

3  
25



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

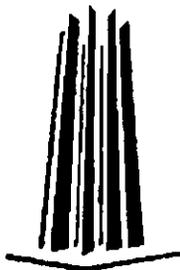
**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES**

**CAMPUS ARAGÓN**

**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL  
TRAMO LA VIGA-CHABACANO DE LA  
LINEA 8 DEL METRO**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
**I N G E N I E R O C I V I L**  
P R E S E N T A N:  
**MARCO ANTONIO ARCE RAMIREZ**  
**HERIBERTO MALDONADO SARMIENTO**

ASESOR: ING. GILBERTO GARCIA SANTAMARIA G.



MEXICO

1999

272237

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

UNAM ENEP ARAGON



PROCEDIMIENTO  
CONSTRUCTIVO DEL  
TRAMO LA VIGA -  
CHABACANO DE LA  
LINEA 8 DEL METRO



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ARAGÓN  
DIRECCIÓN

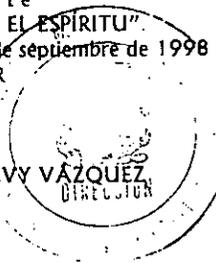
MARCO ANTONIO ARCE RAMÍREZ  
P R E S E N T E .

En contestación a la solicitud de fecha 2 de septiembre del año en curso, presentada por HERIBERTO MALDONADO SARMIENTO y usted, relativa a la autorización que se les debe conceder para que el señor profesor, Ing. GILBERTO GARCÍA SANTAMARÍA GONZÁLEZ pueda dirigirles el trabajo de tesis denominado, "PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO LA VIGA-CHABACANO DE LA LÍNEA 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, México., a 9 de septiembre de 1998  
EL DIRECTOR

Lic. CARLOS EDUARDO LEVY VÁZQUEZ



c c p Secretaría Académica.  
c c p Jefatura del Area de Ingeniería Civil.  
c c p Asesor de Tesis.

*GB*

*[Firma]*

CELV/AIR/MCA/vr



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ARAGÓN  
DIRECCION

HERIBERTO MALDONADO SARMIENTO  
P R E S E N T E .

En contestación a la solicitud de fecha 2 de septiembre del año en curso, presentada por MARCO ANTONIO ARCE RAMÍREZ y usted, relativa a la autorización que se les debe conceder para que el señor profesor, Ing. GILBERTO GARCÍA SANTAMARÍA GONZÁLEZ pueda dirigirle el trabajo de tesis denominado, "PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO LA VIGA-CHABACANO DE LA LÍNEA 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, México., a 9 de septiembre de 1998  
EL DIRECTOR

Lic. CARLOS EDUARDO LEVY VÁZQUEZ

c c p Secretaría Académica.  
c c p Jefatura del Area de Ingeniería Civil.  
c c p Asesor de Tesis.

CELV/AIR/MCA/vr

**A MIS HERMANOS. . .**

**POR SU GRANITO DE ARENA**

POR QUE LA ÚNICA  
MANERA DE INTENTARLO,  
ERA TENIENDOLOS DE MI LADO.

**A YANIN. . .**

**POR SU PACIENCIA**

POR QUE HAY COSAS  
QUE NO SE CUENTAN...  
PERO SIEMPRE  
LAS LLEVAREMOS DENTRO.

**A TOÑO Y PAOLA. . .**

**POR EL "SEGUNDO AIRE"**

POR QUE NO ES FÁCIL  
SEGUIR ADELANTE  
DESPUÉS DE DERRUMBARSE  
TANTAS VECES.

**A MIS PADRES. . .**

**POR SU GRANDEZA**

POR QUE USTEDES  
ME ENSEÑARON  
QUE TODO SE VALE  
ANTES QUE CLAUDICAR.

Y POR QUE TODO EL AMOR,  
EL CARIÑO Y LA ADMIRACIÓN  
QUE TENGO POR USTEDES,  
HICIERON POSIBLE ESTE LOGRO.

**. . . GRACIAS POR TODO.**

MARCO ANTONIO ARCE RAMÍREZ.

**¡ g r a c i a s !**

---

**primeramente gracias a Dios por todos sus bondades que ha tenido para conmigo: salud, familia, amigos, amor...**

**y porque las cosas que valen la pena cuestan un poco de trabajo, y nunca lo lograríamos sin el apoyo incondicional de nuestros seres más queridos, por eso ¡muchas gracias mamá, papá, hermanos, amigos y esa linda personita a la que quiero tanto!**

**también quiero expresar mi agradecimiento a la grandiosa unam, especialmente a la enep-aragón, a sus directivos y sobre todo a los profesores, que son los forjadores de tantos profesionistas.**

**un agradecimiento sincero también para mis compañeros de clase por su ayuda y amistad, necesarias para superar los pequeños y grandes obstáculos que se presentan en los cotidianos días de escuela.**

**sinceramente:**

**heriberto maldonado sarmiento**

# INDICE

	PÁGINA
PRÓLOGO.	2
INTRODUCCIÓN.	5

## CAPÍTULO 1

### PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO MEDIANTE EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO

<b>GENERALIDADES.</b>	19
PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.	19
1.1 CONSTRUCCIÓN DE MUROS TABLESTACA.	19
1.2 ABATIMIENTO DEL NIVEL FREÁTICO.	20
1.3 OBSERVACIONES GENERALES.	21
1.4 EXCAVACIÓN, APUNTALAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN.	24
1.5 REJILLAS DE VENTILACIÓN.	27
1.6 ZONA DE CRUCE CON EL COLECTOR DE 1.22 m. DE DIÁMETRO Y SU ESTRUCTURA DE DESVÍO (SIFÓN).	29
1.7 PUENTEO DE CABLES DE 85 kv.	31
1.8 CONSTRUCCIÓN DE ALCANCIAS.	38
1.9 SECUENCIA DE ESTRUCTURACIÓN.	40
1.10 NOTAS IMPORTANTES.	40

## CAPÍTULO 2

### PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO MEDIANTE EXCAVACIÓN POR CELDAS

<b>GENERALIDADES.</b>	45
PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.	45
2.1 CONSTRUCCIÓN DE MUROS TABLESTACA.	45
2.2 ABATIMIENTO DEL NIVEL FREÁTICO.	46
2.3 OBSERVACIONES GENERALES.	47
2.4 CELDAS ALTERNADAS Y CELDAS INTERMEDIAS.	49
2.5 EXCAVACIÓN, APUNTALAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN.	51
2.6 ZONA DE REJILLA, NICHOS DE ENLACE Y NICHOS DE APARATO	55
2.7 ZONA DE CARCAMO.	60
2.8 ZONA DEL MUÑÓN.	65
2.9 ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN EN ZONAS DONDE CRUZAN LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN.	69
2.10 CONTROL DE FILTRACIONES.	71
2.11 NOTAS IMPORTANTE.	71

## CAPÍTULO 3

### PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO MEDIANTE EXCAVACIÓN POR TUNELEO FALSO

GENERALIDADES.	75
PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.	75
3.1 CONSTRUCCIÓN DE LAS CELDAS "A" Y "C".	75
3.2 ZONA DE CRUCE CON LÍNEA 9.	84
3.3 NOTAS IMPORTANTE.	87

## CAPÍTULO 4

### ESPECIFICACIONES COMPLEMENTARIAS

	PÁGINA
GENERALIDADES.	90
4.1 EXCAVACIÓN ENTRE VENTANAS QUE SE HAN DEJADO DEBIDO A INTERFERENCIAS A LO LARGO DE LA LÍNEA 8.	90
4.1.1 OBSERVACIONES GENERALES.	90
4.1.2 CONSTRUCCIÓN DE MUROS Y BOMBEO.	93
4.1.3 EXCAVACIÓN Y COLOCACIÓN DE ESTRUCTURA.	93
4.1.4 RECOMENDACIONES.	99
4.1.5 NOTAS IMPORTANTES.	99
4.2 EXTRACCIÓN Y TAPONAMIENTO DE TUBERÍAS QUE INTERFIEREN CON LA CONSTRUCCIÓN DE LOS MUROS TABLESTACA.	100
4.2.1 TUBERÍAS LOCALIZADAS A 1.50 M. DE PROFUNDIDAD.	101
4.2.2 TUBERÍAS QUE SE ENCUENTRAN ENTRE 1.50 Y 3.0 M. DE PROFUNDIDAD.	101
4.2.3 TUBERÍAS FUERA DE SERVICIO A UNA PROFUNDIDAD ENTRE 1.50 Y 3.0 M.	101
4.2.4 TUBERÍAS DE DIÁMETROS DIVERSOS.	103
4.2.5 TAPONAMIENTO DE LA TUBERÍA.	106
4.2.6 COLOCACIÓN DEL RELLENO.	107
4.2.7 RECOMENDACIONES.	107
4.2.8 NOTAS IMPORTANTES.	108
4.3 ESTABILIZACIÓN DE LAS PAREDES DE LAS ZANJAS CON LODO BENTONÍTICO.	109
4.4 ELABORACIÓN DEL LODO FRAGUANTE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MUROS.	112
4.4.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES.	112
4.4.2 PROPIEDADES DEL LODO FRAGUANTE.	113
4.4.3 PROPORCIONAMIENTO	115
4.4.4 VOLUMEN POR INTRODUCIR.	116

4.4.5	COLOCACIÓN DEL LODO FRAGUANTE.	116
4.4.6	PRUEBAS DE CAMPO Y LABORATORIO.	117
4.4.7	NOTAS IMPORTANTES.	119
4.5	ABATIMIENTO DEL NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS.	120
4.5.1	LOCALIZACIÓN Y PROFUNDIDAD DE LOS POZOS DE BOMBEO.	121
4.5.2	PERFORACIÓN Y ADEME DE LOS POZOS DE BOMBEO.	121
4.5.3	BOMBAS DE EXTRACCIÓN DE AGUA.	124
4.5.4	TIEMPO, LONGITUD Y SUSPENSIÓN DE LAS ZONAS DE BOMBEO.	125
4.5.5	NOTAS IMPORTANTES.	126
4.6	INSTALACIÓN Y MEDICIÓN DE LA INSTRUMENTACIÓN CORRESPONDIENTE.	126
4.6.1	REFERENCIAS SUPERFICIALES.	127
4.6.2	TESTIGOS SUPERFICIALES.	127
4.6.3	PLOMEO EN CONSTRUCCIONES DE TRES NIVELES O MÁS.	130
4.6.4	BANCOS DE NIVEL SEMIPROFUNDOS.	131
4.6.5	INCLINÓMETRO.	136
4.6.6	PIEZÓMETRO ABIERTO.	
4.6.7	MEDICIÓN DEL EMPUJE ACTUANTE SOBRE LOS PUNTALES	141
4.6.8	SECCIÓN DE CONVERGENCIA.	142
4.6.9	PALOMAS SOBRE LOS MUROS ESTRUCTURALES DENTRO DEL CAJÓN DE LÍNEA 9.	144
4.6.10	NOTAS IMPORTANTES.	148
4.7	SISTEMA DE DRENAJE EN LOS TRAMOS DE LA LÍNEA 8.	150
4.7.1	GENERALIDADES.	150
4.7.2	DESCRIPCIÓN DE MATERIALES.	151
4.8	ELIMINACIÓN DE FILTRACIONES QUE SE PRESENTARON EN EL TRAMO.	151
4.8.1	DETECCIÓN DE FILTRACIONES.	152
4.8.2	SOLUCIONES PARA CADA CASO.	153
4.8.3	NOTAS IMPORTANTES.	163
4.9	RELLENOS SOBRE EL CAJÓN SUBTERRÁNEO.	164
4.9.1	CALIDAD DEL MATERIAL.	164
4.9.2	EQUIPO DE ACOMODO Y COMPACTACIÓN.	165
4.9.3	PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN.	166
4.9.4	CONTROL DE CALIDAD.	167
4.9.5	NOTAS IMPORTANTES.	168
4.10	CONSTRUCCIÓN Y RESTITUCIÓN DE PAVIMENTOS.	168
4.10.1	PROCESO CONSTRUCTIVO.	168
4.10.2	REQUISITOS DE CALIDAD EN LOS MATERIALES PÉTREOS PARA CONCRETO ASFÁLTICO.	175
4.10.3	PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD Y TOLERANCIA EN LA CONSTRUCCIÓN.	177
4.10.4	NOTAS IMPORTANTES.	177

## CAPÍTULO 5

### PROCEDIMIENTOS ESPECIALES

<b>GENERALIDADES.</b>	181
5.1 PUENTE DE DUCTOS DE ALTA TENSIÓN.	181
5.1.1 PUENTE DE DUCTOS DE CABLES DE ALTA TENSIÓN DE 23KV QUE CRUZAN PERPENDICULARMENTE EL CAJÓN.	181
5.1.2 PUENTE DE DUCTOS DE CABLES DE ALTA TENSIÓN DE 23, 85 Y 230 KV LOCALIZADOS LONGITUDINALMENTE SOBRE EL CAJÓN DEL METRO.	187
5.1.3 NOTAS IMPORTANTES.	189
5.2 COLECTOR JOSÉ SOTERO CASTAÑEDA.	192
5.2.1 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.	192
5.2.2 NOTAS IMPORTANTES.	197
5.3 EXCAVACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE LA GALERÍA DE PUENTE PARA EL DUCTO DE TELMEX.	198
5.3.1 OBSERVACIONES GENERALES.	198
5.3.2 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA GALERÍA (FUERA DE LA ZONA DE PASO VEHICULAR).	200
5.3.3 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA GALERÍA ( EN EL PASO VEHICULAR)	203
5.3.4 CONTROL DE FILTRACIONES.	205
5.3.5 NOTAS IMPORTANTES.	207
5.4 PUENTE DE DUCTOS DE TELÉFONOS DE FIBRA ÓPTICA QUE CRUZAN CON EL CAJÓN DEL METRO.	208
5.4.1 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.	208
5.4.2 ELEMENTOS QUE INTEGRAN LA ESTRUCTURA DEL PUENTE.	208
5.4.3 DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.	209
5.4.4 OBSERVACIONES GENERALES.	210
5.4.5 NOTAS IMPORTANTES.	210
ANEXOS	212
CONCLUSIONES	214
BIBLIOGRAFÍA	220

## PRÓLOGO

LOS DESAFÍOS QUE IMPLICA LA ORGANIZACIÓN DE CUALQUIER CIUDAD, SE MULTIPLICAN CUANDO SE TRANSFORMA EN UNA MEGALÓPOLIS. ÉSTE ES PRECISAMENTE EL CASO DE LA CIUDAD DE MÉXICO, UNA DE LAS MÁS GRANDES DEL MUNDO.

ENTRE LOS MÚLTIPLES PROBLEMAS QUE OCASIONA EL CRECIMIENTO URBANO DESORDENADO, EL DEL TRÁNSITO ES UNO DE LOS MÁS GRAVES POR LA GRAN CANTIDAD DE AUTOMÓVILES QUE CIRCULAN POR LA CIUDAD. LA ZONA METROPOLITANA COMPARTIDA POR EL D.F. CON LOS ESTADOS DE MÉXICO Y MORELOS PLANTEA DESAFÍOS ADICIONALES.

PARA LA SOLUCIÓN DE ESTE PROBLEMA, DENTRO DEL PROGRAMA INTEGRAL DE TRANSPORTE, SE HA VENIDO DESARROLLANDO UN PROCESO DE MODERNIZACIÓN TENDIENTE A MEJORAR LOS SERVICIOS PARA LOS 37 MILLONES DE VIAJES-PERSONA QUE SE REGISTRAN DÍA A DÍA EN ESTA METRÓPOLI.

DE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE QUE SE UTILIZAN EN LA CIUDAD DE MÉXICO, EL METRO ES EL MÁS IMPORTANTE, SIENDO LA COLUMNA VERTEBRAL DEL TRANSPORTE EN LA ZONA METROPOLITANA.

POR TAL MOTIVO, SE HA PLANEADO AMPLIAR LA RED ACTUAL DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO METRO, LLEVANDO A CABO LA CONSTRUCCIÓN DE NUEVAS LÍNEAS HASTA CUMPLIR CON EL OBJETIVO DEL PLAN MAESTRO.

LA LÍNEA DE MÁS RECIENTE CREACIÓN Y DE LA CUAL NOS OCUPAREMOS EN ESTE TEXTO, ES LA LÍNEA 8, LA CUAL COMPRENDE UN TOTAL DE 19 ESTACIONES QUE, RECORRIDAS EN UN SENTIDO DE ORIENTE A PONIENTE, VAN DESDE LA ESTACIÓN "CONSTITUCIÓN DE 1917" HASTA LA ESTACIÓN "GARIBALDI".

ENTRE ESTAS ESTACIONES SE ENCUENTRA EL TRAMO DE ENLACE DE LA ESTACIÓN "LA VIGA" CON LA ESTACIÓN "CHABACANO", SIENDO EL TRAMO DE MAYOR INTERÉS PARA NUESTRO ESTUDIO.

LA SOLUCIÓN ÓPTIMA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ESTE TRAMO FUÉ LA DE CAJÓN SUBTERRÁNEO LA CUAL REQUIRIÓ DE TRES TIPOS DE EXCAVACIÓN COMO SON EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO, EXCAVACIÓN POR CELDAS Y EXCAVACIÓN POR TUNELEO FALSO, QUE SE TRATARÁN EN LOS CAPÍTULOS 1, 2 Y 3 RESPECTIVAMENTE.

EL CAPÍTULO 4 COMPRENDE UNA SERIE DE ESPECIFICACIONES NECESARIAS Y COMUNES PARA LOS CAPÍTULOS ANTERIORES Y QUE COMPLEMENTAN SU PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

EN EL CAPÍTULO 5 SE TRATARÁN ALGUNOS PROCEDIMIENTOS QUE FUERON REQUERIDOS POR LA INTERFERENCIA DE CIERTAS INSTALACIONES MUNICIPALES CON LA CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO Y QUE DEBIDO A SU IMPORTANCIA SE DENOMINARON PROCEDIMIENTOS ESPECIALES.

FINALMENTE, SE ANEXAN PLANOS QUE CONSTITUYEN UN COMPLEMENTO GRÁFICO A LOS PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS MENCIONADOS ANTERIORMENTE.

# INTRODUCCIÓN

UNA VEZ SELECCIONADO EL RECORRIDO DE UNA NUEVA LÍNEA DEL METRO O LA PROLONGACIÓN DE UNA EXISTENTE DENTRO DEL "PROGRAMA MAESTRO DEL METRO", SE PROCEDE A REALIZAR EL PROYECTO GEOMÉTRICO, QUE ES EL ESTUDIO BASE PARA LA ELABORACIÓN DE LOS PROYECTOS ULTERIORES.

EL PROYECTO GEOMÉTRICO ES EL DIMENSIONAMIENTO DE ESPACIOS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES PARA LA LIBRE CIRCULACIÓN DE LOS TRENES EN UNA LÍNEA Y ESTÁ CONSTITUÍDO ESENCIALMENTE POR CUATRO PROYECTOS:

1. PROYECTO DE TRAZO.
2. PROYECTO DE PERFIL.
3. PROYECTO DE GÁLIBOS.
4. PROYECTO DE DIMENSIONAMIENTO Y LOCALIZACIÓN  
DE REJILLAS DE VENTILACIÓN NATURAL.

