KM.}$$

CUANTIFICACION DE ACERO DE REFUERZO

REFERENCIA	CROQUIS	#	•	CANT. PZAS.	LONG. PZAS(m).	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	OBSERVACIONES
A		6	30	40	7.35				394.00				
B		6	30	40	5.15				206.00				
C		6	30	40	3.65				138.00				
D		4	25	40	12.00		480.00						
E		4	50	24	1.10		26.40						
F													
G													
H													
I													
J													
K													
L													
M													
N													
O													
P													
Q													
R													
125	LONGITUD TOTAL (M)						506.40		638.00				
	PESO U. (KG/M)				0.557	0.996	1.560	2.250	3.975	6.225	8.938		
	PESO TOTAL (KG)						504.37		1.435.50				

CORTE TRANSVERSAL EN FIRME DE COMPRESION



CUANTIFICACION DE UN FIRME DE COMPRESION.

$$(0.675 + 0.65) / 2 \times (0.40 + 0.44) / 2 \times 400 = 1.113 \text{ M2}$$

$$\text{Vol. por tableta} = 1.113 \text{ m}^2 \times 7.60 \text{ m} = 8.46 \text{ m}^3 / \text{Tabletas.}$$

$$8.46 \text{ m}^3 / 3.00 \text{ m} = 2.82 \text{ M3} / \text{ML.}$$

Demolición de concreto hidráulico.

$$0.50 \text{ m} \times 0.6385 \text{ m} \times 12.00 \text{ m} \times 2 = 7.66 \text{ M3}$$

Acarreo material producto de demolición de concreto 1er. km.

$$7.66 \text{ m}^3 \times 1.00 = 7.66 \text{ M3}$$

Acarreo material producto de demolición de concreto kms – subs.

$$7.66 \text{ M3} \times 19.00 \text{ km} = 145.54 \text{ M3} - \text{KM.}$$

Concreto de 150 – 1 1/2 – 10 en losas

$$(0.20 + 0.35) / 2 \times 8.477 \times 12.00 = 27.97 \text{ M3}$$

$$0.50 \times 0.6385 \times 12.00 \times 2.0 = 7.66 \text{ M3}$$

$$\text{Vol. en tab. } 2.82 \text{ m}^3 / \text{m} \times 12.00 = 33.84 \text{ M3}$$

$$\text{Vol. Total} = 69.47 \text{ M3}$$

Fabricación y suministro de tableta preesforzada doble TT.

$$12.00 \text{ m} / 3.00 \text{ m} = 4.00 \text{ PZAS.}$$

Colocación de tabletas preesforzadas doble TT.

4.00 PZAS.

Recibir elementos preesforzados en muros.

12.00 M – CAJON

Cimbra común para tapón frontera en losa.

$$0.50 \times 0.6385 \times 2 = 0.64 \text{ M2}$$

$$(0.35 + 0.20) / 2 \times 8.477 = 2.33 \text{ M2}$$

$$\text{Area Total} = 2.97 \text{ M2}$$

Picado de juntas para construcción.

$$0.50 \times 0.6385 \times 2 = 0.64 \text{ M2}$$

$$(0.35 + 0.20) / 2 \times 8.477 = 2.33 \text{ M2}$$

$$\text{Area Total} = 2.97 \text{ M2}$$

Curado de concreto con membrana

$$8.477 \text{ m} \times 12.00 \text{ m} = 101.72 \text{ M2}$$

Acero de Refuerzo.

$$\text{Acero G.D. de } 3/8" \text{ en losas} = 573.49 \text{ KG.}$$

$$\text{Acero G.D. de } 1/2" \text{ en losas} = 780.07 \text{ KG.}$$






Acarreo de acero de refuerzo 1er. km.

$$1,353.56 \text{ kg} / 1,000 = 1.35 \text{ TON.}$$

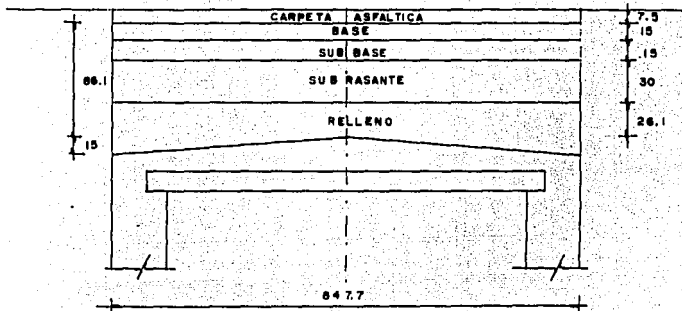
Acarreo de acero de refuerzo kms--subs.

$$1.35356 \text{ ton} / 0.3615 = 0.49 \text{ TON} - \text{KM.}$$

CUANTIFICACION DE ACERO DE REFUERZO

REFERENCIA	CRUCIS	Ø	#	CANT. PZAS.	LONG. PZAS(m).	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	OBSERVACIONES
A		A	30	40	4.70		168.00						
B		6	30	29	12.00		348.00						
C		4	—	2	12.00		24.00						
D		4	—	12	7.60		243.20						
E		3	20	624	1.65	1,029.60							
F													
G													
H													
I													
J													
K													
L													
M													
N													
O													
P													
Q													
R													
130					LONGITUD	TOTAL (M)	1,029.60	783.20					
					PESO U.	(KG/M)	0.557	0.996	1.560	2.250	3.975	6.225	8.938
					PESO	TOTAL (KG)	573.49	780.07					

RELLENO SOBRE CAJON



CUANTIFICACION DE RELLENO Y PAVIMENTACION SOBRE CAJON.