ESTOS PROYECTOS DEBERÁN ESTAR RELACIONADOS ENTRE SÍ PARA PODER LLEGAR A UNA SOLUCIÓN EN CONJUNTO Y DEPENDERÁN DEL TIPO DE SOLUCIÓN ESTRUCTURAL A UTILIZAR EN CADA TRAMO.

## **PROYECTO DE TRAZO**

EL TRAZO DEFINITIVO DE UNA LÍNEA DEL METRO, DEBERÁ SER EL RESULTADO DE LOS ANÁLISIS Y ESTUDIOS DE CADA UNO DE LOS ELEMENTOS IMPLICADOS EN LA SOLUCIÓN A LOS PROBLEMAS QUE GENERARÁ LA RUTA A SEGUIR; ENTRE OTROS:

- EL CRUCE CON INSTALACIONES MUNICIPALES O ESPECIALES  
(DUCTOS DE GAS, DE ALTA TENSIÓN, ETC.)
- ASENTAMIENTOS HUMANOS.
- TRÁNSITO VEHICULAR.
- CONDICIONES DE SUBSUELO.
- AFECTACIONES.
- TOPOGRAFÍA DEL TERRENO.

ASÍ COMO LOS PROBLEMAS QUE PLANTEAN LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL PROPIO SISTEMA. (VELOCIDAD, SEGURIDAD Y CONFORT AL USUARIO).

LAS CONDICIONES QUE SE DEBEN CUMPLIR PARA LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO DE TRAZO, SON LOS SIGUIENTES:

- A. LOCALIZACIÓN DE TANGENTES.
- B. CURVAS CIRCULARES SIMPLES.
- C. CURVAS CIRCULARES CON CLOTOIDES DE TRANSICIÓN.
- D. RESTRICCIONES DE CURVATURA.
- E. RESTRICCIONES DE ALINEAMIENTO.
- F. CADENAMIENTOS.
- G. REFERENCIACIÓN DE TRAZO.
- H. VÍAS DE ENLACE.
- I. TRAZO EN DEPÓSITOS Y TALLERES.

### **PROYECTO DE PERFIL.**

EL PROYECTO VERTICAL, PARTE INTEGRANTE DEL ANÁLISIS GEOMÉTRICO EN LAS LÍNEAS DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO, ES EL QUE DEFINE LA POSICIÓN QUE DEBERÁ TENER EL PERFIL PARA LIBRAR LAS DIFERENTES INTERFERENCIAS EXISTENTES, Y PLANTEA LAS NECESIDADES PARA LAS OBRAS FUTURAS. DEBERÁ TOMARSE EN CUENTA QUE EL PROYECTO PROPORCIONE CONFORT AL USUARIO, CONSERVACIÓN DEL MATERIAL RODANTE Y FACILIDAD EN LAS ETAPAS CONSTRUCTIVAS.

### **TIPOS DE SOLUCIÓN.**

PARA ESTUDIAR Y DEFINIR EL TIPO DE SOLUCIÓN ÓPTIMA, SE REQUIERE LA SIGUIENTE INFORMACIÓN:

1. TRAZO.
2. PERFIL ESTRATIGRÁFICO SOBRE EL TRAZO.
3. INSTALACIONES MUNICIPALES COMO SON LOS COLECTORES Y TUBERÍAS DE AGUA POTABLE.
4. LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTO VOLTAJE DE LA C. F. E.
5. DUCTOS DE PETRÓLEOS MEXICANOS.
6. CRUCE CON LÍNEAS DEL METRO ACTUALES Y FUTURAS.
7. VÍAS DE FERROCARRIL.
8. SOLUCIONES VIALES.

EN LA DECISIÓN DEL TIPO DE SOLUCIÓN, ES NECESARIA LA INTERVENCIÓN DE LAS DIFERENTES ESPECIALIDADES, PARA QUE EN CONJUNTO SE DETERMINE LA MÁS CONVENIENTE PARA CADA TRAMO.

EXISTEN 4 TIPOS DE SOLUCIÓN (FIGURA No. 1):

- A. SUPERFICIAL.
- B. VIADUCTO ELEVADO.
- C. CAJÓN SUBTERRANEO.
- D. TÚNEL.

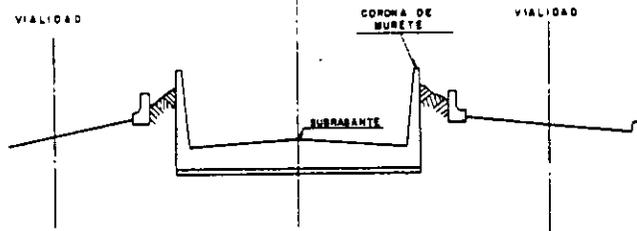
**PROYECTO DE GÁLIBOS.**

ESTE PROYECTO TIENE COMO OBJETIVO DEFINIR LA GEOMETRÍA DE LA ESTRUCTURA QUE PERMITIRÁ EL PASO DEL EQUIPO RODANTE Y DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN, ASÍ COMO DE LAS INSTALACIONES NECESARIAS PARA EL BUEN FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.

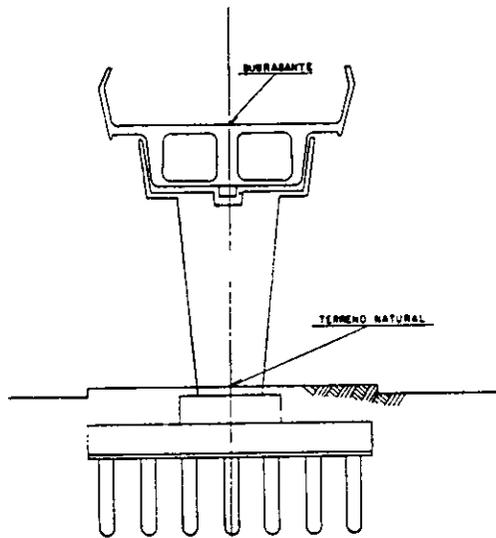
EL GÁLIBO ES EL ESPACIO LIBRE QUE SE REQUIERE PARA LA CIRCULACIÓN DEL MATERIAL RODANTE, SU SISTEMA DE VÍAS E INSTALACIONES ELECTROMECAÑICAS.

EL PROYECTO DE GÁLIBOS DEBE SER EL RESULTADO DEL ESTUDIO Y ANÁLISIS DE CADA UNO DE LOS ESPACIOS REQUERIDOS POR EL TREN PARA SU OPERACIÓN; ESTOS ESTUDIOS SON LOS SIGUIENTES:

- A) ESPECIFICACIONES DE TRAZO-PERFIL Y OPERACIÓN.
- B) DIMENSIONAMIENTO ESTÁTICO Y DINÁMICO DEBIDO AL TREN.
- C) SISTEMA DE VÍA.
- D) ELEMENTOS DE INSTALACIONES ELECTROMECAÑICAS,  
HIDRÁULICAS Y VENTILACIÓN.
- E) TIPO DE SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA DEL TRAMO.

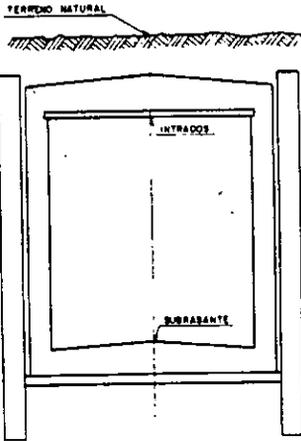


(a) Sección tipo superficial

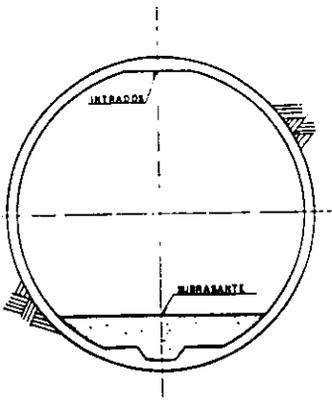


(b) Sección tipo elevado

FIGURA No. 1-A



(a) Sección tipo cajón subterráneo



(b) Sección tipo túnel con escudo

PARA LA SOLUCIÓN EN CAJÓN SUBTERRÁNEO SE DEBERÁ RESPETAR UN ESPACIO PARA LA CIRCULACIÓN DEL TREN, MÁS EL EQUIPAMIENTO PARA LAS DIFERENTES INSTALACIONES, TALES COMO SEÑALES, CHAROLAS PARA CABLEADO, ETC. ADEMÁS, LA DISTANCIA ENTRE EL TECHO DEL TREN Y EL PAÑO INTERIOR DEL TECHO DE LA ESTRUCTURA ESTARÁ REGIDA POR EL RADIO QUE CIRCUNSCRIBE LA SECCIÓN ESTRUCTURAL. EN NINGUNO DE LOS CASOS EL GÁLIBO VERTICAL DEBERÁ SER MENOR DE 4.90 m MEDIDO DEL NIVEL DE SUBRASANTE AL NIVEL DE INTRADOS.

***PROYECTO DE DIMENSIONAMIENTO Y LOCALIZACIÓN DE REJILLAS DE VENTILACIÓN.***

LA VENTILACIÓN TIENE COMO FIN REEMPLAZAR EL AIRE CONTAMINADO Y SOBRECALENTADO, CON AIRE FRESCO DEL EXTERIOR Y EVITAR EL MALESTAR DEBIDO A LA HUMEDAD CONDENSADA, DANDO CONFORT AL USUARIO. SI LA TEMPERATURA DEL AIRE INTERIOR ES SUPERIOR A LA TEMPERATURA AMBIENTE Y SI EXISTE UNA COMUNICACIÓN CON EL EXTERIOR, SE PRODUCE ESPONTÁNEAMENTE LA VENTILACIÓN NATURAL.

CUANDO NO HAY REGULACIÓN, LA ENTRADA DEL AIRE SE EFECTÚA AL AZAR; PARA EVITAR ESTO, DENTRO DE LAS ETAPAS INHERENTES AL PROYECTO GEOMÉTRICO ESTÁ EL ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS ÁREAS DE VENTILACIÓN.

SISTEMA DE VENTILACIÓN.

EN LA SOLUCIÓN EN CAJÓN SUBTERRÁNEO DEL METRO SE TIENEN DOS SISTEMAS DE VENTILACIÓN:

**A) VENTILACIÓN MECÁNICA . CONSISTE EN LA INSTALACIÓN DE VENTILADORES QUE EXTRAEN EL AIRE DEL INTERIOR O INYECTAN AIRE DEL EXTERIOR (FIGURA No. 2). LAS PARTES MÁS IMPORTANTES DE ESTE SISTEMA SON:**

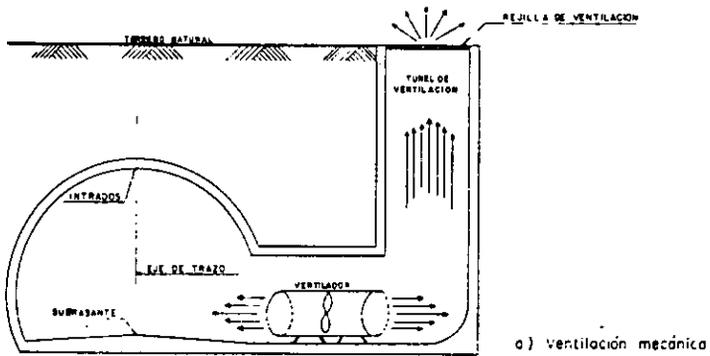
- 1. LOCAL PARA INSTALACIÓN DE EQUIPO DE VENTILADORES.**
- 2. TÚNEL DE CONEXIÓN.**
- 3. TÚNEL DE VENTILACIÓN.**

**B) VENTILACIÓN NATURAL. CONSISTE EN APROVECHAR EL EFECTO DE ÉMBOLO QUE TIENE EL TREN AL CIRCULAR POR EL TÚNEL, PRODUCIDO PRINCIPALMENTE POR EL AUMENTO DE PRESIÓN QUE SE GENERA EN LA PARTE DELANTERA DEL CONVOY AL MOMENTO DE CIRCULAR, PERMITIENDO LA EXPULSIÓN DEL AIRE Y A SU VEZ EN LA PARTE POSTERIOR DEL MISMO CONVOY OCURRE UNA DISMINUCIÓN DE PRESIÓN, LO QUE PROVOCA UNA SUCCIÓN DE AIRE (FIGURA No. 2).**

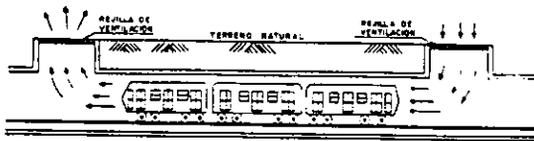
**LA VENTILACIÓN NATURAL PUEDE SER DE LOS DOS SIGUIENTES TIPOS:**

**A) REJILLAS DE VENTILACIÓN LATERAL. COMO SU NOMBRE LO INDICA SE UBICA A UNO DE LOS EXTREMOS DEL CAJÓN DEL METRO.**

**B) REJILLAS DE VENTILACIÓN CENITAL. ES LA QUE SE LOCALIZA ARRIBA DE LA ESTRUCTURA PRINCIPAL DEL CAJÓN DEL METRO Y ESTARÁ PROVISTA DE UNA CHAROLA DE PROTECCIÓN QUE EVITA EL PASO DEL AGUA PLUVIAL Y DE OBJETOS QUE PUEDAN CAER SOBRE LAS VÍAS ENERGIZADAS.**



a) Ventilación mecánica



b) Ventilación natural

Fig 06-1 Sistemas de ventilación

FIGURA No. 2

## **MECÁNICA DE SUELOS.**

UNA DE LAS RAMAS DE LA INGENIERÍA CIVIL QUE MÁS INFLUYE EN LA ELECCIÓN DEL TIPO DE SOLUCIÓN ES LA MECÁNICA DE SUELOS, YA QUE LAS ESPECIFICACIONES DE DISEÑO PARA LAS ESTRUCTURAS DEL METRO, DEBEN TOMAR EN CUENTA LOS MÉTODOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS MÁS ACTUALIZADOS DE LA MECÁNICA DE SUELOS PARA SER APLICADOS EN LOS TRES TIPOS PRINCIPALES DE SUELOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO, COMO SON LOS SUELOS ARCILLOSOS COMPRESIBLES DE LA ZONA DE LAGO, LOS SUELOS ARENOSOS COMPACTOS Y ROCA EN LA ZONA DE LOMAS, Y UNA COMBINACIÓN DE AMBOS EN LA ZONA DE TRANSICIÓN.

LAS ESPECIFICACIONES CUBREN TANTO LA EXPLORACIÓN, EL MUESTRO EN CAMPO Y LOS ENSAYES DE LABORATORIO, COMO EL DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN PARA LAS DIFERENTES SOLUCIONES DEL METRO Y DE LAS ESTRUCTURAS AFINES, LAS EXCAVACIONES, LOS RELLENOS Y TERRAPLENES, LOS PAVIMENTOS, LOS TÚNELES Y LUMBRERAS, Y LA INSTRUMENTACIÓN PARA CONTROL DEL COMPORTAMIENTO DE LAS OBRAS DURANTE SU CONSTRUCCIÓN Y DURANTE SU VIDA ÚTIL.

### **TRAMO LA VIGA - CHABACANO**

LAS ESPECIFICACIONES MENCIONADAS ANTERIORMENTE SE DEBEN CUMPLIR PARA LA REALIZACIÓN DE TODOS LOS PROYECTOS DE LÍNEAS DE METRO, Y LA LÍNEA 8 NO FUÉ LA EXCEPCIÓN, YA QUE UNA VEZ SELECCIONADO SU RECORRIDO (FIGURA No. 3), SE PROCEDIÓ A REALIZAR EL PROYECTO GEOMÉTRICO PARA TODAS LAS ESTACIONES Y TRAMOS COMPRENDIDOS EN LA LÍNEA DE METRO.

# SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO RED del METRO

SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO

CIUDAD DE MÉXICO

CIUDAD DE MÉXICO DDF

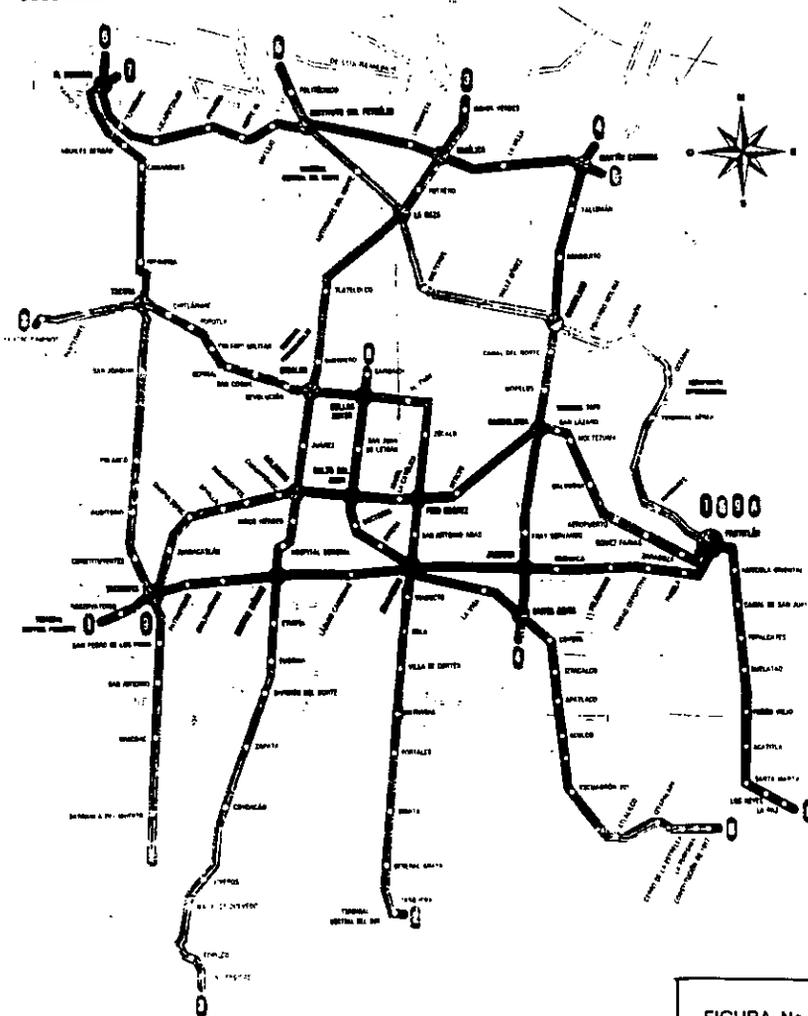


FIGURA No 3

UNO DE LOS TRAMOS DE ESTA LÍNEA ES EL COMPRENDIDO ENTRE LAS ESTACIONES LA VIGA - CHABACANO (FIGURA No. 4), EN DONDE UNA VEZ REALIZADOS LOS ESTUDIOS ANTERIORES SE LLEGÓ A LA CONCLUSIÓN DE QUE LA SOLUCIÓN ÓPTIMA PARA SU CONSTRUCCIÓN ERA LA DE CAJÓN SUBTERRANEO MEDIANTE TRES TIPOS DE EXCAVACIÓN DE ACUERDO AL TIPO DE TERRENO Y A LAS CONDICIONES DADAS EN CADA UNO DE LOS SUBTRAMOS COMPRENDIDOS EN ESTA ZONA.