Relleno de tepetate compactado al 95 % .

$$0.261 \text{ m X } 8.477 \text{ m X } 12.00 \text{ m} = 26.549 \text{ M3.}$$

$$(0.15 \text{ X } 3.85)/2 \text{ X } 12.00 \text{ m X } 2 \text{ lados} = 6.93 \text{ M3.}$$

$$\text{Vol. Total} = 33.48 \text{ M3.}$$

Relleno de grava controlada cementada compactada al 95 % .

$$8.477 \text{ m X } 12.00 \text{ m X } 0.30 \text{ m} = 30.517 \text{ M3.}$$

$$8.477 \text{ m X } 12.00 \text{ m X } 0.15 \text{ m} = 15.258 \text{ M3.}$$

$$\text{Vol. Total} = 45.77 \text{ M3.}$$

Relleno de grava controlada cementada compactada al 100 % .

$$8.477 \text{ m X } 12.00 \text{ m X } 0.15 \text{ m} = 15.26 \text{ M3.}$$

Suministro de mezcla asfáltica para pavimentación.

$$(14.04 + 14.05)/2 \text{ X } 12.00 \text{ m X } 0.075 \text{ m} = 14.75 \text{ M3.}$$

$$14.75 \text{ m}^3 \text{ X } 2.20 \text{ t/m}^3 = 32.45 \text{ TON.}$$

Tendido y compactación de mezcla asfáltica en pavimentos.

$$(14.04 + 14.05)/2 \text{ X } 12.00 \text{ m X } 0.075 \text{ m} = 14.75 \text{ M3.}$$

CUANTIFICACION DE RELLENO Y PAVIMENTACION SOBRE CAJON.

Relleno de tepetate compactado al 95 % .

$$0.261 \text{ m X } 8.477 \text{ m X } 12.00 \text{ m} = 26.549 \text{ M3.}$$

$$(0.15 \text{ X } 3.85)/2 \text{ X } 12.00 \text{ m X } 2 \text{ lados} = 6.93 \text{ M3.}$$

$$\text{Vol. Total} = 33.48 \text{ M3.}$$

Relleno de grava controlada cementada compactada al 95 % .

$$8.477 \text{ m X } 12.00 \text{ m X } 0.30 \text{ m} = 30.517 \text{ M3.}$$

$$8.477 \text{ m X } 12.00 \text{ m X } 0.15 \text{ m} = 15.258 \text{ M3.}$$

$$\text{Vol. Total} = 45.77 \text{ M3.}$$

Relleno de grava controlada cementada compactada al 100 % .

$$8.477 \text{ m X } 12.00 \text{ m X } 0.15 \text{ m} = 15.26 \text{ M3.}$$

Suministro de mezcla asfáltica para pavimentación.

$$(14.04 + 14.05)/2 \text{ X } 12.00 \text{ m X } 0.075 \text{ m} = 14.75 \text{ M3.}$$

$$14.75 \text{ m}^3 \text{ X } 2.20 \text{ t/m}^3 = 32.45 \text{ TON.}$$

Tendido y compactación de mezcla asfáltica en pavimentos.

$$(14.04 + 14.05)/2 \text{ X } 12.00 \text{ m X } 0.075 \text{ m} = 14.75 \text{ M3.}$$

Riego de impregnación con asfalto rebajado F.M. – 1.

$$14.045 \text{ m X } 12.00 \text{ m} = 168.54 \text{ M2.}$$

$$168.54 \text{ M2. X } 1.50 \text{ lts/m}^2 = 252.81 \text{ LTS.}$$

Riego de liga con asfalto rebajado F.R. – 3.

$$168.54 \text{ M2. X } 0.70 \text{ lts/m}^2 = 117.98 \text{ LTS.}$$

Sello para carpeta a razón de 1.50 lts/m².

$$(14.04 + 14.05)/2 \text{ X } 12.00 \text{ m} = 168.54 \text{ M2.}$$

A continuación procederemos a calcular el monto global de la Obra Ejecutada por elementos y conceptos que lo integran.

FRENTE : ATLALILCO - IZTAPALAPA

ELEMENTO : BROCAL

CONCEPTO	U.	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
CORTE DE CARPETA ASFALTICA	M	2,315.13	2,506.00	5,801,715.78
DEMOLICION DE PAVIMENTOS DE ASFALTO	M3	74.87	66,366.00	4,968,822.42
ACARREO PROD. DE LA DEM. DE CARPETA	M3	74.87	5,890.00	440,984.30
ACARREO PROD. DE DEM. CARPETA ASF. KM. SUBS.	M3-KM	1,422.98	1,515.00	2,155,814.70
EXCAV. EN CEPA DE 0 00 A 2 00 M. PROF.	M3	542.19	14,117.00	7,654,096.23
ACARREO MAT. PROD. EXCAV. A 1 KM.	M3	542.19	4,667.00	2,530,400.73
ACARREO MAT. PROD. EXCAV. A KMS. SUBS.	M3-KM	10,301.61	1,406.00	14,484,063.66
CONCRETO DE 150 - 3/4 - 10 EN BROCALES	M3	236.16	255,733.00	60,393,905.28
CIMBRA PARA BROCAL	M2	1,510.26	47,065.00	71,503,971.90
CIMBRA COMUN PARA TAPON FRONTERA	M2	20.44	35,907.00	733,939.08
ACERO DE REFUERZO G.D. EN BROCAL	KG	1,085.84	3,125.00	3,393,250.00
ACARREO DE ACERO DE REFUERZO 1er. KM.	TON	10.08	95,635.00	964,000.80
ACARREO DE ACERO DE REFUERZO KMS. SUBS.	TON-KM	3.65	625.00	2,281.25
CURADO DE CONCRETO CON MEMBRANA	M2	3,999.40	1,871.00	7,482,877.40
DEMOLICION DE CONCRETO REFORZADO	M3	3.08	80,060.00	246,584.80
ACARREO MAT. PROD. DEM. CONCRETO 1er. KM.	M3	3.08	6,305.00	19,419.40
ACARREO MAT. PROD. DEM. CONCRETO KMS. SUBS.	M3-KM	58.52	1,622.00	94,919.44
CDNC. ESTRU. DE 150 - 3/4 - 10 EN BROCAL	M3	19.26	290,921.00	5,603,136.48
			TOTAL	188,474,185.83

FALLA DE ORIGEN

ELEMENTO : MURO MILAN

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
EXC. EN ZANJA PARA MURO COLADO EN SITIO	M3	5 690 75	166,537 00	947 720 432 75
ACARREO MAT. PROD. EXC. KMS. SUBS	M3-KM	128,124 25	1,466 00	152,022 966 50
ACARREO DE LODO BENTONITICO FUERA DE OBRA	M3	170,111 97	1,083 00	184,231 263 51
CIMBRA PARA TAPONES DE ENRASE	M2	308 60	51 758 00	15 972,519 30
CIMBRA METALICA DE SECC. TRIANGULAR	PZA	198 00	588,283 00	116 480,034 00
CONCRETO DE 150-3/4-18 EN MURO COLADO	M3	5,785 31	403,783 00	2,336,009,827 73
CONC. ESTRUCT. DE 150-3/4-18 EN MURO	M3	209 56	333,359 00	69,856,712 64
ACARREO EN CARRETILLA DE MAT. SUELTO	M3	179 85	3,970 00	714,004 50
ACARREO MAT. PROD. DEM. CONCRETO	M3	179 85	6,305 00	1,133,954 25
ACARREO MAT. PROD. DEM. CONC. KMS. SUBS.	M3-KM	3,417 15	1,622 00	5,542,617 30
TELA DE GALLINERO P/RECIBIR APLANADO	M2	2,179 60	9,009 00	20,934,167 40
BONIFICACION POR COLADO NOCTURNO	M3	2,000 00	26,822 00	53,644,000 00
ACARREO DE AGUA EN PIPA 1er. KM.	M3	7,360 00	5,196 00	38,257,280 00
ACARREO DE AGUA EN PIPA KMS. SUBS.	M3-KM	78,752 00	973 00	76,625,696 00
AGUA DONDE NO SE TIENE TOMA	M3	1,855 17	8,616 00	12,849,319 72
ACERO G. D. P/MURO COLADO EN SITIO	KG	472,879 98	2,463 00	1,164,703,390 74
ACARREO DE ACERO DE REFUERZO 1er. KM.	TON	472 88	95,635 00	45,223,878 80
ACARREO DE ACERO DE REFUERZO KMS. SUBS.	TON-KM	300 15	625 00	187,583 75
TOTAL :				5,242,111,385 79

ELEMENTO : EXCAVACION DE NUCLEO

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
DEMOLICION DE CONCRETO REFORZADO	M3	52 32	80,060 00	4,188,739 20
ACARREO MAT. PROD. DE DEM. CONCRETO	M3	52 32	6,305 00	329,877 60
ACARREO MAT. PROD. DEM. CONCRETO KMS. SUBS.	M3-KM	994 06	1,622 00	1,612,397 76
DEMOLICION DE PAVIMENTOS DE ASFALTO	M3	1,239 03	66,366 00	82,229,464 98
ACARREO MAT. PROD. DEM. CARPETA 1er. KM	M3	1,239 03	5,860 00	7,297,886 70
ACARREO MAT. PROD. DEM. CARPETA SF. KMS. SUBS.	M3-KM	23,541 57	1,515 00	35,665,478 55
EXCAVACION DE TUNELEO	M3	124 50	40,133 00	4,996,558 50
EXCAVACION DE NUCLEO A CIELO ABIERTO	M3	10,111 54	26,133 00	264,244,874 82
EXCAVACION DE NUCLEO A C.A. ENTRE TROCQUELES	M3	21,275 01	28,984 00	616,634,080 84
EXCAVACION CONVENCIONAL A CIELO ABIERTO	M3	9,103 46	24,509 00	223,116,701 14
TRASPALCO MAT. PROD. DE ESCAVACION	M3	948 27	1,656 00	9,071,145 12
EXCAVACION A CIELO ABIERTO F. LOSAS DE 4 A 6	M3	2,341 94	33 095 00	77,536,504 30
ACARREO MAT. PROD. EXCAVACION 1er. KM	M3	43 956 45	4 667 32	204 477 753 15
ACARREO MAT. PROD. EXCAVACION KMS. SUBS	M3-KM	816 172 55	1,406 00	1,147,538 606 30
EXCAVACION EN ROCA BASALTICA	M3	3 263 12	163 044 00	529,294 537 28
ACARREO MAT. PROD. DEM. ROCA 1er. KM	M3	3 263 12	5,974 00	19 493 678 58
ACARREO MAT. PROD. DEM. ROCA KMS. SUBS	M3-KM	4 999 26	1 242 00	76 879 107 30
TROCQUELES METALICOS EN CAJON	PZA	533 00	2 297 666 00	1 214 545 098 00
PINTURA EN TROCQUELES	KG	93,237 82	2 214 00	206 428 533 48
TOTAL :				4 931,582 870 80