LOS TIPOS DE EXCAVACIÓN SON LOS QUE SE MUESTRAN EN LA FIGURA No. 4 Y QUE A CONTINUACIÓN SE MENCIONAN:

1. EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO
2. EXCAVACIÓN POR CELDAS
3. EXCAVACIÓN POR TUNELEO FALSO

EN LOS CADENAMIENTOS DEL 14 + 400.148 AL 14 + 057.900 Y DEL 13 + 692.000 AL 13 + 586.891, LA CONSTRUCCIÓN DEL CAJÓN DEL METRO SE LLEVÓ A CABO MEDIANTE UNA EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO.

EN LOS CADENAMIENTOS DEL 14 + 057.900 AL 13 + 692.000, ADEMÁS DE LA VÍA DE ENLACE, LA CONSTRUCCIÓN SE REALIZÓ MEDIANTE UNA EXCAVACIÓN POR CELDAS, EXCLUYENDO LA ZONA DEL CRUCE DE LA LÍNEA 8 CON LA LÍNEA 9, CUYA EXCAVACIÓN SE REALIZÓ POR TUNELEO FALSO.

UNA EXPLICACIÓN DETALLADA DE LOS PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS DEL CAJÓN DEL METRO CON ESTOS TIPOS DE EXCAVACIÓN, SE DARÁ UNO A UNO EN LOS CAPÍTULOS SUBSECUENTES.



**CAPITULO 1**  
**EXCAVACION A CIELO ABIERTO**  
**(SOLUCION A)**

# **CAPÍTULO 1**

## **PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO MEDIANTE EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO.**

UNO DE LOS MÉTODOS DE EXCAVACIÓN SELECCIONADO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO LA VIGA - CHABACANO DE LA LÍNEA 8 DEL METRO , ES LA EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO, CUYO PROCESO SE DESCRIBE A CONTINUACIÓN.

### **GENERALIDADES.**

LA EXCAVACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS SUBTRAMOS COMPRENDIDOS ENTRE LOS CADENAMIENTOS DEL 14 + 400.148 AL 14 + 057.900 Y DEL 13 + 692.000 AL 13 + 586.891 , SE EFECTUÓ A CIELO ABIERTO Y POR ETAPAS LIMITADAS POR UNA ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN CONSTITUIDA POR MUROS TABLESTACA ESTRUCTURALES DE CONCRETO, ARMADOS Y COLADOS EN SITIO Y POR TALUDES EN EL FRENTE DE AVANCE DE LA EXCAVACIÓN.

### **PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.**

#### **1.1. CONSTRUCCIÓN DE MUROS TABLESTACA.**

LA CONSTRUCCIÓN DE LOS BROCALES QUE SIRVIERON COMO GUÍA PARA LA EXCAVACIÓN DE LAS ZANJAS EN LAS QUE SE CONSTRUYERON LOS MUROS TABLESTACA, SE REALIZÓ DE ACUERDO CON LO INDICADO EN LA ESPECIFICACIÓN GENERAL CORRESPONDIENTE Y DE ACUERDO A LO INDICADO EN EL ANEXO C.

LAS RAMAS VERTICALES O FALDONES DE LOS BROCALES, QUE SIRVIERON COMO GUÍA PARA LA EXCAVACIÓN Y COLADO DE LOS MUROS TABLESTACA SE CONSTRUYERON HASTA UNA PROFUNDIDAD TAL QUE EXISTÍA UN TRASLAPE ENTRE EL REMATE DE LA TABLESTACA Y EL FALDÓN.

LOS BROCALES SE CONSTRUYERON EN LAS ZONAS JARDINADAS Y DE AFECTACIONES. EN LAS ZONAS DONDE EXISTÍA PAVIMENTO, LA CONSTRUCCIÓN DE LOS BROCALES ESTUVO SUPEDITADA A JUICIO DE LA SUPERVISIÓN.

ANTES DE INICIAR LA EXCAVACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE LOS MUROS TABLESTACA, SE EFECTUARON LOS DESVÍOS CORRESPONDIENTES A LAS INSTALACIONES MUNICIPALES DE ESTE TRAMO. LAS ATARJEAS Y COLECTORES QUE QUEDARON FUERA DE SERVICIO, FUERON EXTRAÍDOS, O EN SU CASO, FUERON TAPONEADOS PARA EVITAR LA PÉRDIDA DEL LODO BENTONÍTICO DURANTE LA EXCAVACIÓN DE LA ZANJA PARA MUROS TABLESTACA, O APORTACIONES DE AGUA DURANTE LA EXCAVACIÓN DEL NÚCLEO.

PARA LA ESTABILIDAD DE LAS ZANJAS DURANTE EL PROCESO DE EXCAVACIÓN, SE UTILIZÓ LODO BENTONÍTICO QUE CUMPLIÓ CON LAS PROPIEDADES INDICADAS EN LA ESPECIFICACIÓN COMPLEMENTARIA (CAPÍTULO 4.3).

#### ***1.2. ABATIMIENTO DEL NIVEL FREÁTICO.***

ANTES DE INICIAR LA EXCAVACIÓN DE CUALQUIER ETAPA, FUÉ NECESARIO ABATIR EL NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS, PARA ELLO SE INSTALARON POZOS DE BOMBEO DE ACUERDO CON LO DESCRITO EN LA ESPECIFICACIÓN COMPLEMENTARIA.

LA UBICACIÓN, DISTRIBUCIÓN Y PROFUNDIDAD DE LOS POZOS DE BOMBEO, SE INDICAN EN LA ESPECIFICACIÓN COMPLEMENTARIA (CAPÍTULO 4.5)

EL BOMBEO SE INICIÓ CUANDO ESTUVIERON CONSTRUÍDOS LOS MUROS TABLESTACA CORRESPONDIENTES A LA ZONA POR BOMBLEAR EN UNA DISTANCIA MÍNIMA DE 50.00 m MEDIDOS A PARTIR DEL HOMBRO DEL TALUD; Y SE SUSPENDIÓ EN CADA POZO UNA VEZ TERMINADO EL COLADO DE LA LOSA DE PISO CORRESPONDIENTE, EXCEPTO EN LOS POZOS QUE SE LOCALIZABAN EN LA ZONA DE INFLUENCIA DE ETAPAS SUBSECUENTES POR ATACAR.

### **1.3 OBSERVACIONES GENERALES.**

1. ANTES DE INICIAR LA EXCAVACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO, SE EFECTUARON LOS DESVÍOS CORRESPONDIENTES DE LAS INSTALACIONES MUNICIPALES QUE INTERFERÍAN CON DICHA EXCAVACIÓN, DE ACUERDO CON EL PROYECTO DEL DEPARTAMENTO DE OBRAS HIDRÁULICAS CORRESPONDIENTE.

2. EN LA ZONA DONDE CRUZABA EL COLECTOR DE 1.22 m DE DIÁMETRO, EN LA CALLE SOTERO CASTAÑEDA, EL SIFÓN DE DESVÍO DEBIÓ ESTAR CONSTRUÍDO PARA PODER CONTINUAR CON LA ESTRUCTURACIÓN DEL CAJÓN.

3. EN LAS ZONAS DONDE EXISTÍAN CABLES DE ALTA TENSIÓN, ESTOS SE PUENTEARON DE LA MANERA COMO SE INDICA EN LA ESPECIFICACIÓN ESPECIAL (CAPÍTULO 5.1), A EXCEPCIÓN DEL QUE SE LOCALIZABA EN LA CALLE JOSÉ SOTERO CASTAÑEDA, EL CUAL TRATAREMOS MÁS ADELANTE.

4. LAS TUBERÍAS DE AGUA POTABLE QUE EXISTÍAN ENTRE EL PARAMENTO Y EL MURO TABLESTACA DEL CAJÓN, SE DESVIARON PROVISIONALMENTE HACIA LA SUPERFICIE (BANQUETA) DURANTE EL TIEMPO QUE SE TARDÓ LA CONSTRUCCIÓN DEL CAJÓN DEL METRO EN ESTA ZONA. LO ANTERIOR FUÉ CON EL FIN DE EVITAR UNA POSIBLE RUPTURA DE ÉSTAS DURANTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO, LO CUAL HUBIESE ACARREADO PROBLEMAS EN LA EXCAVACIÓN.

5. LA BERMA DE LOS TALUDES DE AVANCE SE PROTEGIÓ DURANTE LAS LLUVIAS CON UNA MEMBRANA IMPERMEABLE EN UNA LONGITUD DE 15.00 m; ASIMISMO ESTA MEMBRANA SE PROTEGIÓ PARA QUE NO FUESE DAÑADA CON LA CIRCULACIÓN DEL EQUIPO DE EXCAVACIÓN.

6. LA EXCAVACIÓN DE ESTE SUBTRAMO SE INICIÓ A PARTIR DEL SIFÓN SOTERO CASTAÑEDA, TANTO AL ORIENTE COMO AL PONIENTE, CON LA RESTRICCIÓN QUE PARA EXCAVAR A AMBOS LADOS DEL COLECTOR, SE TENÍAN DE UN LADO TRES ETAPAS DE EXCAVACIÓN CON LOSA DE FONDO COLADA DE ADELANTO CON RESPECTO AL OTRO.

7. EL AVANCE MÁXIMO DE LAS ETAPAS DE EXCAVACIÓN, INCLINACIÓN DEL TALUD EN EL SENTIDO DE AVANCE Y LONGITUD DE LAS BERMAS, FUERON LAS QUE SE INDICAN A CONTINUACIÓN Y POR NINGÚN MOTIVO FUERON ALTERADAS( FIGURA No. 1.1).

CADENAMIENTOS	LONGITUD ETAPAS	TALUD (HOR-VER)	ALTURA BERMA	LONGITUD
14 + 400.148 AL 14 + 125.000	4.00 m	1:1	2.00 m	20.00 m
14 + 125.000 AL 14 + 057.900	4.00 m	1:1	3.00 m	20.00 m
13 + 692.000 AL 13 + 586.891	3.00 m	1:1	3.00 m	20.00 m

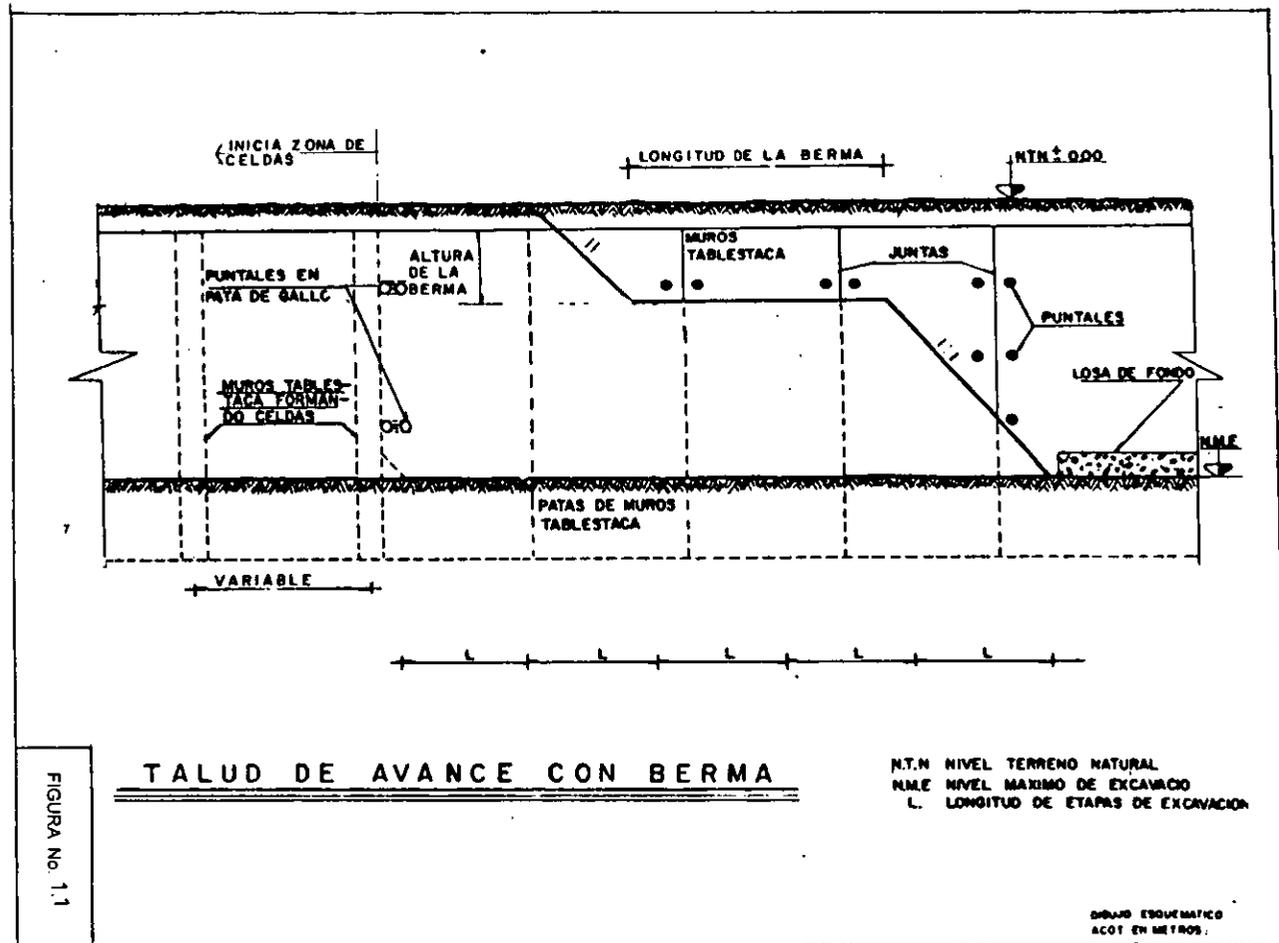


FIGURA No. 1.1

#### **1.4 EXCAVACIÓN , APUNTALAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN.**

LA EXCAVACIÓN, COLOCACIÓN DE PUNTALES Y CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL CAJÓN DEL METRO, SE EFECTUÓ EN LA FORMA QUE SE DESCRIBE A CONTINUACIÓN, PARA CADA UNA DE LAS ETAPAS DE EXCAVACIÓN CORRESPONDIENTE .

SE INICIÓ LA EXCAVACIÓN A PARTIR DEL NIVEL DEL TERRENO NATURAL Y SE SUSPENDIÓ CUANDO ÉSTE ALCANZÓ 30 cm ABAJO DEL PRIMER NIVEL DE PUNTALES, PROCEDIENDO INMEDIATAMENTE A COLOCAR DICHO NIVEL EN SUS ELEVACIONES CORRESPONDIENTES, SEGÚN SE MUESTRA EN LA FIGURA No. 1.2.

LOS PUNTALES SE COLOCARON POR PARES, SEPARADOS ENTRE SÍ 3.00 m DE DISTANCIA CENTRO A CENTRO DE MANERA QUE QUEDARAN SIMETRICAMENTE COLOCADOS CON RESPECTO A LAS JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN DE LOS MUROS, EXCEPTO LOS PUNTALES QUE SE COLOCARON EN ZANJA, LOS CUALES ESTUVIERON SEPARADOS ENTRE SÍ 1.00 m . TODOS LOS PUNTALES SE COLOCARON CON UNA PRECARGA DE 30 TON.

CONCLUÍDO LO ANTERIOR, SE CONTINUÓ CON LA EXCAVACIÓN HASTA 30 cm ABAJO DEL SEGUNDO NIVEL DE PUNTALES, PARA PROCEDER DE INMEDIATO A SU INSTALACIÓN.

SE PROSIGUIÓ CON LA EXCAVACIÓN HASTA 30 cm ABAJO DEL TERCER NIVEL DE PUNTALES, PROCEDIENDO DE INMEDIATO A COLOCARLO EN LA ELEVACIÓN QUE SE INDICA EN LA FIGURA MENCIONADA ANTERIORMENTE. COLOCADO EL TERCER NIVEL DE PUNTALES, SE RETIRÓ EL SEGUNDO NIVEL, Y SE CONTINUÓ EXCAVANDO

HASTA ACANZAR EL NIVEL DE PROYECTO. EL TIEMPO MÁXIMO A EMPLEAR EN LA EXCAVACIÓN Y COLOCACIÓN DE LOS PUNTALES, NO EXCEDIÓ DE 12 HORAS.

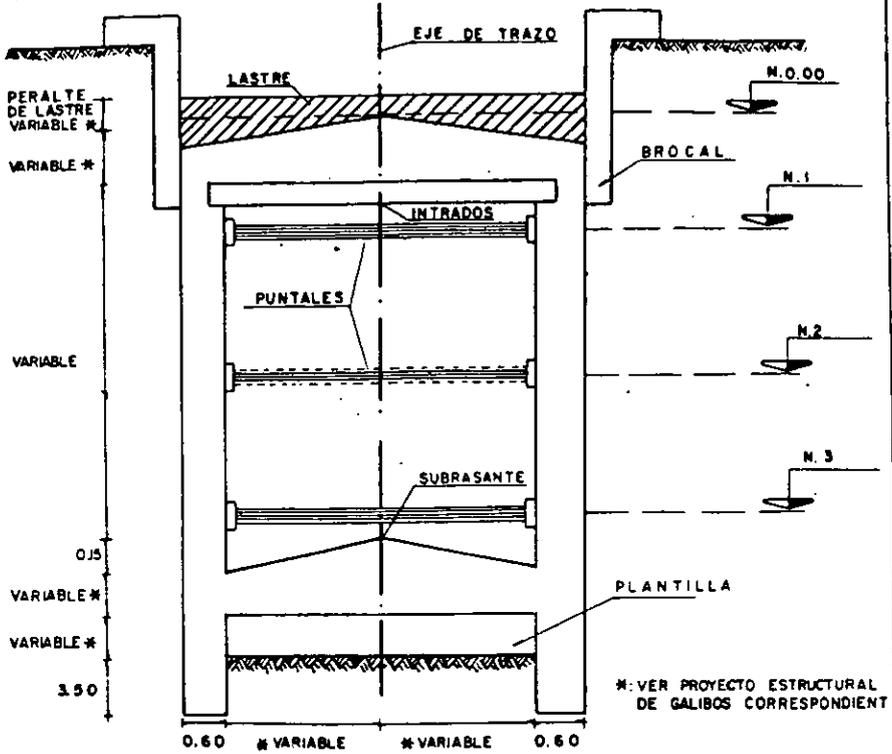
UNA VEZ ALCANZADA LA MÁXIMA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN, SE PROCEDIÓ DE INMEDIATO A COLAR UNA PLANTILLA DE CONCRETO SIMPLE PROVISTA CON UN ADITIVO ACELERANTE DE FRAGUADO DE LAS DIMENSIONES QUE SE INDICAN EN LA FIGURA No. 1.2. EL COLADO DE LA PLANTILLA, SE EFECTUÓ EN UN TIEMPO MÁXIMO DE 4 HORAS, CONTADAS A PARTIR DEL MOMENTO EN QUE SE ALCANZÓ EL NIVEL MÁXIMO DE EXCAVACIÓN DE LA ETAPA CORRESPONDIENTE.

DOS HORAS DESPUÉS DE CONCLUIDO EL COLADO DE LA PLANTILLA, SE PROCEDIÓ A EFECTUAR EL ARMADO Y COLADO DE LA LOSA DE PISO. EL TIEMPO MÁXIMO A TRANSCURRIR PARA EL ARMADO Y COLADO DE LA LOSA DE PISO FUÉ DE 8 HORAS CONTADAS A PARTIR DEL MOMENTO DE HABER CONCLUIDO EL COLADO DE LA PLANTILLA. VEINTICUATRO HORAS DESPUÉS DE COLADA LA LOSA DE FONDO, SE RETIRÓ EL TERCER NIVEL DE PUNTALES.

LA EXCAVACIÓN DE LA SIGUIENTE ETAPA SE INICIÓ UNA VEZ TERMINADO EL COLADO DE LA LOSA DE PISO DE LA ETAPA ANTERIOR.

UNA VEZ PREPARADOS LOS MUROS TABLESTACA ESTRUCTURALES PARA RECIBIR EL SISTEMA DE TECHO, SE PROCEDIÓ CON LA COLOCACIÓN DE LAS TABLETAS QUE CONSTITUYERON LA LOSA DE TECHO Y POSTERIORMENTE SE EFECTUÓ EL ARMADO Y COLADO DEL FIRME DE COMPRESIÓN; Y VEINTICUATRO HORAS DESPUÉS DE COLADO ÉSTE, SE RETIRÓ EL PRIMER NIVEL DE PUNTALES Y SE COLÓ UN LASTRE DE CONCRETO POBRE SOBRE DE ESTE FIRME DE ACUERDO A LO INDICADO EN LA TABLA DE LA FIGURA No. 1.2.

**APUNTALAMIENTO ENTRE LOS CADENAMIENTOS  
14 + 400.148 AL 14 + 137.000 Y 13 + 596.190 AL 13 + 586.891**



CADENAMIENTOS	PUNTALES			TIPOS DE PUNTALES			PERALTE DEL LASTRE	PLANTILLA
	N.1	N.2	N.3	N.1	N.2	N.3		
14 + 400.148 AL 14 + 345.434	-1.45	-3.60	-5.75	Ø=16", C.40	Ø=16", C.40	Ø=16", C.30	0.60m	0.10m
14 + 345.434 AL 14 + 334.098	-1.30	-3.45	-5.60	Ø=14", C.40	Ø=14", C.40	Ø=16", C.40	0.55m	0.40m
14 + 334.098 AL 14 + 348.898	-1.55	-3.30	-4.95	Ø=16", C.40	Ø=16", C.40	Ø=18", C.30	0.65m	0.40m
14 + 348.898 AL 14 + 300.395	-1.05	-3.20	-5.35	Ø=10", C.40	Ø=10", C.40	Ø=12", C.40	—	0.60m
14 + 300.395 AL 14 + 295.195	-1.35	-3.30	-5.35	Ø=10", C.40	Ø=10", C.40	Ø=12", C.40	—	0.60m
14 + 295.195 AL 14 + 267.915	-1.05	-3.20	-5.35	Ø=10", C.40	Ø=10", C.40	Ø=12", C.40	—	0.60m
14 + 267.915 AL 14 + 262.715	-1.35	-3.30	-5.35	Ø=10", C.40	Ø=10", C.40	Ø=12", C.40	—	0.60m
14 + 262.715 AL 14 + 185.647	-1.14	-3.41	-5.69	Ø=12", C.40	Ø=12", C.40	Ø=12", C.40	—	0.65m
14 + 185.647 AL 14 + 151.633	-1.25	-3.45	-5.55	Ø=12", C.40	Ø=12", C.40	Ø=14", C.40	0.55m	0.60m
14 + 151.633 AL 14 + 137.000	-1.26	-3.50	-5.80	Ø=12", C.40	Ø=12", C.40	Ø=12", C.40	0.60m	0.55m
13 + 586.891 AL 13 + 596.190	-1.15	-3.30	-5.45	Ø=12", C.40	Ø=12", C.40	Ø=12", C.40	0.80m	0.10m

FIGURA No. 1.2

EL MATERIAL DE RELLENO SE COLÓCÓ CUANDO EL FIRME DE COMPRESIÓN ALCANZÓ LA RESISTENCIA MÍNIMA ESPECIFICADA. POSTERIORMENTE AL RELLENO, SE PROCEDIÓ A RESTITUIR LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO DE ACUERDO CON LO INDICADO EN LA ESPECIFICACIÓN COMPLEMENTARIA (CAP. 4.10) HASTA ALCANZAR LOS NIVELES DE RASANTE DE PROYECTO DE LA VIALIDAD QUE SE TRATABA.

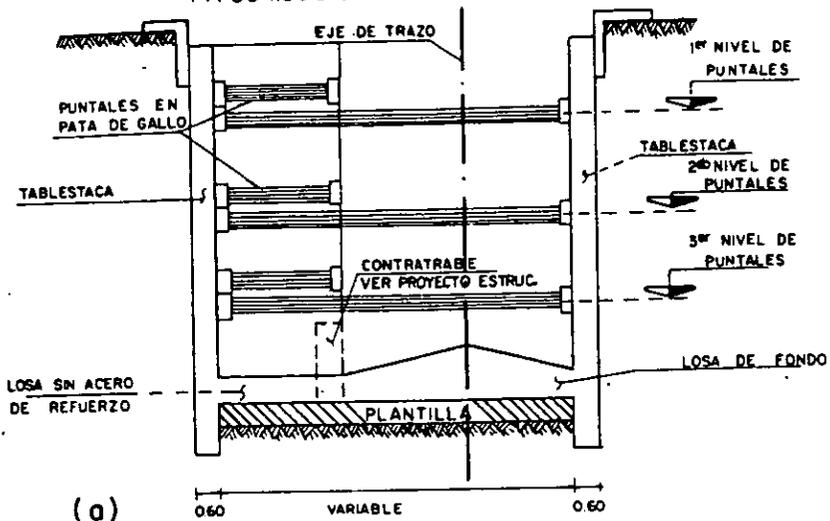
### **1.5 REJILLAS DE VENTILACIÓN**

EN ESTA ZONA EN PARTICULAR, PARA PODER RETIRAR EL TERCER NIVEL DE PUNTALES A LAS VEINTICUATRO HORAS DE HABER COLADO LA LOSA DE PISO DEL CAJÓN, SE DEBIÓ CONTINUAR EL COLADO DE ÉSTA HASTA LA ZONA DE LA REJILLA, SÓLO QUE EN ESTE COLADO NO SE CONTÓ CON ACERO DE REFUERZO ( FIGURA No 1.3a).

EN LA LOSA DE FONDO SE DEJARON LAS PREPARACIONES PARA EL ARMADO DE LA CONTRATRABE DE LA GALERÍA DE VENTILACIÓN Y, VEINTICUATRO HORAS DESPUÉS DE COLADA LA LOSA DE FONDO, SE PROCEDIÓ AL ARMADO, CIMBRADO Y COLADO DE LA CONTRATRABE DE LA REJILLA DE VENTILACIÓN PARA QUE 24 HORAS MÁS TARDE, SE PROCEDIERA A COLOCAR UN LASTRE DE CONCRETO POBRE, EN EL ESPACIO COMPRENDIDO ENTRE ÉSTA Y EL MURO TABLESTACA HASTA UNA ALTURA IGUAL AL LECHO INFERIOR DE LA LOSA DE PISO DE LA GALERÍA DE VENTILACIÓN (FIGURA No 1.3b).

EL RESTO DE LA ESTRUCTURACIÓN DEL CAJÓN, ASÍ COMO LA COLOCACIÓN DEL LASTRE SOBRE LA LOSA DE TECHO, RELLENOS Y RESTITUCIÓN DE PAVIMENTO, SE HIZO SIGUIENDO LO INDICADO EN EL INCISO 1.4 DE ESTE ESCRITO.

**ESTRUCTURACION EN ZONA DE REJILLA**  
 14+334.098 al 14+318.898



(a)

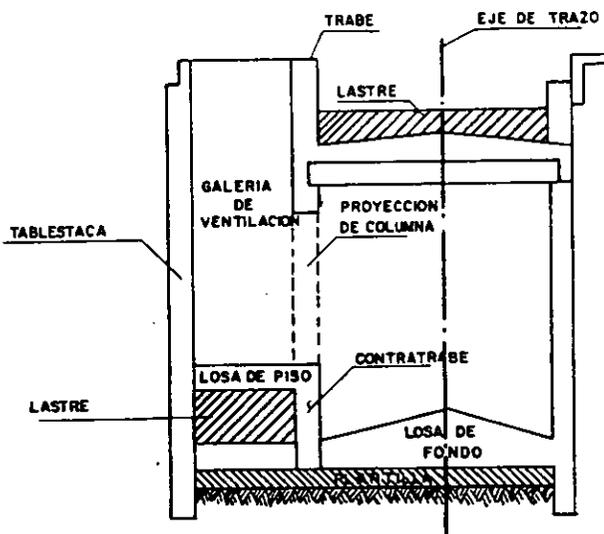


FIGURA No 1.3

**1.6 ZONA DE CRUCE CON EL COLECTOR DE 1.22 m DE DIÁMETRO Y SU ESTRUCTURA DE DESVÍO (SIFÓN).**

LA EXCAVACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL CAJÓN DEL METRO EN ESTA ZONA, SE LLEVÓ A CABO SIGUIENDO LOS LINEAMIENTOS QUE A CONTINUACIÓN SE DESCRIBEN:

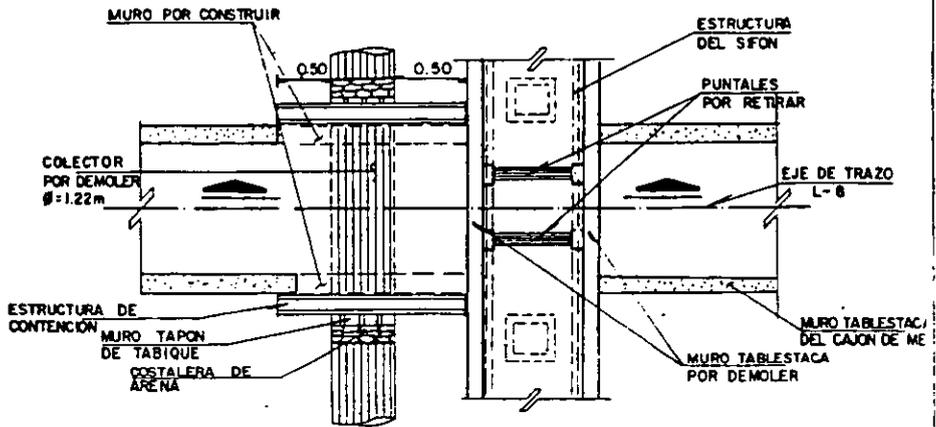
1. UNA VEZ CONCLUÍDA LA EXCAVACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL SIFÓN DE DESVÍO, SE EXCAVARON LAS ZONAS ADYACENTES A SU ESTRUCTURA PARA CONSTRUIR EL CAJÓN DEL METRO Y SE RETIRARON LOS PUNTALES UNA VEZ QUE ÉSTA ALCANZÓ SU NIVEL DE APLICACIÓN.

2. CONFORME SE FUERON RETIRANDO LOS PUNTALES, SE PUDO REALIZAR LA DEMOLICIÓN DE LOS MUROS TABLESTACA QUE SIRVIERON COMO ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN PARA LA EXCAVACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL SIFÓN DE DESVÍO DEL COLECTOR DE 1.22 m DE DIÁMETRO (FIGURA No. 1.4).

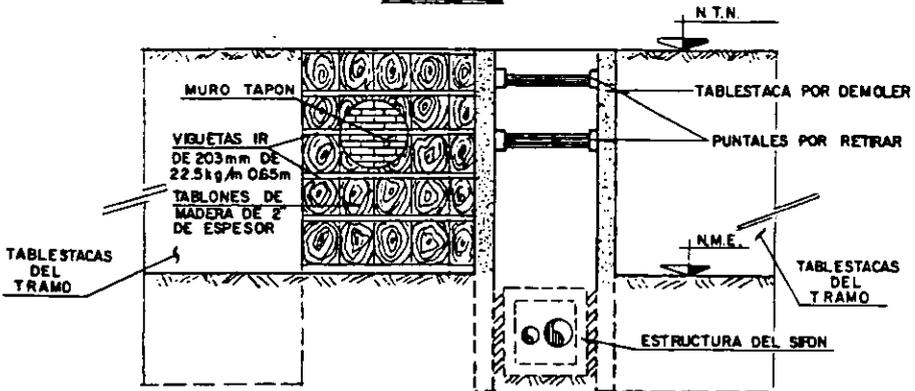
3. UNA VEZ REALIZADO LO INDICADO EN LOS PUNTOS 1 Y 2, SE PROCEDIÓ DE INMEDIATO A LA ESTRUCTURACIÓN DEL CAJÓN DEL METRO EN ESTAS ZONAS, DE LA MANERA QUE SE INDICÓ EN PÁRRAFOS ANTERIORES.

4. EN LA ZONA DONDE NO EXISTÍA MURO TABLESTACA DEBIDO A LA INTERFERENCIA DEL COLECTOR QUE QUEDÓ FUERA DE SERVICIO, SE DEBIÓ COLOCAR UNA ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN CON EL FIN DE SOSTENER TEMPORALMENTE AL TERRENO, CONSTITUÍDA POR VIGUETAS HORIZONTALES DE ACERO IR DE 20.3 cm DE 22.5 Kg/m Y TABLONES DE MADERA DE 2" DE ESPESOR. LAS VIGUETAS SE COLOCARON CONFORME SE PROFUNDIZÓ LA EXCAVACIÓN.

**ZONA DE CRUCE CON EL COLECTOR DE 1.22m DE DIAMETRO Y SU ESTRUCTURA DE DESVIO.**



**PLANTA**



N.T.N. NIVEL DE TERRENO NATURAL  
 N.M.E. NIVEL MAXIMO DE EXCAVACION

**CORTE**

FIGURA No. 1.4

SOLDANDO AL ARMADO DEL MURO TABLESTACA PREVIAMENTE DESCUBIERTO, CON EL PATÍN HACIA EL FRENTE Y SEPARADAS A CADA 0.65 m DE PROFUNDIDAD, TAL Y COMO SE MUESTRA EN LA FIGURA No. 1.4.

CONFORME AVANZÓ LA EXCAVACIÓN, SE PROCEDIÓ A LA DEMOLICIÓN DEL COLECTOR Y EN EL INTERIOR DE LOS EXTREMOS ADYACENTES A LOS MUROS TABLESTACA, SE COLOCÓ UNA COSTALERA DE ARENA Y UN MURO DE TABIQUE JUNTEADO CON MORTERO QUE FUNCIONÓ COMO TAPÓN, VER FIGURA No. 1.4.

UNA VEZ QUE FUÉ RETIRADO EL COLECTOR QUE QUEDO FUERA DE SERVICIO Y HABIENDO COLADO LA LOSA DE FONDO EN ESTA ZONA, SE CONSTRUYÓ EL MURO DEL CAJÓN DEL METRO, EN LA ZONA DONDE SE UTILIZARON VIGUETAS HORIZONTALES COMO ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN PROVISIONAL.

5. MUY CERCANO A ESTA ZONA SE LOCALIZÓ UNA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN DE 85 KV, CUYO PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA SU PUENTEO, SE DESCRIBE A CONTINUACIÓN.

#### ***1.7 PUENTEO DE CABLE DE 85 KV EN LA CALLE JOSÉ SOTERO CASTAÑEDA .***

LA ESTRUCTURA DE PUENTEO CONSISTIÓ EN UNA ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO Y ESTUVO CONSTITUÍDA POR UNA LOSA DE PISO Y TRABES COLOCADAS PARALELAMENTE AL EJE LONGITUDINAL DEL CABLE DE 85 KV. LA LOSA DE PISO DE LA GALERÍA FUÉ LA LOSA DE TECHO DEL CAJÓN DEL METRO.

DEBIDO AL ESVAJAMIENTO DEL CABLE CON EL CAJÓN DEL METRO, SE COLARON LOSAS EN SITIO DE AJUSTE, A AMBOS LADOS DEL PUENTEO.

LA EXCAVACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE SE HIZO A CIELO ABIERTO ENTRE TALUDES LATERALES Y DE AVANCE CON INCLINACIÓN DE 0.5:1 HORIZONTAL A VERTICAL Y SIGUIENDO LOS LINEAMIENTOS QUE SE INDICAN A CONTINUACIÓN.

1. DEFINIDA EL ÁREA DE EXCAVACIÓN (FIGURA No. 1.5.) SE EXCAVÓ A MANO HASTA DESCUBRIR EL CABLE DE 85 KV.

2. A CONTINUACIÓN SE EXCAVÓ HASTA EL NIVEL INTRADOS, PARA PROCEDER A DEMOLER EL MURO TABLESTACA HASTA EL NIVEL ANTES INDICADO, HABILITAR Y ARMAR LA LOSA DE AJUSTE. PARTE DE LA LOSA DE GALERÍA Y LAS TRABES T-1 (FIGURA No. 1.6).

3. HECHO LO ANTERIOR SE COLÓ LA LOSA DE AJUSTE, LA PARTE INFERIOR DE LAS TRABES T-1 Y PARTE DE LA LOSA DE LA GALERÍA ( FIGURA No. 1.6).

CUANDO EL CONCRETO ADQUIRIÓ LA RESISTENCIA MÍNIMA ESPECÍFICADA, SE DESCUBRIÓ TOTALMENTE EL CABLE EN UNA LONGITUD NO MAYOR DE 1.20 m Y SE COLOCARON LOS POLINES Y TABLONES QUE SOPORTARON A ÉSTE, AJUSTANDO LA PENDIENTE CON CALZAS BAJO LOS POLINES (FIGURA No. 1.7).

ESTE PROCEDIMIENTO SE REPITIÓ HASTA PUENTEAR EL CABLE A LO LARGO DEL CRUCE CON EL CAJÓN DEL METRO.

4. COLOCADA TODA LA CAMA DE POLINES Y TABLONES, SE EXCAVÓ EL MATERIAL QUE QUEDÓ BAJO DE ÉSTA HASTA LLEGAR AL NIVEL INTRADOS Y ENSEGUIDA SE PROCEDIÓ A ARMAR, CIMBRAR Y COLAR LA LOSA RESTANTE DE LA GALERÍA Y LAS TRABES T-1.