FALLA DE ORIGEN

ELEMENTO : LOSA DE FONDO

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
DREN DE P.V.C. 10"	M	749.77	159,025.00	119,232,174.25
CONCRETO DE 100 - 1 1/2 - 10 EN PLANTILLAS	M3	142.43	224,823.00	31,993,053.89
CONCRETO ESTRUCT. DE 100 - 1 1/2 - 10 EN PLANTILLA	M3	435.74	263,885.00	114,985,249.90
CONCRETO DE 150 - 1 1/2 - 10 EN LOSAS	M3	475.82	228,087.00	108,528,356.04
CONCRETO ESTRUCT. DE 150 - 1 1/2 - 10 EN LOSAS	M3	1,257.40	289,608.00	339,005,099.20
CONCRETO ESTRUCT. 150 - 3/4 - 10 EN LOSAS	M3	37.67	274,767.00	10,350,472.89
CONCRETO DE 150 - 3/4 - 10 EN LOSAS	M3	475.29	237,263.00	112,768,731.27
CONCRETO ESTRUCT. DE 150 - 3/4 - 14 EN LOSAS	M3	81.92	287,919.00	23,586,324.48
CONCRETO ESTRUCT. DE 200 - 3/4 - 14 EN LOSAS	M3	498.74	308,558.00	153,890,216.92
CONCRETO ESTRUCT. DE 200 - 1 1/2 - 10 EN LOSAS	M3	666.89	289,388.00	192,888,629.54
CONCRETO ESTRUCT. DE 200 - 3/4 - 14 RR EN LOSAS	M3	82.14	340,376.00	27,958,484.04
CIMBRA COMUN PARA TAPON FRONTERA	M2	400.39	35,907.00	14,376,803.73
CIMBRA PARA REGISTROS, DRENS Y CARCAMOS	M2	19.78	58,503.00	1,158,019.28
CIMBRA PARA MUESCA DE CORTANTE	M	288.26	53,583.00	15,338,669.59
ACERO GD DE 1.2" EN LOSAS	KG	91,830.87	2,581.00	237,015,733.57
ACERO GD 3/4" O MAYOR EN LOSAS	KG	138,022.01	2,471.00	341,052,386.71
ACERC GD DE 3/8" O MENOR EN LOSAS	KG	12.36	2,602.00	32,160.72
MALLA ELECTROSOLDADA 6x6 - 6/6	M2	1,728.50	7,131.00	12,325,033.50
ACARREO DE ACERO DE REFUERZO 1er. KM.	TON	229.24	85,635.00	21,923,367.40
ACARREO DE ACERO DE REFUERZO KMS. SUBS.	TON-KM	82.88	625.00	51,787.50
PICADO DE JUNTAS DE CONSTRUCCION	M2	378.88	8,439.00	3,178,802.52
CURADO DE CONCRETO CON MEMBRANA	M2	5,971.06	1,871.00	11,171,853.26
POUESTIRENO PARA CAJAS	M3	0.38	301,972.00	114,749.36
BONIFICACION PARA COLADOS NOCTURNOS	M3	1,564.63	26,822.00	41,966,505.86
BOMBEO DE CONCRETO HIDRAULICO	M3	622.53	52,400.00	32,820,572.00
SUPERFLUIDIFICANTE PARA CONCRETO BOMB	M3	622.53	42,929.00	26,724,590.37
PREPARACION ENTRE MURO COLADO EN SITIO Y LOSA INF	M-CAJ	431.05	281,382.00	121,289,711.10
PREP. ENTRE MURO COLADO EN SITIO Y LOSA INF	M	233.77	140,891.00	32,889,335.07
BANDA DE P.V.C. DE 9"	M	390.50	60,126.00	23,478,303.00
SUM. Y COLOCACION DE SELLO EXPANSIVO	M	1,462.88	26,559.00	38,852,629.92
SILleta DE P.V.C. DE 202 X 76 MM	PZA	47.00	109,280.00	5,136,160.00
TOTAL :				2,215,983,787.77

FALLA DE ORIGEN

ELEMENTO : MURO ESTRUCTURAL

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	IMPORTE
CONCRETO DE 200 - 3/4 - 14 EN MUROS	M3	1.216,00	308.558,00	375.206.528,00
CONCRETO DE 200 - 3/4 - 14 RR EN MUROS	M3	238,69	340.376,00	81.244.347,44
CONCRETO DE 200 - 3/4 - 18 RR EN MUROS	M3	8,32	386.602,00	3.216.528,64
CONCRETO DE 200 - 1 1/2 - 18 RR EN MUROS	M3	12,32	381.365,00	4.698.416,80
CIMBRA CAMION PARA TAPON FONTERA	M2	207,54	35.907,00	7.452.136,78
CIMBRA COMUN PARA MURO DE CAJON	M2	1.955,10	56.665,00	110.785.741,50
CIMBRA PARA MUESCA DE CORTANTE	M	53,20	53.583,00	2.850.615,60
CIMBRA PARA TRABES NO APARENTES	M2	4,00	49.866,00	199.464,00
CIMBRA PARA MURO DE 3 00 M.	M2	312,40	49.564,00	15.483.793,60
BONIFICACION POR COLADO NOCTURNO	M3	580,88	28.822,00	15.580.363,36
BOMBEO DE CONCRETO HIDRAULICO	M3	716,44	52.400,00	37.541.456,00
ACERO GD DE 1/2" EN MUROS	KG	14.338,89	2.581,00	37.003.513,09
ACERO GD DE 3/4" EN MUROS	KG	57.401,80	2.471,00	141.839.847,80
ACERO GD DE 3/8" EN OTRAS ESTRUCT.	KG	26,77	2.663,00	71.288,51
ACERO GD DE 1/2" EN OTRAS ESTRUCT.	KG	208,73	2.642,00	551.464,66
ACARREO DE ACERO DE REFUERZO 1er. KM.	TON	71,95	95.635,00	6.860.936,25
ACARREO DE ACERO DE REFUERZO KMS. SUBS.	TON - KM	25,99	625,00	16.243,75
PICADO DE JUNTAS DE CONTRUCCION	M2	31,12	8.439,00	262.621,68
CURADO DE CONCRETO CON MEMBRANA	M2	853,08	1.871,00	1.596.112,68
BANDA DE P.V.C. DE 9"	M	656,20	60.126,00	39.454.681,20
POLIESTIRENO PARA CAJAS	M3	0,16	301.972,00	48.315,52
SUM. COLO. DE SELLO EXPANSIVO	M	12,30	26.559,00	326.875,70
SUPERFLUIDIFICANTE PARA CONCRETO	M3	716,44	42.929,00	30.756.062,76
DEMOLICION DE CONCRETO HIDRAULICO EN PEINE	M3	1,97	102.757,00	202.431,29
ACARREO MAT. PROD. DEM. CONCRETO 1er. KM.	M3	1,97	6.005,00	12.420,85
ACARREO MAT. PROD. DEM. CONCRETO KMS. SUBS.	M3 - KM	37,43	1.622,00	60.711,46
RELLENO CON TEPETATE COMP. AL 95%	M3	214,05	58.261,00	12.470.767,05
			TOTAL :	925.813.479,97