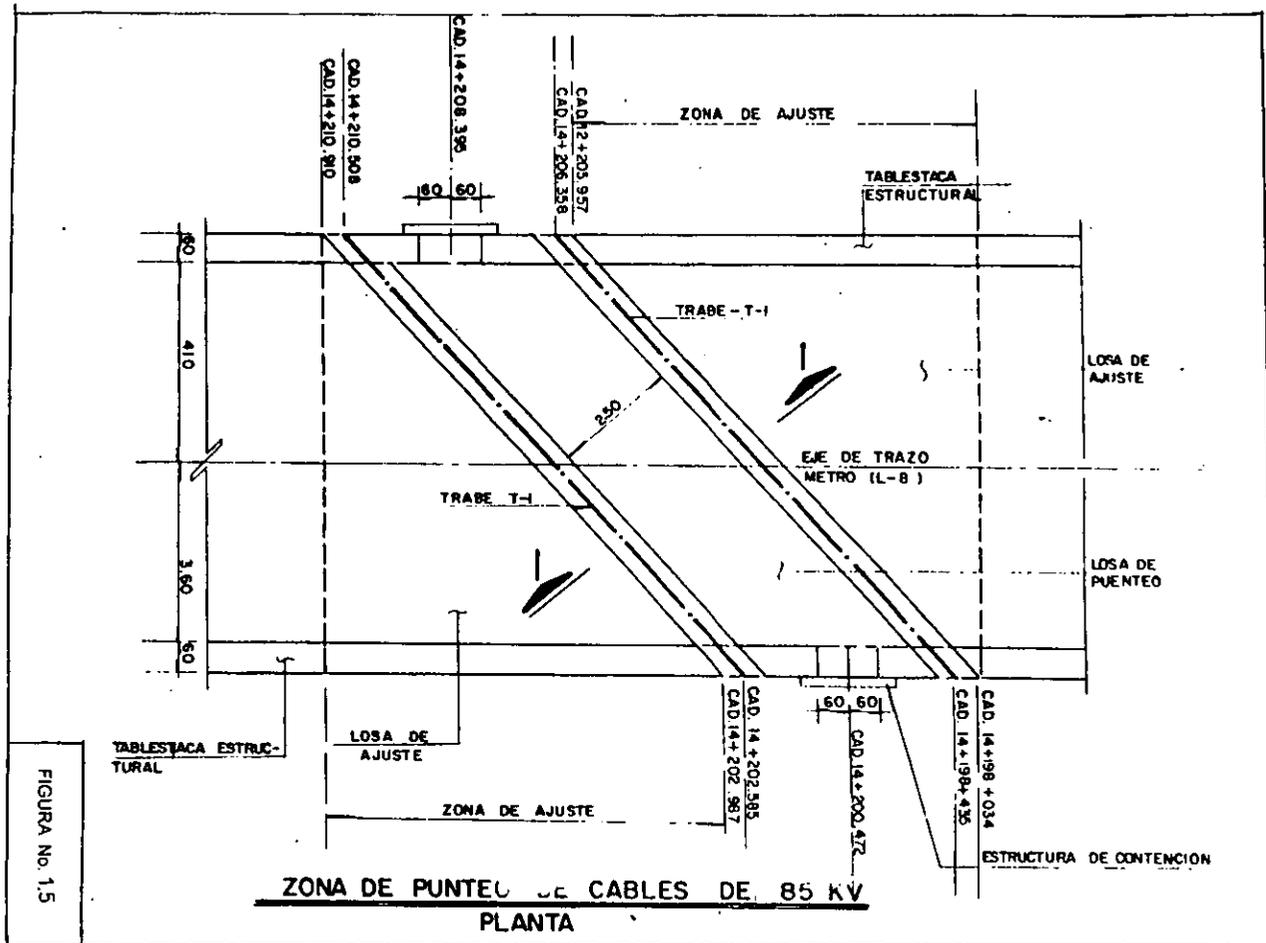
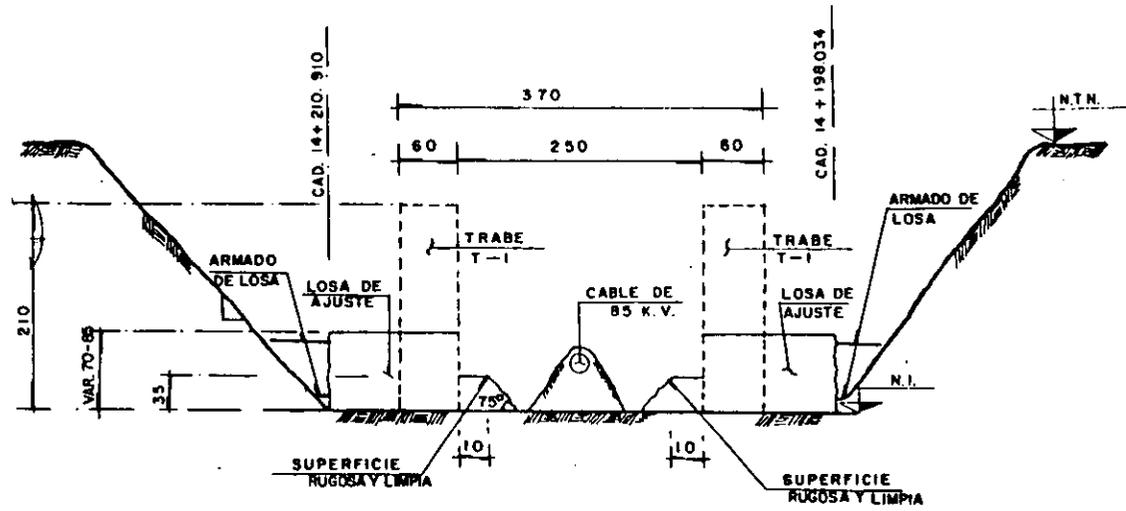


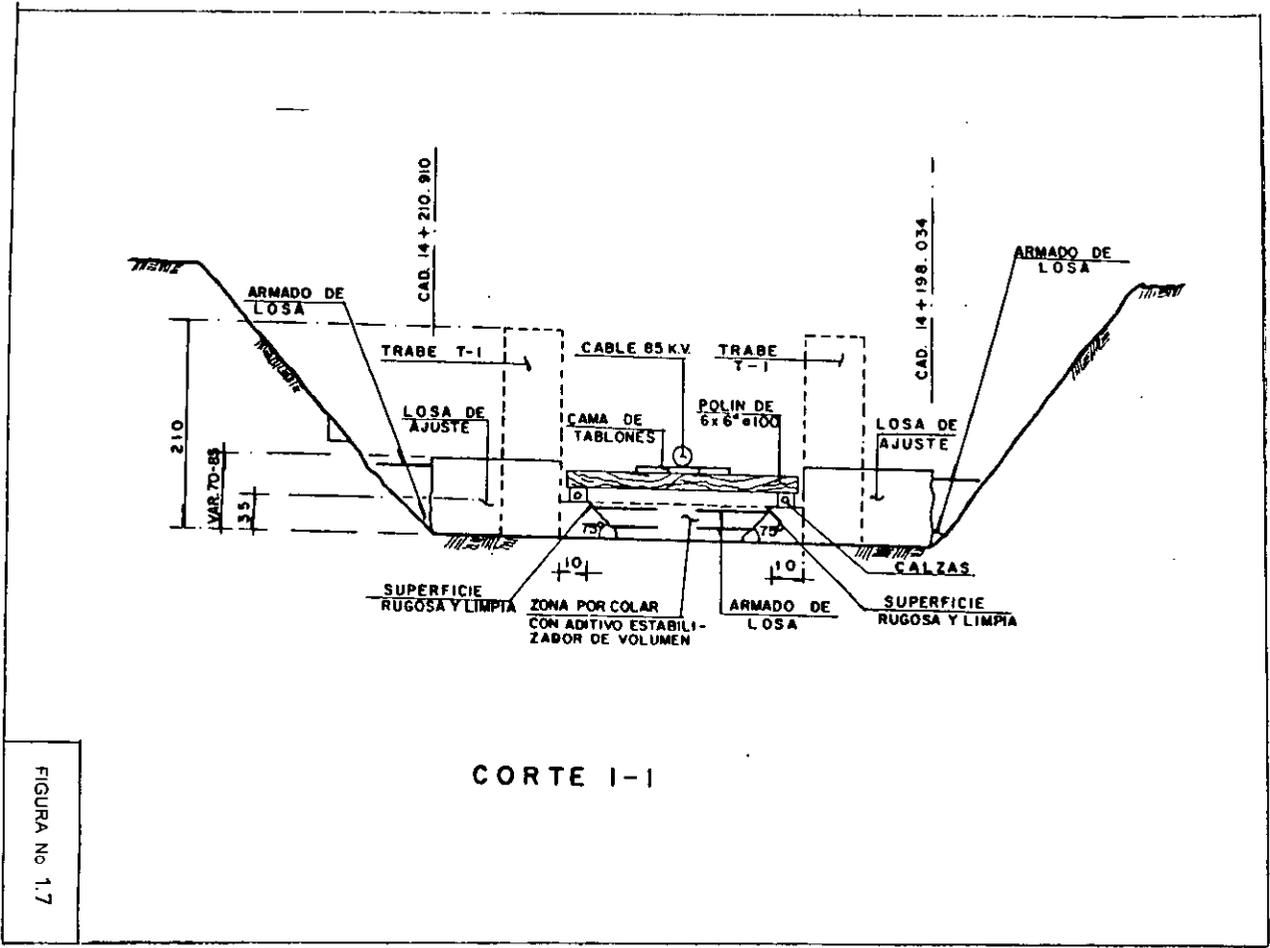
FIGURA NO. 15



CORTE 1-1

N.T.N. = NIVEL DE TERRENO NATURAL

FIGURA No. 1.6



CORTE I-I

FIGURA No. 1.7

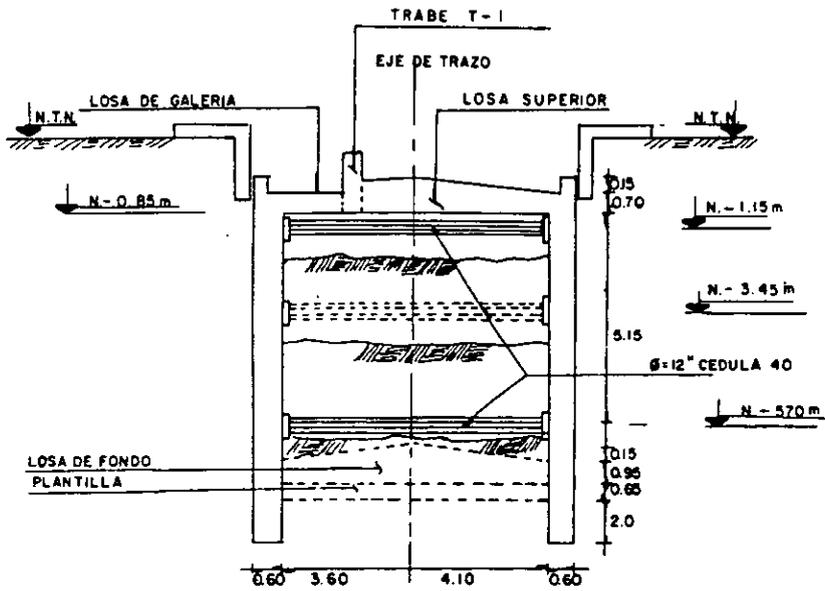
5. CUANDO LAS TRABES T-1 ADQUIRIERON LA RESISTENCIA ESPECIFICADA, SE PUDO INICIAR LA EXCAVACIÓN DEL CAJÓN DEL METRO EN TUNELEO FALSO, SIGUIENDO LOS LINEAMIENTOS EXPUESTOS EN EL INCISO 1.4 DE ESTA ESPECIFICACIÓN, LO MOSTRADO EN LA FIGURA No. 1.8 Y LO QUE A CONTINUACIÓN SE INDICA:

A) CUANDO LA LOSA DE FONDO ADQUIRIÓ LA RESISTENCIA MÍNIMA ESPECIFICADA, SE RETIRÓ EL PRIMER Y TERCER NIVEL DE PUNTALES.

B) LOS POLINES Y TABLONES QUE SOSTENÍAN EL CABLE DE 85 KV SE RETIRARON PARCIALMENTE Y SE SUBSTITUYÓ SU APOYO CON ARENA TÉRMICA. ESTE PROCESO SE HIZO A TODO LO LARGO DE LA GALERÍA. A CONTINUACIÓN SE CUBRIÓ EL CABLE EN SU TOTALIDAD CON ARENA TÉRMICA.

C) HECHO LO ANTERIOR, SE CONTINUÓ CON EL RELLENO HASTA EL NIVEL DE PROYECTO, PARA POSTERIORMENTE RESTITUIR EL PAVIMENTO DE ACUERDO A LO QUE SE INDICA EN LAS ESPECIFICACIONES COMPLEMENTARIAS DE LA LÍNEA 8 CORRESPONDIENTES.

6. EN LAS ZONAS DONDE NO SE PUDO CONSTRUIR EL MURO TABLESTACA DEBIDO A LA PRESENCIA DEL CABLE DE 85 KV, SE DEBIÓ COLOCAR UNA ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN A BASE DE VIGUETAS HORIZONTALES Y TABLONES DE MADERA DE LAS MISMAS CARACTERÍSTICAS QUE LO INDICADO EN EL INCISO 1.5 Y LO MOSTRADO EN LA FIGURA No. 1.4.



**A PUNTALAMIENTO  
 ENTRE LOS CADS.  
 14+210.910 AL 14+198.034**

N.T.N. = NIVEL DE TERRENO NATURAL

FIGURA No 1.8

### **1.8 CONSTRUCCIÓN DE ALCANCIAS.**

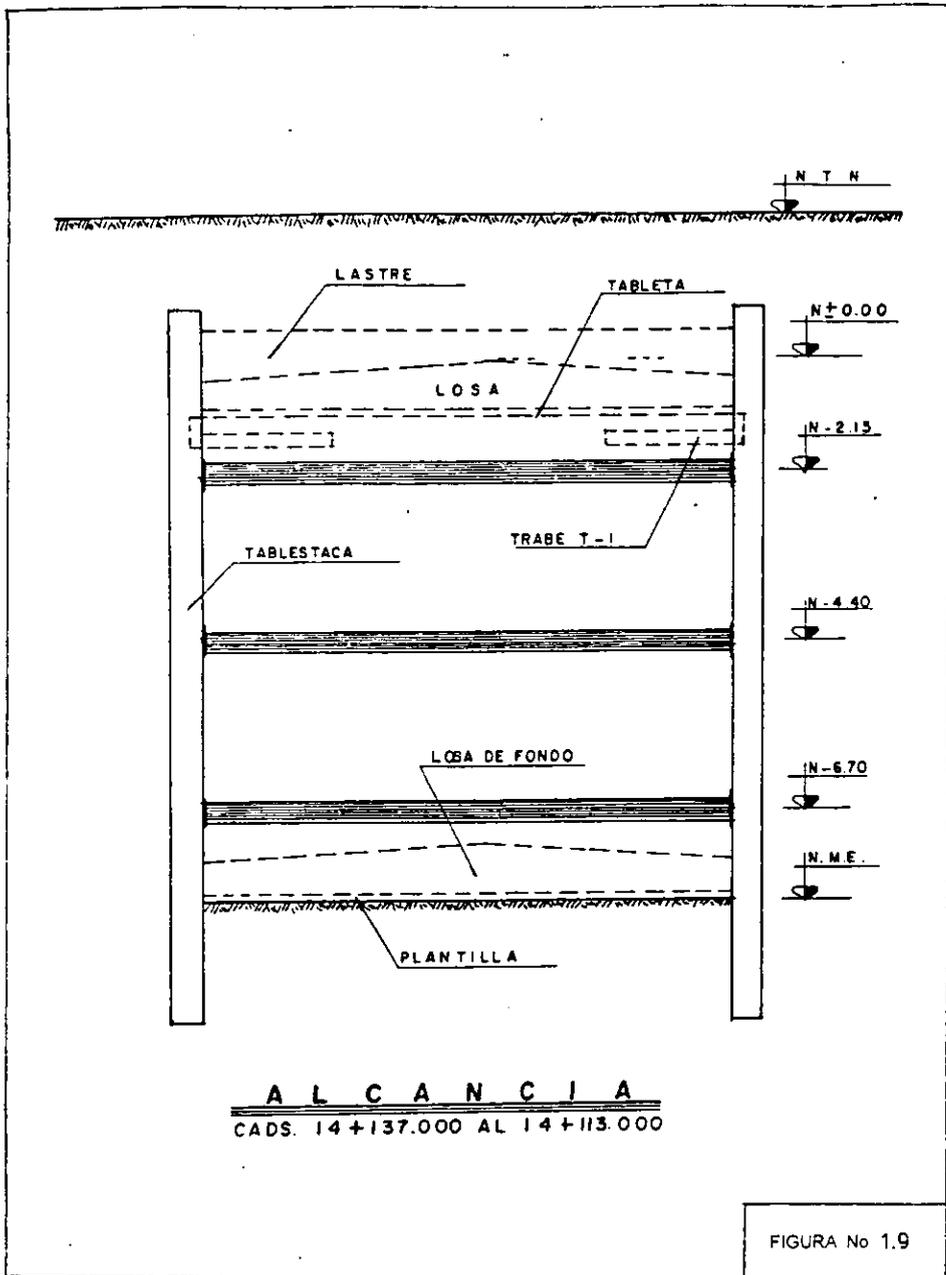
LA EXCAVACIÓN, APUNTALAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE ESTE SUBTRAMO, SE LLEVARON A CABO SIGUIENDO LOS LINEAMIENTOS EXPUESTOS EN EL INCISO 1.4 DE ESTE CAPÍTULO, LO MOSTRADO EN LA FIGURA No. 1.9 Y LO QUE SE INDICA A CONTINUACIÓN

UNA VEZ COLADA LA LOSA DE FONDO Y RETIRADO EL TERCER NIVEL DE PUNTALES, SE PROCEDIÓ AL HABILITADO, CIMBRADO, ARMADO Y COLADO DE LAS TRABES T-1, T-2 Y LOS MUROS DE CONTENCIÓN.

CUANDO EL CONCRETO DE ESTOS ELEMENTOS ALCANZÓ LA RESISTENCIA ESPECIFICADA, SE RETIRÓ EL PRIMER NIVEL DE PUNTALES Y SE COLOCÓ EL RELLENO EN LAS ZONAS ADYACENTES A LA ALCANCÍA.

CUANDO YA NO SE REQUIRIÓ LA ALCANCÍA, SE COLOCARON LAS TABLETAS PREFABRICADAS, SE ARMÓ Y COLÓ EL FIRME DE COMPRESIÓN Y CUANDO ÉSTE ALCANZÓ LA RESISTENCIA DE PROYECTO, SE COLOCÓ EL LASTRE EN ÉSTA ZONA.

VEINTICUATRO HORAS DESPUÉS DE COLOCADO EL LASTRE, SE INCIÓ CON EL RELLENO DE LA MANERA INDICADA EN EL INCISO 1.4 DE ESTE ESCRITO, ASÍ COMO LA RESTITUCIÓN DEL PAVIMENTO.

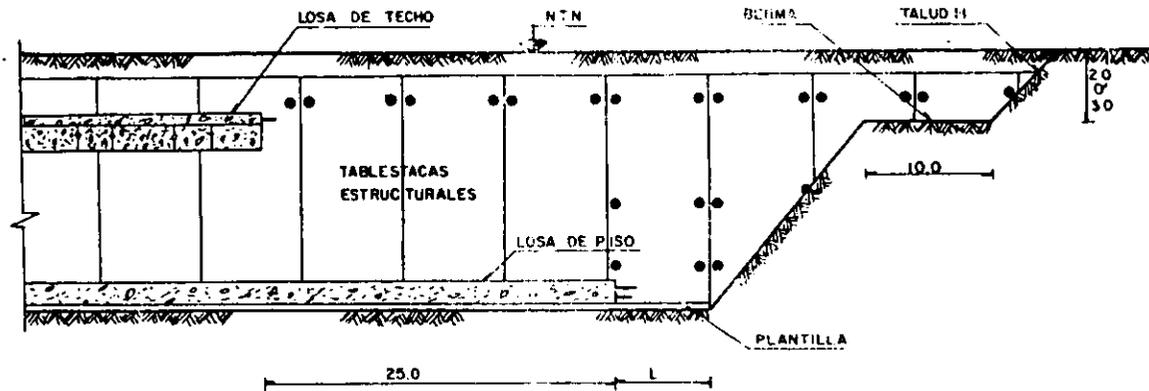


### **1.9 SECUENCIA DE ESTRUCTURACIÓN.**

PARA TODOS LOS SUBTRAMOS MENCIONADOS EN ESTE ESCRITO, DEBIÓ LLEVARSE UN TREN DE TRABAJO DE TAL MANERA QUE LA LOSA DE TECHO ESTUVO A 25.00 m MÁS LA LONGITUD DE UNA ETAPA DEL FRENTE DE EXCAVACIÓN, -VER FIGURA No. 1.10- MIENTRAS QUE LA LOSA DE PISO ESTUVO COLADA HASTA LA ETAPA INMEDIATA ANTERIOR YA EXCAVADA.

### **1.10 NOTAS IMPORTANTES.**

1. NO SE INICIÓ UNA ETAPA DE EXCAVACIÓN SI NO SE HABÍA CUMPLIDO CON EL TIEMPO DE BOMBEO PREVIO ESPECIFICADO.
2. LA LONGITUD DE AVANCE DE LAS ETAPAS DE EXCAVACIÓN Y LA INCLINACIÓN INDICADA PARA LOS TALUDES FUE RESPETADA DE ACUERDO A LO INDICADO EN EL PROYECTO.
3. UNA VEZ INICIADA LA EXCAVACIÓN DE CUALQUIER ETAPA, NO ERA CONVENIENTE INTERRUMPIRLA SI NO SE HABÍA ALCANZADO LA MÁXIMA PROFUNDIDAD DE PROYECTO. EN LOS CASOS EN QUE FUÉ NECESARIO INTERRUMPIRLA POR UN FIN DE SEMANA, DÍA FESTIVO O CUALQUIER OTRA CAUSA, LA PROFUNDIDAD EN QUE SE SUSPENDIÓ LA EXCAVACIÓN NO FUÉ MAYOR DEL 40% DE LA MÁXIMA PROFUNDIDAD DE PROYECTO.
4. LOS PUNTALES SE COLOCARON EN EL MOMENTO EN QUE LA EXCAVACIÓN DESCUBRIÓ SUS PUNTOS DE APLICACIÓN, NO DEBIENDO CONTINUAR ÉSTA SI LOS PUNTALES NO HABÍAN SIDO COLOCADOS.



L=LONGITUD DE ETAPA

CORTE LONGITUDINAL  
 RESTRICCIONES DE DISTANCIA EN LA ESTRUCTURACION

FIGURA No 1.10

5. INMEDIATAMENTE DESPUÉS DE COLOCAR CADA PUNTAL, SE SUJETÓ DE SUS EXTREMOS POR MEDIO DE CABLES DE ACERO, LOS CUALES SE COLGARON DE LAS VARILLAS DE LOS MUROS TABLESTACA.

6. LOS PUNTALES SE APOYARON SOBRE CONCRETO SANO; CUANDO EN LOS NIVELES DE APUNTALAMIENTO EL CONCRETO SE ENCONTRABA CONTAMINADO, SE RECONSTRUYÓ ESTA ZONA DE TAL MANERA QUE GARANTIZARA LA CONTINUIDAD ESTRUCTURAL.

7. PARA EL TAPONEO DEL COLECTOR DE 1.22 m DE DIÁMETRO QUE QUEDÓ FUERA DE SERVICIO, SE CONSULTARON LOS DETALLES EN EL PROYECTO DE OBRAS HIDRÁULICAS CORRESPONDIENTE.

8. NO SE COLOCÓ NINGUNA SOBRECARGA DEBIDA A LA REZAGA O MATERIALES SOBRE EL HOMBRO DEL TALUD NI EN LAS ZONAS ADYACENTES A LOS MUROS TABLESTACA EN UNA LONGITUD MENOR DE 20.00 m.

9. PARA EL PUENTE DE LOS CABLES DE ALTA TENSIÓN DEL RESTO DEL TRAMO, SE CONSULTARON LAS ESPECIFICACIONES COMPLEMENTARIAS.

10. EN LAS ZONAS DONDE NO SE CONSTRUYÓ MURO TABLESTACA DEBIDO A LA PRESENCIA DEL COLECTOR DE 1.22 m DE DIÁMETRO, ÉSTE SE PUDO CONSTRUIR COMO UNA SEGUNDA OPCIÓN CUANDO SE REALIZÓ LA CONSTRUCCIÓN DEL SIFÓN DE DESVÍO Y LA EXTRACCIÓN DEL QUE QUEDÓ FUERA DE SERVICIO.

11. DURANTE LAS LLUVIAS SE PROTEGIÓ LA BERMA DE LOS TALUDES CON UNA MEMBRANA IMPERMEABLE EN UNA LONGITUD DE 15.00 m CONTADOS A PARTIR DEL HOMBRO DEL TALUD DE AVANCE.

**CAPITULO 2**  
**EXCAVACION POR CELDAS**  
**( SOLUCION B )**

## **CAPÍTULO 2**

### **PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO MEDIANTE EXCAVACIÓN POR CELDAS.**

#### ***GENERALIDADES.***

EL SEGUNDO MÉTODO DE EXCAVACIÓN SELECCIONADO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO LA VIGA - CHABACANO DE LA LÍNEA 8 DEL METRO, ES LA EXCAVACIÓN POR CELDAS, QUE A CONTINUACIÓN SE DESCRIBE.

#### **PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.**

LA EXCAVACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SUBTRAMO COMPRENDIDO ENTRE LOS CADENAMIENTOS 14 + 057.900 AL 13 + 692.000, ADEMÁS DE LA VÍA DE ENLACE, SE EFECTUÓ POR MEDIO DE CELDAS LIMITADAS POR UNA ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN CONSTITUÍDA POR MUROS TABLESTACA DE CONCRETO, ARMADOS Y COLADOS EN SITIO.

#### ***2.1 CONSTRUCCIÓN DE MUROS TABLESTACA.***

LA CONSTRUCCIÓN DE LOS BROCALES QUE SIRVIERON COMO GUÍA PARA LA EXCAVACIÓN DE LAS ZANJAS EN LAS QUE SE CONSTRUYERON LOS MUROS TABLESTACA, SE REALIZARON DE ACUERDO CON LO INDICADO EN LA ESPECIFICACIÓN GENERAL CORRESPONDIENTE Y DE ACUERDO A LO INDICADO EN EL ANEXO C.

LAS RAMAS VERTICALES O FALDONES DE LOS BROCALES, QUE SIRVIERON COMO GUÍA PARA LA EXCAVACIÓN Y COLADO DE LOS MUROS TABLESTACA, SE CONSTRUYERON HASTA UNA PROFUNDIDAD TAL QUE EXISTÍA UN TRASLAPE ENTRE EL REMATE DE LA TABLESTACA Y EL FALDÓN.

LOS BROCALES SE CONSTRUYERON EN LAS ZONAS JARDINADAS Y DE AFECTACIONES. EN LAS ZONAS DONDE EXISTÍA PAVIMENTO, LA CONSTRUCCIÓN DE LOS BROCALES ESTUVO SUPEDITADA A JUICIO DE LA SUPERVISIÓN.

PARA LA ESTABILIDAD DE LAS ZANJAS DURANTE EL PROCESO DE EXCAVACIÓN, SE UTILIZÓ LODO BENTONÍTICO QUE CUMPLIÓ CON LAS PROPIEDADES INDICADAS EN LA ESPECIFICACIÓN COMPLEMENTARIA (CAPÍTULO 4.3).

## **2.2 ABATIMIENTO DEL NIVEL FREÁTICO.**

ANTES DE INICIAR LA EXCAVACIÓN DE CUALQUIER ETAPA, FUÉ NECESARIO ABATIR EL NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS; PARA ELLO SE INSTALARON POZOS DE BOMBEO DE ACUERDO CON LO DESCRITO EN LA ESPECIFICACIÓN COMPLEMENTARIA CORRESPONDIENTE. LA UBICACIÓN, DISTRIBUCIÓN Y PROFUNDIDAD DE LOS POZOS DE BOMBEO SE INDICAN EN LA ESPECIFICACIÓN DE ABATIMIENTO DEL NIVEL FREÁTICO CORRESPONDIENTE .

EL BOMBEO SE INICIÓ CUANDO ESTUVIERON CONSTRUIDOS LOS MUROS TABLESTACA CORRESPONDIENTES A LA CELDA POR EXCAVAR, Y SE SUSPENDIÓ UNA VEZ QUE ESTUVO TERMINADO EL COLADO DE LA LOSA DE PISO CORRESPONDIENTE A LA CELDA QUE SE EXCAVÓ.

### **2.3 OBSERVACIONES GENERALES.**

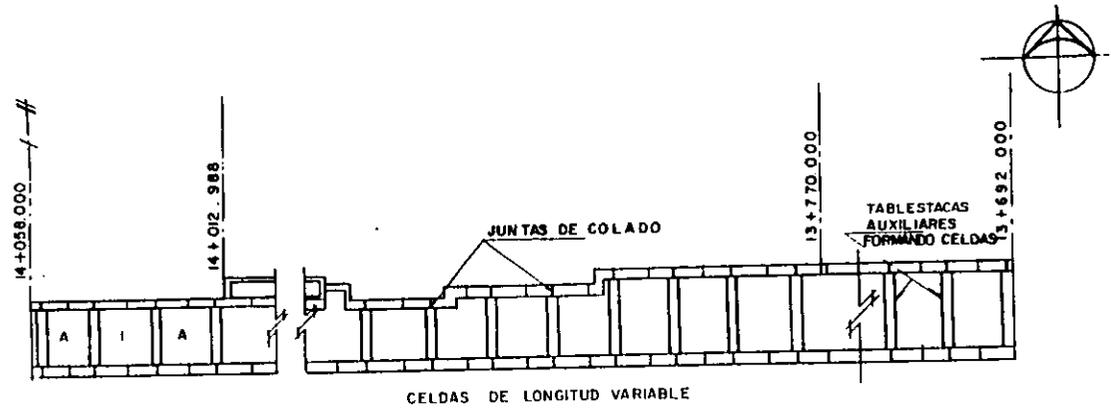
1. ANTES DE INICIAR LA EXCAVACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO, SE EFECTUARON LOS DESVÍOS CORRESPONDIENTES DE LAS INSTALACIONES MUNICIPALES QUE INTERFERÍAN CON DICHA EXCAVACIÓN, DE ACUERDO CON EL PROYECTO DEL DEPARTAMENTO DE OBRAS HIDRÁULICAS CORRESPONDIENTE.

2. EN LAS ZONAS DONDE CRUZABAN DUCTOS DE ALTA TENSIÓN CON EL CAJÓN DEL METRO, SE CONTÓ CON EL PUENTE DE ÉSTOS ANTES DE INICIAR LA EXCAVACIÓN.

3. LA ZONA DE CRUCE DE LA LÍNEA 8 CON LA LÍNEA 9 SE EXCAVÓ POR MEDIO DE TUNELEO FALSO, EL CUAL SE DESCRIBE EN EL CAPÍTULO 3 DE ESTE ESCRITO.

4. DEBIDO A LA MAGNITUD DE LA PROFUNDIDAD MÁXIMA DE EXCAVACIÓN EN ESTE SUBTRAMO Y A LAS CARACTERÍSTICAS ESTRATIGRÁFICAS DE LA ZONA, SE DEBIERON COLAR MUROS TABLESTACA AUXILIARES PERPENDICULARES AL EJE DE TRAZO DEL METRO FORMANDO CELDAS, COMO SE INDICA EN LA FIGURA No. 2.1. ESTOS MUROS TUVIERON EL MISMO NIVEL DE DESPLANTE Y REMATE QUE LOS CONSTRUIDOS PARA EL CAJÓN DEL METRO, Y ALGUNOS DEBIERON DE QUEDAR COLADOS SIMÉTRICAMENTE CON RESPECTO A LA JUNTA DE COLADO DE LOS MUROS DEL TRAMO.

5. DURANTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO SE DISTINGUIERON COMO CELDAS ALTERNADAS LAS QUE SE EXCAVARON INICIALMENTE Y COMO INTERMEDIAS LAS RESTANTES.



MUROS TABLESTACA FORMANDO CELDAS

A : ALTERNADA  
 I : INTERMEDIA

FIGURA No 2.1

6. EN LAS CELDAS ALTERNADAS SIEMPRE EXISTIÓ UN APUNTALAMIENTO DE LOS MUROS TABLESTACA DE ACOMPAÑAMIENTO CONTRA LOS MUROS TABLESTACA AUXILIARES, MISMO QUE DEBIÓ SER REUBICADO CUANDO ESTOS ÚLTIMOS FUERON DEMOLIDOS DURANTE LA EXCAVACIÓN DE LAS CELDAS INTERMEDIAS.

7. LA PRECARGA QUE DEBIERON TENER LOS PUNTALES EN SUS DIFERENTES NIVELES FUERON LAS SIGUIENTES:

- DEL PRIMER AL TERCER NIVEL, 30 Ton.

- CUARTO Y QUINTO NIVEL, 60 Ton.

- SEXTO NIVEL, 80 Ton.

#### **2.4 CELDAS ALTERNADAS Y CELDAS INTERMEDIAS.**

COMO YA SE MENCIONÓ ANTERIORMENTE, DURANTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO SE DISTINGUIERON COMO CELDAS ALTERNADAS LAS QUE SE EXCAVARON INICIALMENTE Y COMO CELDAS INTERMEDIAS LAS RESTANTES Y, PUESTO QUE SE EXCAVARON CELDAS COMPLETAS, NO EXISTIERON TALUDES LATERALES O LONGITUDINALES AL EJE DEL METRO. CONFORME LA EXCAVACIÓN SE PROFUNDIZÓ, SE COLOCARON PUNTALES EN PATA DE GALLO EN LAS MISMAS ELEVACIONES QUE LOS COLOCADOS NORMALES AL EJE DEL METRO, CUYA FUNCIÓN FUÉ LA DE TROQUELAR LOS MUROS TABLESTACA AUXILIARES QUE FORMARON LAS CELDAS, CONTRA LOS DEL CAJÓN DEL TRAMO, VER FIGURA No. 2.2.

CADA UNA DE LAS CELDAS CONSTITUYÓ UNA ETAPA DE EXCAVACIÓN, LA CUAL UNA VEZ TERMINADA, DEBIÓ CONTINUAR CON SU ESTRUCTURACIÓN.

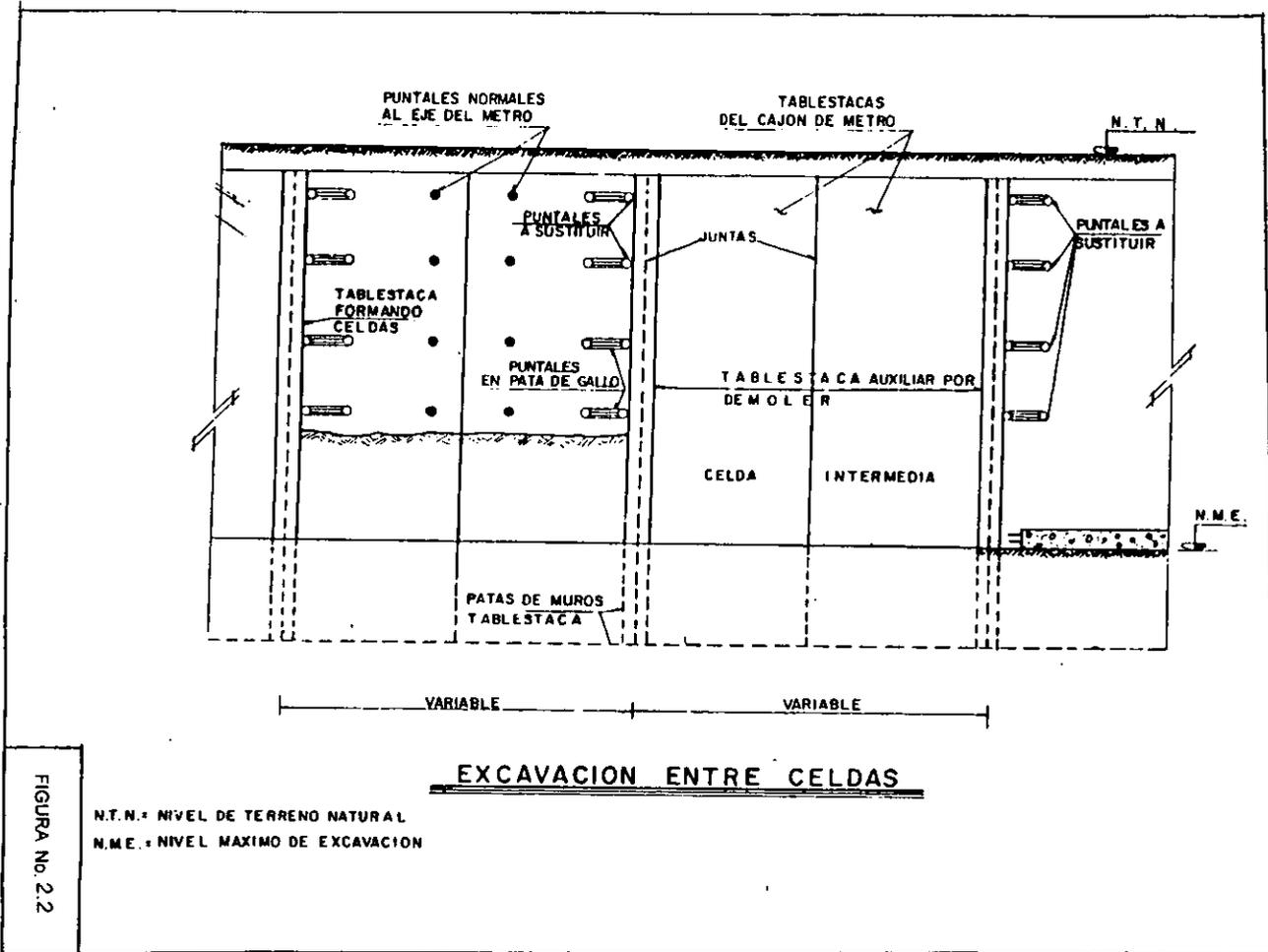


FIGURA No. 2.2

PARA INICIAR LA EXCAVACIÓN DE UNA CELDA INTERMEDIA ENTRE DOS CELDAS ALTERNADAS, ESTAS ÚLTIMAS DEBIERON TENER CONSTRUÍDA LA LOSA DE TECHO Y COLOCADO EL RELLENO HASTA EL PRIMER NIVEL DE PUNTALES O BIEN TENER COLADA LA LOSA DE FONDO Y COLOCADO UN LASTRE DE 6 Ton/m<sup>2</sup> SOBRE DE ÉSTAS.

EN LOS CASOS EN QUE SE USÓ EL LASTRE SOBRE LA LOSA DE FONDO, ÉSTE SE DEBIÓ RETIRAR EN FORMA SIMULTÁNEA A LA COLOCACIÓN DEL RELLENO.