FALLA DE ORIGEN

ELEMENTO : MURO CORTO

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
DEMOLICION DE CONCRETO EN PEINE	M3	31.28	102,757.00	3,214,238.96
ACARREO MAT. PROD. DEM. CONC. 1er. KM	M3	31.28	6,305.00	197,220.40
ACARREO MAT. PROM. DEM. CONC. KMS. SUBS.	M3-KM	594.32	1,622.00	963,987.04
EXCAVACION EN ORCA BASALTICA	M3	112.81	183,044.00	20,649,193.64
ACARREO MAT. PROD. DEM. ROCA 1er. KM	M3	112.81	5,974.00	673,928.94
ACARREO MAT. PROD. DEM. ROCA KMS. SUBS.	M3-KM	2,143.39	1,240.00	2,657,803.60
CONCRETO DE 150-3/4-10 EST.	M3	89.85	306,185.00	27,510,722.25
CIMBRA COMUN PARA TAPON FRONT	M2	30.15	35,907.00	1,082,596.05
CIMBRA PARA MURO EN EST. DE 3.00 M	M2	129.57	49,564.00	6,422,007.48
ACERO G.D. DE 1/2" EN MUROS	KG	554.07	2,581.00	1,430,054.67
ACERO G.D. DE 3/4" EN MUROS	KG	4,201.63	2,471.00	10,382,227.73
ACARREO DE ACERO DE REFUERZO 1er. KM	TON	4.75	95,635.00	454,266.25
ACARREO DE ACERO DE REFUERZO KMS. SUBS.	TON-KM	1.72	825.00	1,075.00
PICADO DE JUNTAS DE CONSTRUCCION	M2	30.15	8,439.00	254,435.85
CURADO DE CONCRETO C/MEMB.	M2	129.57	1,871.00	242,425.47
TOTAL :				78,136,181.33

ELEMENTO : MURO DE CHAPEO

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
DEMOLICION DE CONCRETO EN PEINE	M3	2.33	102,757.00	239,423.81
ACARREO MAT. PROD. DEM. CONC. 1er. KM	M3	2.33	6,305.00	14,690.65
ACARREO MAT. PROD. DEM. CONC. KMS. SUBS.	M3-KM	44.27	1,622.00	71,805.94
CONCRETO DE 150-3/4/14 EN MUROS	M3	77.16	249,406.00	19,244,166.96
CONCRETO EST. DE 150-3/4-14 EN MUROS	M3	22.50	287,919.00	6,478,177.50
BONIFICACION POR COLADO NOCTURNO	M3	43.88	26,822.00	1,176,949.36
BOMBEO DE CONCRETO	M3	19.69	52,400.00	1,031,756.00
CIMBRA COMUN PARA TAPON FRONT	M2	12.12	35,907.00	435,192.84
CIMBRA P/MURO EN EST. DE 5.00 M	M2	326.55	53,453.00	17,455,077.15
PICADO DE JUNTAS DE CONSTRUCCION	M2	12.12	8,439.00	102,280.68
CURADO DE CONCRETO CON MEMBRANA	M2	326.55	1,871.00	610,975.05
ACERO G.D. DE 1" EN MUROS	KG	2,970.99	1,581.00	4,697,135.19
ACERO G.D. DE 3/4 O MAYOR EN MUROS	KG	108.00	2,471.00	266,868.00
ACARREO DE ACERO DE REFUERZO 1er. KM	TON	3.08	95,635.00	294,555.80
ACARREO DE ACERO DE REFUERZO KMS. SUBS.	TON-KM	1.11	825.00	693.75
SUPERFLUIDIFICANTE P/CONCRETO	M3	19.69	42,929.00	845,272.01
TOTAL :				52,965,020.69