CONFORME SE PROFUNDIZÓ LA EXCAVACIÓN DE UNA CELDA INTERMEDIA, EL APUNTALAMIENTO EN PATA DE GALLO QUE SE ESTUVO APOYANDO EN LOS MUROS TABLESTACA AUXILIARES, DEBIÓ SER SUSTITUIDO POR PUNTALES PERPENDICULARES AL EJE DEL METRO ( FIGURA No. 2.2 ).

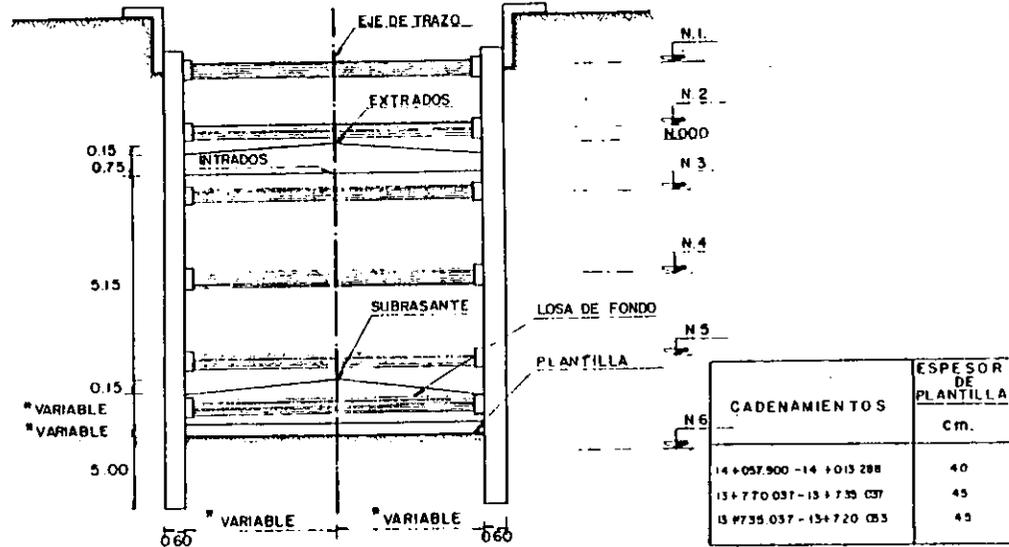
#### **2.5 EXCAVACIÓN, APUNTALAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN.**

LA EXCAVACIÓN, COLOCACIÓN DE PUNTALES Y CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL CAJÓN DEL METRO PARA CADA ETAPA, SE EFECTUÓ DE LA FORMA QUE SE DESCRIBE A CONTINUACIÓN:

EN LAS ETAPAS ALTERNADAS SE INICIÓ LA EXCAVACIÓN A PARTIR DEL NIVEL DEL TERRENO NATURAL Y SE SUSPENDIÓ CUANDO ÉSTA ALCANZÓ 30 cm ABAJO DEL PRIMER NIVEL DE PUNTALES, PROCEDIENDO DE INMEDIATO A COLOCAR DICHO NIVEL DE PUNTALES EN SU ELEVACIÓN CORRESPONDIENTE (FIGURA No. 2.3).

REALIZADO LO ANTERIOR, SE CONTINUÓ CON LA EXCAVACIÓN HASTA 30 cm ABAJO DEL SEGUNDO NIVEL DE PUNTALES, COLOCANDO ENSEGUIDA DICHO NIVEL DE PUNTALES EN LA ELEVACIÓN ESPECIFICADA EN LA FIGURA No. 2.3.

**APUNTALAMIENTO ENTRE LOS CADENAMIENTOS**  
**14 + 057.900 AL 14 + 013.888 Y DEL 13 + 770.037 AL 13 + 720.033**



CADENAMIENTOS	NIVELES EN PUNTALES						TIPO DE PUNTALES					
	N.1	N.2	N.3	N.4	N.5	N.6	N.1	N.2	N.3	N.4	N.5	N.6
14 + 057.900 - 14 + 013.888	+1.25	+1.65	+1.20	-3.47	-5.73	-6.80	Ø=16", C 40	Ø=16", C 40	Ø=16", C 40	Ø=16", C 40	Ø=16", C 40	Ø=16", C 40
13 + 770.037 - 13 + 735.037	+1.35	+1.75	+1.20	-3.45	-5.73	-6.85	Ø=16", C 40	Ø=16", C 40	Ø=16", C 40	Ø=16", C 40	Ø=16", C 40	Ø=16", C 40
13 + 735.037 - 13 + 720.033	-1.50	-4.25	6.95	-9.10	-11.25	-12.40	Ø=20", C 30	Ø=20", C 30	Ø=20", C 30	Ø=20", C 30	Ø=20", C 30	Ø=20", C 30

FIGURA No. 2.3

ESTE PROCEDIMIENTO DE EXCAVACIÓN Y COLOCACIÓN DE PUNTALES FUÉ SEMEJANTE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS NIVELES TRES, CUATRO, CINCO Y SEIS. EL SEGUNDO NIVEL DE PUNTALES SE RETIRÓ UNA VEZ COLOCADO EL TERCERO; A SU VEZ EL CUARTO NIVEL SÓLO SE PUDO RETIRAR UNA VEZ COLOCADO EL QUINTO NIVEL.

A CONTINUACIÓN SE EXCAVÓ HASTA ALCANZAR EL NIVEL MÁXIMO DE EXCAVACIÓN, PROCEDIENDO DE INMEDIATO A COLAR UNA PLANTILLA DE CONCRETO SIMPLE DE 40 ó 45 cm DE ESPESOR (FIGURA No. 2.3), PROVISTA CON ADITIVO ACELERANTE DE FRAGUADO.

UNA VEZ QUE LA PLANTILLA ALCANZÓ UNA RESISTENCIA DE 100 kg/cm<sup>2</sup>, -LO CUAL NO EXCEDIÓ DE UN PLAZO DE TRES HORAS- SE PROCEDIÓ A RETIRAR EL SEXTO NIVEL DE PUNTALES Y SE INICIÓ EL ARMADO Y COLADO DE LA LOSA DE FONDO; VEINTICUATRO HORAS DESPUÉS, SE PUDO RETIRAR EL QUINTO NIVEL DE PUNTALES.

EL TIEMPO MÁXIMO A EMPLEAR EN LA EXCAVACIÓN Y COLOCACIÓN DE LOS PUNTALES, NO EXCEDIÓ DE 5 DÍAS.

EL COLADO DE LA PLANTILLA SE EFECTUÓ EN UN TIEMPO MÁXIMO DE TRES HORAS, CONTADAS A PARTIR DEL MOMENTO EN QUE SE ALCANZÓ EL NIVEL MÁXIMO DE EXCAVACIÓN DE LA ETAPA CORRESPONDIENTE.

EL TIEMPO MÁXIMO A TRANSCURRIR PARA EL ARMADO Y COLADO DE LA LOSA DE PISO, FUÉ DE 11 HORAS CONTADAS A PARTIR DEL MOMENTO DE HABER CONCLUÍDO EL COLADO DE LA PLANTILLA.

LA EXCAVACIÓN DE LA CELDA INTERMEDIA SE INICIÓ UNA VEZ COLOCADO EL RELLENO HASTA EL PRIMER NIVEL DE PUNTALES, O BIEN, CUANDO SE COLOCÓ UN LASTRE DE 6.0 Ton/m<sup>2</sup> EN LAS CELDAS ALTERNADAS ALEDAÑAS, SU PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO SE DESCRIBE EN PÁRRAFOS POSTERIORES.

SETENTA Y DOS HORAS DESPUÉS DE COLADA LA LOSA DE FONDO, SE PROCEDIÓ A COLOCAR LAS TABLETAS PREFABRICADAS Y UNA VEZ COLOCADAS ÉSTAS, SE HABILITÓ ARMÓ Y COLÓ EL FIRME DE COMPRESIÓN.

ENTRE LOS CADENAMIENTOS 13 + 735.037 AL 13 + 720.033 (ZONA DE REJILLA), LA ESTRUCTURACIÓN DE LA LOSA TAPA SE HIZO A BASE DE LOSA-ACERO. ADEMÁS SE COLOCARON LAS PÉRGOLAS INDICADAS EN EL MISMO PROYECTO Y UNA VEZ COLOCADAS ÉSTAS, SE PUDO RETIRAR EL PRIMER Y TERCER NIVEL DE PUNTALES.

VEINTICUATRO HORAS DESPUÉS DE COLADO EL FIRME DE COMPRESIÓN ENTRE LOS CADENAMIENTOS 14 + 057.900 AL 14 + 013.888, SE PUDO RETIRAR EL TERCER NIVEL DE PUNTALES.

CUANDO EL FIRME DE COMPRESIÓN ADQUIRIÓ LA RESISTENCIA MÍNIMA ESPECIFICADA EN LOS CADENAMIENTOS ANTES INDICADOS, SE COLOCÓ EL RELLENO HASTA 30 cm ABAJO DEL PRIMER NIVEL DE PUNTALES, PARA PROCEDER DE INMEDIATO A RETIRARLO.

REALIZADO LO ANTERIOR, SE CONTINUÓ CON EL RELLENO HASTA ALCANZAR EL NIVEL DE PROYECTO, PARA POSTERIORMENTE RESTITUIR EL PAVIMENTO. ESTOS PROCEDIMIENTOS SE LLEVARON A CABO DE ACUERDO A LOS LINEAMIENTOS INDICADOS EN LAS ESPECIFICACIONES COMPLEMENTARIAS CORRESPONDIENTES (CAPÍTULOS 4.9 Y 4.10).

PARA LAS CELDAS INTERMEDIAS, SE PROCEDIÓ EN LA MISMA FORMA QUE LAS ALTERNADAS Y TOMANDO EN CUENTA LO DESCRITO EN LOS SIGUIENTES PÁRRAFOS.

SE INICIÓ LA EXCAVACIÓN UNA VEZ QUE LAS CELDAS ALTERNADAS ALEDAÑAS TENÍAN COLOCADO EL RELLENO HASTA EL PRIMER NIVEL DE PUNTALES O COLOCADO UN LASTRE DE 6.0 Ton/m<sup>2</sup> SOBRE LA LOSA DE FONDO.

CONFORME SE PROFUNDIZÓ LA EXCAVACIÓN, SE SUSPENDIÓ MOMENTANEAMENTE AL TENER DESCUBIERTOS LOS MUROS TABLESTACA AUXILIARES HASTA EL PUNTO DE APLICACIÓN DEL PRIMER NIVEL DE PUNTALES EN PATA DE GALLO DE LAS CELDAS ALEDAÑAS, APOYADOS EN LOS MISMOS, PARA PROCEDER A SUSTITUIRLOS POR PUNTALES COLOCADOS EN FORMA PERPENDICULAR AL EJE DEL METRO. REALIZADO LO ANTERIOR, SE CONTINUÓ LA EXCAVACIÓN HASTA LLEGAR AL TERCER NIVEL DE PUNTALES EN PATA DE GALLO DE LAS CELDAS ALEDAÑAS, PARA PROCEDER A SUSTITUIRLOS EN FORMA SIMILAR A LOS DEL PRIMER NIVEL.

#### **2.6 ZONA DE REJILLA , NICHOS DE ENLACE Y NICHOS DE APARATO.**

LA EXCAVACIÓN, APUNTALAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE ESTE SUBTRAMO, SE LLEVARON A CABO SIGUIENDO LOS LINEAMIENTOS EXPUESTOS EN EL INCISO 2.5 DE ESTE ESCRITO, LO MOSTRADO EN LA FIGURA No. 2.4 Y LAS CONSIDERACIONES QUE SE INDICAN A CONTINUACIÓN:

1. SE EXCAVARON EN FORMA INDEPENDIENTE EL CAJÓN DEL METRO Y LA REJILLA DE VENTILACIÓN.

APUNTALAMIENTO ENTRE LOS CADENAMIENTOS  
14 + 013.888 AL 13 + 967.500

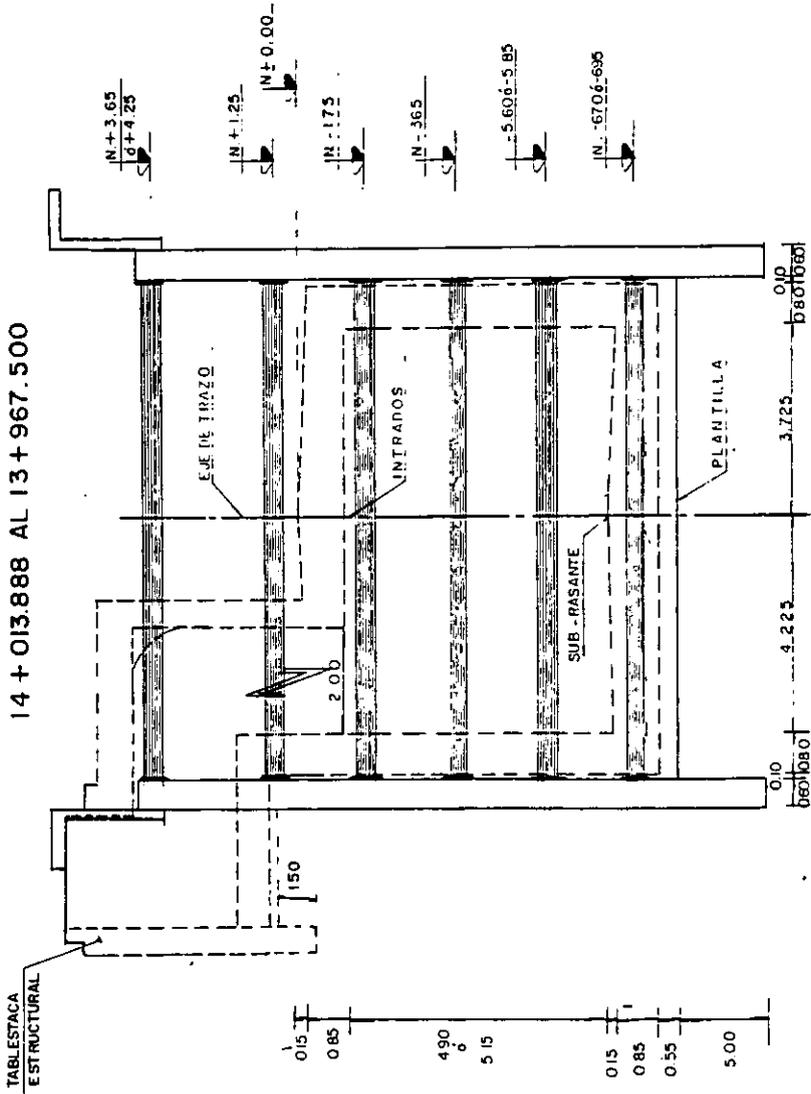


FIGURA No 2.4

2. EN EL ÁREA DE LA REJILLA DE VENTILACIÓN, LA LOSA TAPA FUÉ A BASE DE UNA LOSA MACIZA.

3. COLOCADO EL QUINTO NIVEL DE PUNTALES, SE PUDO RETIRAR EL CUARTO NIVEL. SE DEJARON LAS PREPARACIONES EN LA LOSA DE FONDO PARA LA LIGA POSTERIOR CON EL ARMADO DEL MURO ESTRUCTURAL.

4. EL SEXTO Y QUINTO NIVEL DE PUNTALES SE RETIRARON DE LA FORMA INDICADA EN EL INCISO 2.5 DE ESTE ESCRITO.

5. VEINTICUATRO HORAS DESPUÉS DE COLADA LA LOSA DE FONDO, SE ARMARON Y COLARON LOS MUROS ESTRUCTURALES HASTA EL NIVEL INDICADO EN EL PROYECTO ESTRUCTURAL.

6. SETENTA Y DOS HORAS DESPUÉS DE COLADOS LOS MUROS ESTRUCTURALES, SE INICIÓ EL CIMBRADO, ARMADO Y COLADO DE LA LOSA TAPA, EL MURO QUE SE LOCALIZABA SOBRE DE ÉSTA Y LOS DIAFRAGMAS, DEJANDO LAS PREPARACIONES EN EL ACERO DE REFUERZO PARA EL COLADO POSTERIOR DEL RESTO DE LA ESTRUCTURA DE LA REJILLA DE VENTILACIÓN. DONDE LOS MUROS DE LA REJILLA INTERFERÍAN CON LOS PUNTALES, SE DEJARON LOS HUECOS PARA EL PASO DE ÉSTOS.

7. EN EL ÁREA DEL NICHU DE ENLACE, LA LOSA TAPA FUÉ COLADA EN EL SITIO, DE ACUERDO A LO INDICADO EN LA ESPECIFICACIÓN GENERAL. VEINTICUATRO HORAS DESPUÉS, SE COLOCARON LAS TABLETAS PREFABRICADAS SIN RETIRAR EL APUNTALAMIENTO DE LA TRABE DEL NICHU. EN SEGUIDA SE ARMÓ Y COLÓ EL FIRME DE COMPRESIÓN Y LA PARTE FALTANTE DE LA TRABE.