FALLA DE ORIGEN

ELEMENTO : TABLETAS

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
SUM. FAB. TABLETA TT-1 DE 7.60 M	PZA	172.50	5,496,462.00	947,967,195.00
SUM. FAB. TABLETA TT-3 DE 7.60 M	PZA	11.50	5,736,248.00	65,966,852.00
SUM. FAB. TABLETA TT-4 DE 7.60 M	PZA	39.50	5,674,167.00	224,130,386.50
SUM. FAB. TABLETA TT-5 DE 7.60 M	PZA	1.00	5,852,962.00	5,852,962.00
SUM. FAB. TABLETA TT-9 DE 10.10 M	PZA	7.50	11,358,937.00	85,192,027.50
COLOCACION TABLETA TIPO TT-1.3.4 7.60	PZA	223.50	742,805.00	166,016,917.50
COLOCACION TABLETA TIPO TT-5 DE 7.60	PZA	1.00	742,805.00	742,805.00
COLOCACION TABLETA TIPO TT-9 DE 10.10	PZA	7.50	1,455,117.00	10,913,377.50
APUNTALAMIENTO DE TRABES TIPO TT	1 m. DIA/TORRE	30.00	27,871.00	836,130.00
APUNTALAMIENTO DE TRABES TIPO TT	DIA SUB/TORRE	121.00	7,738.00	936,298.00
ACARREO DE ALMACEN PROVEEDOR A OBRA	TORRE	30.00	38,077.00	1,142,310.00
			TOTAL :	1,509,697,261.00

FALLA DE ORIGEN

ELEMENTO : FIRME DE COMPRESION

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
CONC. ESTRUCT. DE 200-1 1/2-10 RR EN LOSAS	M3	161.28	322,064.00	51,942,481.92
CONC. ESTRUCT. DE 200-1 1/2 EN LOSAS	M3	163.31	289,386.00	47,259,627.66
CONC. ESTRUCT. DE 200-3/4-14 EN LOSAS	M3	547.85	308,558.00	169,043,500.30
CONC. ESTRUCT. DE 200-3/4-14 RR EN LOSAS	M3	240.93	340,376.00	82,006,789.66
CONC. ESTRUCT. DE 150-1 1/2-10 EN LOSAS	M3	1,314.38	269,608.00	354,367,363.04
CONC. ESTRUCT. DE 150-3/4-10 RR EN LOSAS	M3	246.58	295,408.00	72,841,211.48
CONC. ESTRUCT. DE 150-3/4-10 EN LOSAS	M3	58.00	274,767.00	15,936,468.00
CONC. ESTRUCT. DE 150-1 1/2 10 RR EN LOSAS	M3	221.57	289,386.00	64,119,256.02
CONC. ESTRUCT. DE 150-3/4-14 EN LOSAS	M3	36.32	287,919.00	10,457,218.08
CONC. ESTRUCT. DE 250-3/4-10 RR OTRAS ESTRUCT.	M3	121.80	383,580.00	46,720,044.00
CONC. ESTRUCT. DE 200-3/4-10 OTRAS ESTRUCT.	M3	71.48	326,824.00	23,361,379.52
CONC. DE 150-1 1/2-10 EN LOSAS	M3	505.92	228,087.00	115,393,775.04
CONC. DE 150-1 1/2-10 RR EN LOSAS	M3	29.94	238,409.00	7,137,965.46
CONC. DE 150-3/4-10 EN LOSAS	M3	164.67	237,263.00	39,070,098.21
CIMBRA COMUN PARA TAPON FRONTERA	M2	497.95	35,907.00	17,879,890.65
CIMBRA PARA TRABES NO APARENTES	M2	78.14	42,832.00	3,348,892.48
CIMBRA PARA TRABES NO APARENTES	M2	80.80	49,866.00	4,029,172.80
PARA MURO EN ESTRUCT. DE 3.00 M.	M2	31.92	49,564.00	1,582,082.88
BONIFICACION POR COLADO NOCTURNO	M3	2,000.71	26,822.00	53,683,043.82
BOMBEO DE CONCRETO HIDRAULICO	M3	974.20	52,400.00	51,048,080.00
BONIFICACION POR CIMBRA APARENTE	M2	64.12	11,339.00	727,056.68
BONIFICACION POR OBRA FALSA EN LOSAS	M2-M	154.50	6,970.00	1,078,865.00
ACERO GD DE 1/2 EN LOSAS	KG	52,473.91	2,581.00	135,435,161.71
ACERO GD DE 3/4 O MAYOR EN LOSAS	KG	15,498.78	2,471.00	38,297,485.38
ACERO GD DE 3/8 O MENOR EN LOSAS	KG	3,946.49	2,602.00	10,268,766.98
ACERO GD DE 3/8 O MENOR EN TRABES	KG	117.87	2,756.00	324,849.72
ACERO GD DE 1/2 OTRAS ESTRUCT.	KG	2,385.74	2,642.00	6,303,125.08
ACEHO GD DE 3/4 O MAYOR OTRAS ESTRUCT.	KG	8,475.54	2,532.00	21,460,067.28
SOLDADURA A TOPE EN VARILLAS DE 1	PZA	52.00	24,744.00	1,286,688.00
ACARREO DE ACERO DE REFUERZO	TON	110.90	95,635.00	10,605,921.50
ACARREO DE ACERO DE REFUERZO KMS. SUBS.	TON-KM	40.09	825.00	25,056.25
FIGADO DE JUNTAS DE RECONSTRUCCION	M2	497.95	8,439.00	4,202,200.05
CURADO DE CONCRETO COM MEMBRANA	M2	5,868.09	1,871.00	10,979,196.39
RECIBI ELEMENTOS PRESFORZADOS	M-CAJ	706.25	11,702.00	8,264,537.50
CALAFATEO ENTRE LOSA PRECOLADAS	M	3,498.00	734.00	2,567,532.00
DOBLECES EN VARILLA DE LOSAS	PZA	3,803.00	64.00	243,392.00
PREPARACION DE JUNTA ENTRE MURO Y LOSA SUP	M-CAJ	222.56	316,022.00	70,340,176.76
PREPARACION DE JUNTA ENTRE MURO Y LOSA SUP.	M	50.90	159,324.00	8,109,591.60
PC: ESTIRENO PARA CAJAS	M3	38.00	301,972.00	11,474,936.00
BANDA DE P V C 9' EN LOSAS	M	16.80	60,126.00	1,010,116.80
SUPERFLUIDIFICANTE PARA CONCRETO	M3	852.40	42,929.00	38,592,679.60
DEM. CONC EN PEINE DE MUROS	M3	260.40	102,757.00	28,813,062.80
ACARREO MAT. PROD DEM CONC 1er KM	M3	284.38	6,305.00	1,793,015.90
ACARREO MAT. PROD DEM CONC KMS. SUBS.	M3-KM	5,403.22	1,622.00	8,764,022.84
DEMOLICION CONCRETO REFORZADO	M3	3.98	80,060.00	318,538.80
TOTAL :				1,650,490,501.46

FALLA DE ORIGEN

ELEMENTO : REJILLAS DE VENTILACION

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
CONC. ESTRUCT. 200-3/4-10 OTRAS EST.	M3	47.47	328,824.00	15,514,335.28
CONC. 200-3/4-10 OTRAS EST.	M3	19.34	290,344.00	5,615,252.96
CONC. ESTRUCT. 200-3/4-10 RR EN LOSAS	M3	9.93	327,224.00	3,249,334.32
CONC. EST. 200-1 1/2-10 EN LOSAS	M3	125.63	286,386.00	36,355,563.18
CONC. EST. 200-3/4-14 EN LOSAS	M3	73.20	308,556.00	22,586,445.60
CONC. ESTRUCT. 200-3/4-14 RR EN LOSAS	M3	229.85	340,376.00	78,235,423.00
CONC. 200-3/4-14 EN LOSAS Y M.	M3	1.20	268,610.00	319,932.00
CONC. EST. 200-3/4-14 OTRAS EST.	M3	99.38	339,976.00	33,786,814.88
CONC. EST. 100-3/4-10 EN PLANTILLA	M3	134.52	269,145.00	36,205,385.40
CONC. ESTRUCT. 100-1 1/2-10 PLANTILLAS	M3	2.95	263,885.00	778,460.75
BONIFICACION POR COLADO NOCTURNO	M3	64.26	26,822.00	1,723,581.72
BOMBEO DE CONCRETO HIDRAULICO	M3	376.04	52,400.00	19,704,496.00
CIMBRA COMUN PARA TAPON FRONTAL	M2	80.69	35,907.00	2,897,335.83
CIMBRA PARA LOSAS NO APARENTES	M2	553.22	4,283.22	23,695,519.04
CIMBRA Y DESCIMBRA HASTA 4.00 M. EN COLUM.	M2	55.55	25,893.00	1,438,356.15
CIMBRA Y DESCIMBRA HASTA 4.00 M. EN TRABES	M2	71.80	27,381.00	1,965,955.80
CIMBRA PARA ZONA DE REJILLA	M2	2350.94	84045	197,584,752.30
CIMBRA APARENTE P/TRABES C/APUNT.	M	75.45	417,556.00	31,504,600.20
BONIFICACION POR OBRA FALSA EN LOSAS	M2-M	353.57	6,970.00	2,464,382.90
ACERO GD DE 3/4 O MAYOR EN COLUMNAS	TON	2.09	2,259,325.00	4,721,989.25
ACERO GD DE 3/8 EN TRABES	KG	1025.74	2756	2,826,939.44
ACERO GD DE 3/8 O MENOR OTRAS EST.	KG	6874.24	2663	18,306,101.12
ACERO GD DE 1/2 EN OTRAS EST.	KG	5075.4	2642	13,409,206.80
ACERO GD DE 3/4 O MAYOR OTRAS EST.	KG	10969.82	2532	27,775,077.84
ACERO GD DE 1/2 EN LOSAS Y MUROS	KG	3461.74	2581	8,934,750.94
ACERO GD DE 3/4 O MENOR EN LOSAS Y M.	KG	20324.35	2471	50,221,468.85
ACERO GD DE 3/8 O MENOR EN LOSAS	KG	4300.53	2602	11,189,979.08
ACARREO DE ACERO 1er. KM	TON	54.12	95635	5,175,766.20
ACARREO DE ACERO KMS. SUBS.	TON-KM	19.56	625	12,225.00
PICADO DE JUNTAS DE CONSTRUCCION	M2	80.69	8439	680,942.91
CURADO DE CONCRETO C/MEMBRANA	M2	2412.21	1871	4,513,244.91
PREP. DE JUNTA EN MURO Y LOSA SUP.	M	5.15	159324	820,518.60
SOLDADURA A TOPE DE VARILLA NO. 8	PZA	42	24744	1,039,248.00
DEM. CONCRETO EN PEINDE MUROS	M3	14.47	102757	1,486,893.79
ACARREO MAT. PROD. DEM. CONC. 1er. KM	M3	14.47	6305	91,233.35
ACARREO MAT. PROD. DEM. CONC. KMS. SUBS.	M3-KM	274.93	1622	445,936.46
LIMPIEZA CON SAND BLAST. EST. MET	M2	2702.23	28760	77,716,134.80
FAB. Y MONT. ESTRUCTURA METALICA	KG	18341.24	6686	122,629,530.64
SYL PYL 14 PRIMARIO	M2	2702.23	25804	69,728,342.92
SYL PYL 100 EPOXICO	M2	2702.23	34733	93,856,554.59
SUM Y COLOC. REJILLA ELECTROFORJADA	M2	309.92	1579894	489,640,748.48
TOTAL :				1,520,848,761.86

FALLA DE ORIGEN

ELEMENTO : NICHOS DE SEGURIDAD Y NICHOS CONTRA INCENDIO

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
CEMOLICION DE CONCRETO DE MUROS	M3	62.88	102,757.00	6,461,360.16
ACARREO MAT. PROD.DEM. CONC. 1er. KM	M3	62.88	6,305.00	396,458.40
ACARREO MAT. PROM. DEM. CONC. KMS. SUBS.	M3-KM	1,194.72	1,622.00	1,937,835.84
CIMBRA PARA NICHOS DE SEGURIDAD	PZA	64.00	516,945.00	33,084,480.00
ACERO GD DE 1 2" EN LOSAS Y MUROS	KG	530.56	2,581.00	1,370,407.76
ACERO GD DE 3 4" O MAYOR EN LOSAS Y MUROS	KG	5,518.80	2,471.00	13,636,954.80
ACARREO DE ACERO DE REFUERZO 1er. KM	TON	6.05	95,635.00	576,591.75
ACARREO DE ACERO DE REFUERZO KMS. SUBS.	TON-KM	2.19	625.00	1,369.75
CONCRETO DE 150-3/4-10 EN LOSAS Y MUROS	M3	9.32	323,078.00	3,011,086.96
CONCRETO ESTRU.C. DE 150-3/4-10 EN LOSA Y MURO	M3	23.40	274,767.00	6,429,547.80
APLANADO RUSTICO EN MUROS	M2	160.80	15,277.00	2,456,541.60
TOTAL :				69,364,633.82

ELEMENTO : RELLENO Y PAVIMENTACION

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
RELLENO C/MATERIAL LOCAL A VOLTEO	M3	1,600.46	3,445.00	5,513,584.70
RELLENO C/SUELO CEMENTO	M3	26.56	79,901.00	2,122,967.36
RELLENO C/TEPETATE COMP. 95%	M3-KM	1,085.95	58,261.00	63,268,532.95
RELLENO C/GRAVA CEMENTADA CONTROLADA AL 95%	PZA	3,929.49	85,339.00	335,338,747.11
RELLENO C/GRAVA CEMENTADA CONTROLADA AL 100%	KG	1,030.40	78,086.00	80,459,814.40
SUM. DE MEZCLA ASFALTICA P/PAVIMENTACION	KG	1,524.40	174,283.00	265,677,005.20
TENDIDO Y COMP. DE MEZCLA ASFALTICA	TON	692.91	54,630.00	37,853,673.30
RIEGO DE IMPREGNACION C/ASFALTO	TON-KM	16,945.47	1,200.00	20,334,564.00
RIEGO DE LIGA C/ASFALTO	M3	7,037.17	1,352.00	9,514,253.84
SELLO DE CARPETA	M3	10,038.82	4,252.00	42,685,062.64
CONCRETO DE 100-3/4-10 EN LASTRE	M2	35.68	269,145.00	9,603,093.60
TOTAL :				872,371,299.10

FALLA DE ORIGEN

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

CAPITULO VI

CONCLUSIONES.

Dentro de la obra metro los procedimientos constructivos más utilizados y necesarios para conformar la construcción del cajón han sido los siguientes:

- 1.- Cajón subterráneo a cielo abierto.
- 2.- Cajón subterráneo en tunel.
- 3.- Cajón superficial.
- 4.- Cajón elevado.

Siendo el más común y estudio de este trabajo el del cajón subterráneo a cielo abierto, dentro de lo cual se ha mencionado las recomendaciones o consideraciones necesarias que resultan en las actividades de manera cotidiana en la elaboración de dicho trabajo.

Cada procedimiento cuenta con un grado de dificultad muy particular, pero que en esencia su elaboración es simple, siempre y cuando las recomendaciones enunciadas con anterioridad sean vigiladas durante todo el proceso de construcción.

Como se ha estado mencionando, la constante vigilancia de los procedimientos constructivos, especificaciones, planos, normas, boletines y en general todos los documentos necesarios para cumplir con el objetivo final la construcción del cajón subterráneo, resulta la labor más importante en todos los niveles de dirección, ya que es muy común encontrarse en las obras con elementos que se deslindan de responsabilidad, recayendo la total responsabilidad en sus subalternos y solo atienden la vigilancia cuando surgen problemas por errores de interpretación, por lo que es necesario revisar y meditar sobre la información de proyecto para evitar posibles errores o accidentes.

Un aspecto de suma importancia sobre los que se debe de estar al tanto es el laboratorio para el control de calidad, tanto de las solicitudes de pruebas, el control de su proceso, el resultado de los mismos y el conocimiento de las normas son de vital importancia para la correcta ejecución de los trabajos en la construcción del cajón del metro.

Otro aspecto que se debe de tomar en cuenta es la verificación periódica de la maquinaria que cuenta con aditamentos para evitar posibles accidentes. Es importante vigilar las operaciones de la maquinaria ya que se trabaja en condiciones de un alto grado de dificultad, debido a la cantidad de aditamentos en la maquinaria no se puede dejar de tomar en cuenta la revisión y reparación oportuna de la maquinaria, sin perder los detalles del avance en la obra, ya que puede ocasionar atrasos considerables por un descuido en la reparación de la maquinaria.

BIBLIOGRAFIA

- MANUAL DE PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS.

- ICA TRANSPORTE

- MÉXICO 1991

- ESPECIFICACIONES GENERALES

- ICA INGENIERÍA

- MÉXICO 1991

- ESPECIFICACIONES PARTICULARES DEL TRAMO

- ICA INGENIERÍA

- MÉXICO 1991

- ESPECIFICACIONES PARA EL PROYECTO Y

- CONSTRUCCIÓN DE LAS LÍNEAS DEL METRO DE LA

- CIUDAD DE MÉXICO

- COVITUR MÉXICO