**8. UNA VEZ QUE EL CONCRETO ALCANZÓ LA RESISTENCIA MÍNIMA ESPECIFICADA EN TODA LA SECCIÓN, SE PUDO INICIAR EL RELLENO HASTA 30 cm ABAJO DEL PRIMER NIVEL DE PUNTALES, SIGUIENDO LOS LINEAMIENTOS INDICADOS EN EL INCISO 2.5 DE ESTE CAPÍTULO.**

**9. UNA VEZ REALIZADO LO ANTERIOR, SE INICIÓ LA EXCAVACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PARTE FALTANTE DE LA REJILLA, DE ACUERDO CON LO QUE SE INDICA A CONTINUACIÓN.**

**A. SE INICIÓ EN FORMA SIMULTÁNEA LA EXCAVACIÓN DE LA ZONA DE LA REJILLA Y LA DEMOLICIÓN DEL MURO TABLESTACA PONIENTE DEL CAJÓN DEL METRO, HASTA 30cm ABAJO DEL PRIMER NIVEL DE PUNTALES, PARA PROCEDER DE INMEDIATO A COLOCAR ÉSTE EN SU ELEVACIÓN CORRESPONDIENTE, VER FIGURA No. 2.5.**

**B. SE CONTINUÓ CON LA EXCAVACIÓN Y DEMOLICIÓN DEL MURO TABLESTACA PONIENTE HASTA EL NIVEL DE PROYECTO E INMEDIATAMENTE DESPUÉS, SE COLÓ UNA PLANTILLA DE CONCRETO SIMPLE DE 10 cm DE ESPESOR PROVISTA CON UN ADITIVO ACELERANTE DE FRAGUADO.**

**C. DOS HORAS DESPUÉS SE REALIZÓ EL ARMADO Y COLADO DE LA LOSA DE FONDO DE LA GALERÍA DE VENTILACIÓN, LIGANDO SU ARMADO CON EL MURO TABLESTACA ESTRUCTURAL PONIENTE Y LAS COLUMNAS DE GALERÍA.**

**D. VEINTICUATRO HORAS DESPUÉS SE INICIÓ EL ARMADO, CIMBRADO Y COLADO DE LAS COLUMNAS HASTA EL NIVEL DE PROYECTO, DEJANDO EN ÉSTAS LAS PREPARACIONES PARA SU LIGA ESTRUCTURAL CON LA LOSA SUPERIOR DE LA GALERÍA.**

# APUNTALAMIENTO EN ZONA DE REJILLA 14+013.888 AL 13+967.500

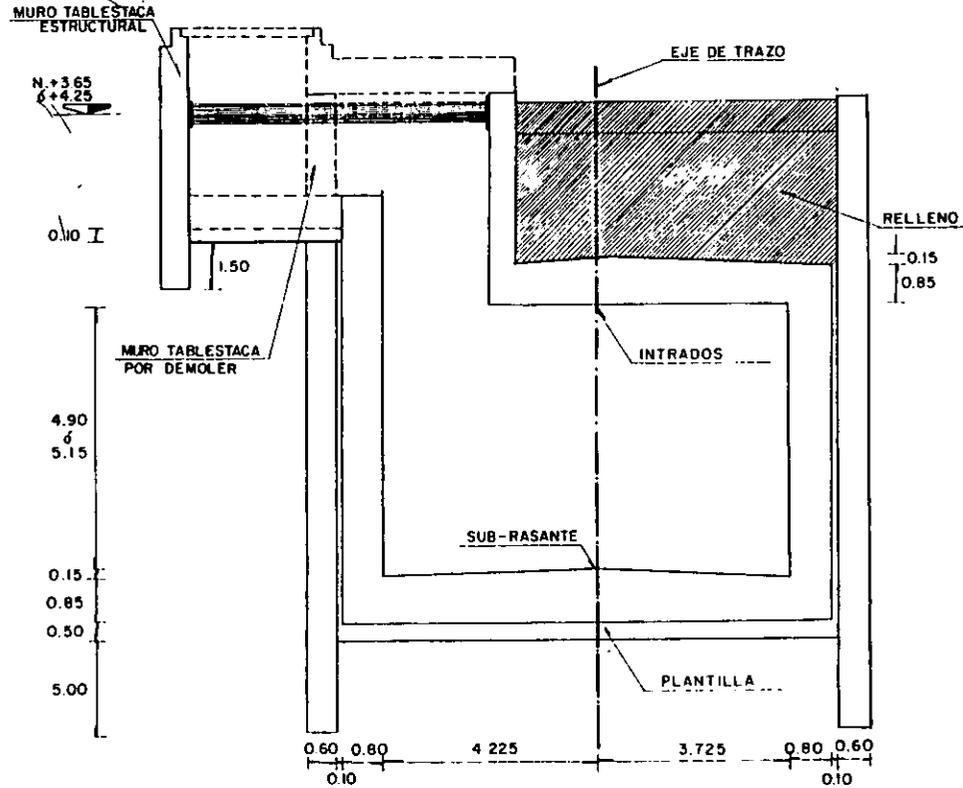


FIGURA No. 2.5

E. VEINTICUATRO HORAS DESPUÉS SE INICIÓ EL CIMBRADO, ARMADO Y COLADO DE LA LOSA TAPA DE LA GALERÍA DE VENTILACIÓN.

F. CUANDO LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES QUE CONFORMABAN LA GALERÍA DE VENTILACIÓN ADQUIRIERON SU RESISTENCIA DE PROYECTO, SE PUDO RETIRAR EL PRIMER NIVEL DE PUNTALES Y CONCLUIR EL RELLENO SOBRE EL CAJÓN DEL METRO.

G. EN LAS ZONAS DONDE SE DEJARON LOS HUECOS PARA EL PASO DE LOS PUNTALES, SE COLARON ÉSTOS UTILIZANDO EN EL CONCRETO ADITIVO ESTABILIZADOR DE VOLUMEN.

H. CUANDO EL RELLENO ALCANZÓ EL NIVEL DE SUBRASANTE, SE RESTITUYÓ EL PAVIMENTO DE ACUERDO A LO INDICADO EN LA ESPECIFICACIÓN COMPLEMENTARIA CORRESPONDIENTE.

## **2.7 ZONA DE CÁRCAMO.**

EN ESTA ZONA, LA SECUENCIA DE EXCAVACIÓN Y APUNTALAMIENTO SE REALIZÓ DE LA FORMA QUE SE INDICA EN EL INCISO ANTERIOR, SÓLO QUE LA ESTRUCTURACIÓN DEL CÁRCAMO SE HIZO DE LA MANERA QUE A CONTINUACIÓN SE INDICA:

1. PARA EFECTUAR LA EXCAVACIÓN DEL CÁRCAMO, FUÉ NECESARIO HABER REALIZADO PREVIAMENTE LA EXCAVACIÓN Y EL APUNTALAMIENTO CORRESPONDIENTE AL CAJÓN DEL METRO, ASÍ COMO DE LA ZONA DEL CÁRCAMO EN CUESTIÓN, DESDE EL NIVEL DEL TERRENO NATURAL HASTA LA PROFUNDIDAD MÁXIMA DEL CAJÓN DEL METRO (FIGURAS Nos. 2.6 Y 2.7).

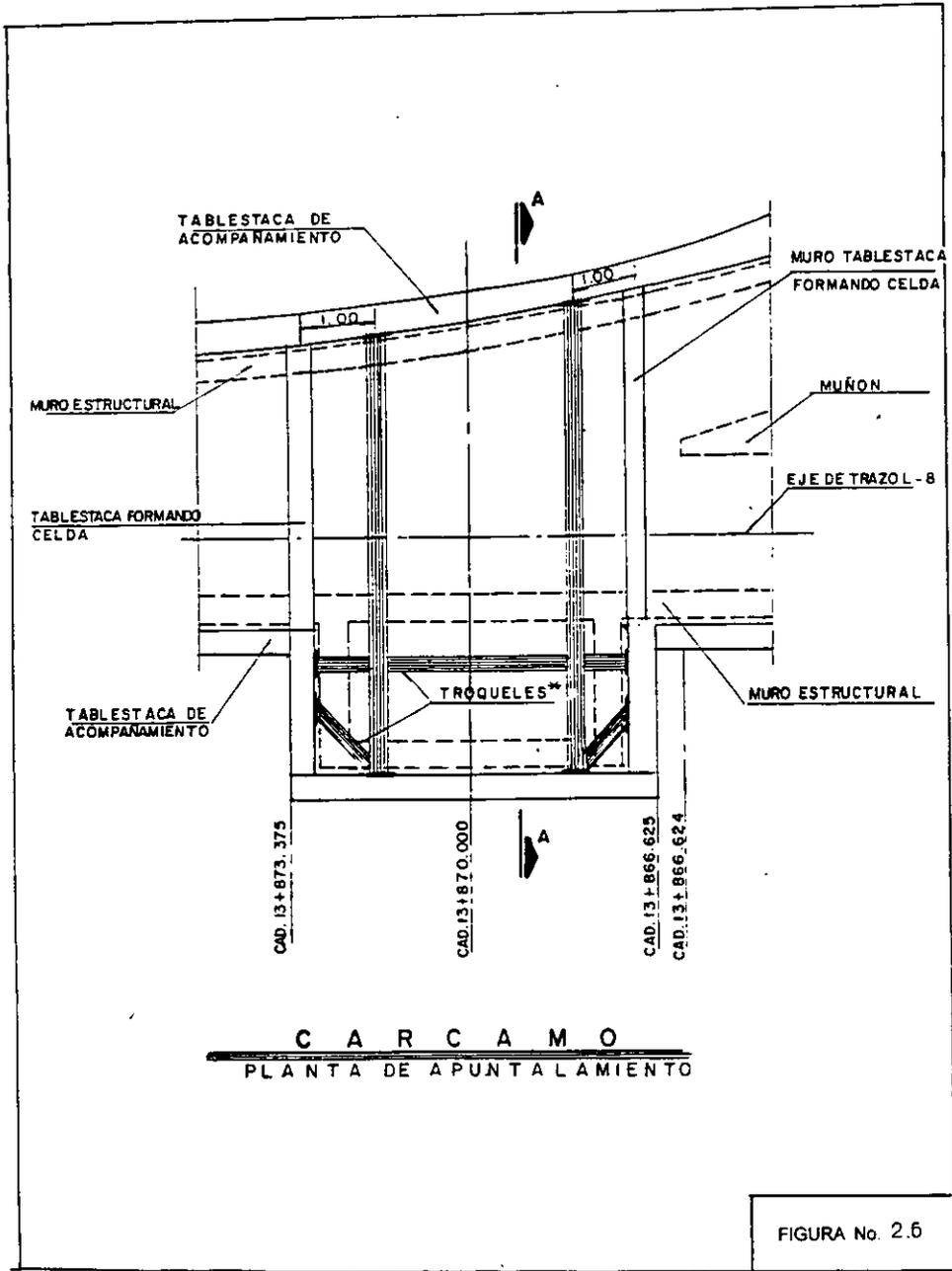


FIGURA No. 2.6

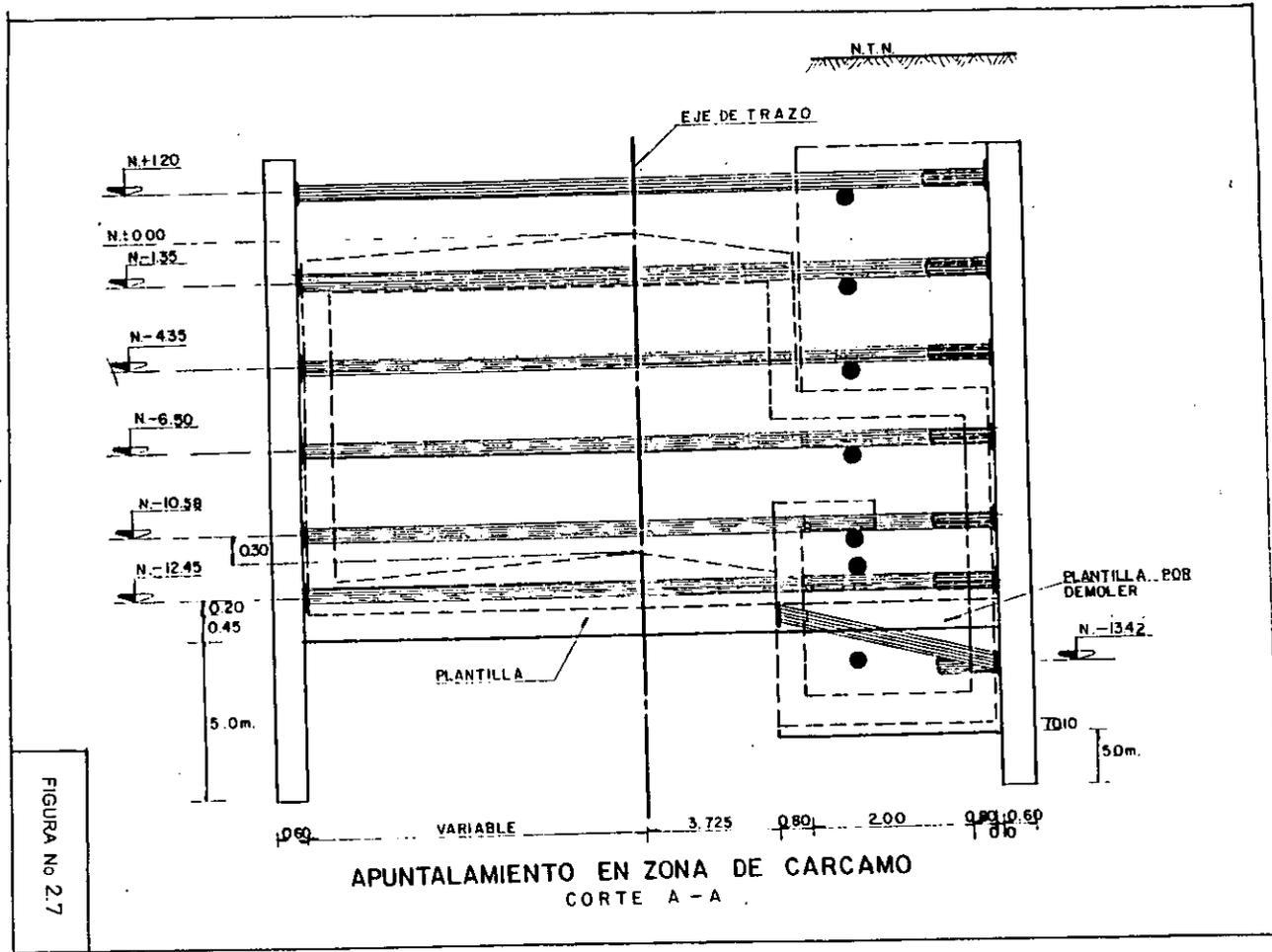


FIGURA No 2.7

2. ALCANZADA LA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE DEL CAJÓN DEL METRO, SE COLÓ UNA PLANTILLA DE 45 cm DE ESPESOR TANTO EN LA ZONA DEL CAJÓN COMO EN LA DEL CÁRCAMO.

3. TRES HORAS DESPUÉS SE PUDO RETIRAR EL SEXTO NIVEL DE PUNTALES Y SE INICIÓ EL ARMADO Y COLADO DE LA LOSA DE FONDO EN LA LOSA DEL CAJÓN DEL METRO, COMO SE MUESTRA EN LA FIGURA No. 2.7.

4. VEINTICUATRO HORAS DESPUÉS DE COLADA LA LOSA DE FONDO DEL CAJÓN DEL METRO, SE VOLVIÓ A COLOCAR EL SEXTO NIVEL DE PUNTALES, SÓLO QUE AHORA ÉSTE SE APOYÓ DEL EXTREMO SUR DE LA LOSA DE FONDO DEL CAJÓN Y EL MURO TABLESTACA DEL NICHOS DE CÁRCAMO.

5. HECHO LO ANTERIOR, SE PROCEDIÓ A DEMOLER LA PLANTILLA EN LA ZONA DEL CÁRCAMO E INMEDIATAMENTE DESPUÉS SE REALIZÓ SU EXCAVACIÓN ENTRE PAREDES VERTICALES, HASTA DESCUBRIR EL PUNTO DE APLICACIÓN DE UN SÉPTIMO NIVEL DE PUNTALES, EL CUAL SE APOYÓ EN EL OTRO EXTREMO EN LA PLANTILLA DEL CAJÓN DEL METRO, TAL Y COMO SE MUESTRA EN LA FIGURA No. 2.7.

COLOCADO EL SÉPTIMO NIVEL DE PUNTALES EN LA ZONA DEL CÁRCAMO, SE CONTINUÓ CON LA EXCAVACIÓN HASTA ALCANZAR EL NIVEL DE PROYECTO.

6. INMEDIATAMENTE DESPUÉS DE ALCANZADO EL NIVEL MÁXIMO DE EXCAVACIÓN, SE COLÓ UNA PLANTILLA DE CONCRETO SIMPLE DE 10 cm DE ESPESOR, PROVISTA CON ADITIVO ACELERANTE DE FRAGUADO.

7. UNA HORA DESPUÉS DE COLADA LA PLANTILLA, SE INICIÓ EL ARMADO Y COLADO DE LA LOSA DE FONDO DEL CÁRCAMO, DEJANDO EN ÉSTA LAS PREPARACIONES PARA EL COLADO POSTERIOR DE LOS MUROS ESTRUCTURALES.

EL TIEMPO DE COLADO DE LA LOSA NO EXCEDIÓ DE TRES HORAS CONTADAS A PARTIR DEL MOMENTO EN QUE SE INICIÓ LA DEMOLICIÓN DE LA PLANTILLA.

8. VEINTICUATRO HORAS DESPUÉS DE COLADA LA LOSA DEL CÁRCAMO, SE COLARON LOS MUROS DE ÉSTE, HACIENDO LA LIGA ESTRUCTURAL DE LA LOSA DE FONDO DEL CAJÓN DEL METRO CON EL MURO CENTRAL DEL CÁRCAMO. SIMULTÁNEAMENTE A ÉSTO, SE ARMÓ Y COLÓ EL MURO ESTRUCTURAL NORTE DEL CAJÓN DEL METRO HASTA EL NIVEL INDICADO EN EL PROYECTO ESTRUCTURAL CORRESPONDIENTE, ASÍ COMO LA TRABE T-1 QUE VA AHOGADA EN ÉSTE.

9. HECHO LO ANTERIOR, SE CIMBRÓ, ARMÓ Y COLÓ LA LOSA DE TECHO DEL CÁRCAMO, DEJANDO LAS PREPARACIONES PARA CONTINUAR EL ARMADO DEL MURO CENTRAL DEL CAJÓN.

10. A CONTINUACIÓN SE PROSIGUIÓ CON EL ARMADO DE LOS MUROS SUR Y TRABE T-1 AHOGADA EN ÉSTOS PARA POSTERIORMENTE COLARLOS HASTA EL NIVEL INDICADO EN EL PROYECTO ESTRUCTURAL CORRESPONDIENTE, DEJANDO LAS PLACAS DE APOYO PARA LAS PÉRGOLAS METÁLICAS. VEINTICUATRO HORAS DESPUÉS SE PUDIERON COLOCAR LAS PÉRGOLAS METÁLICAS Y CUANDO EL MURO ADQUIRIÓ LA RESISTENCIA ESPECIFICADA, SE PUDIERON RETIRAR LOS PUNTALES HASTA EL TERCER NIVEL EN TODA LA SECCIÓN.

11. VEINTICUATRO HORAS DESPUÉS DE COLADOS LOS MUROS, SE PUDIERON COLOCAR LAS TABLETAS Y COLAR EL FIRME DE COMPRESIÓN; VEINTICUATRO HORAS DESPUÉS, SE PUDO RETIRAR EL SEGUNDO NIVEL DE PUNTALES. CUANDO EL FIRME DE COMPRESIÓN ALCANZÓ LA RESISTENCIA ESPECIFICADA, SE COLOCÓ EL RELLENO HASTA 30 cm ABAJO DEL PRIMER NIVEL DE PUNTALES Y SE PROCEDIÓ A RETIRAR ÉSTE PARA CONTINUAR CON EL RELLENO HASTA SU NIVEL DE PROYECTO PARA POSTERIORMENTE RESTITUIR EL PAVIMENTO.

## **2.8 ZONA DEL MUÑÓN.**

LA EXCAVACIÓN, APUNTALAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE ESTA ZONA, SE LLEVARON A CABO SIGUIENDO LOS LINEAMIENTOS EXPUESTOS EN EL INCISO 2.5 DE ESTE CAPÍTULO, ASÍ COMO LO MOSTRADO EN LAS FIGURAS Nos. 2.8 Y 2.9 Y LAS CONSIDERACIONES QUE A CONTINUACIÓN SE INDICAN.

1. SE COLOCARON LOS SEIS NIVELES DE PUNTALES SIN RETIRAR NINGUNO INTERMEDIO DURANTE EL PROCESO DE EXCAVACIÓN. EL QUINTO Y SEXTO NIVEL DE PUNTALES SE COLOCARON 30 cm ARRIBA DEL NIVEL DE SUBRASANTE Y 20 cm ARRIBA DEL LECHO SUPERIOR DE LA PLANTILLA RESPECTIVAMENTE.

2. EN LA LOSA DE FONDO SE DEJARON LAS PREPARACIONES PARA EL ARMADO DE LOS MUROS ESTRUCTURALES Y DEL MUÑÓN.

3. VEINTICUATRO HORAS DESPUÉS DE COLADA LA LOSA DE FONDO Y RETIRADOS EL SEXTO Y QUINTO NIVEL DE PUNTALES DE LA FORMA INDICADA EN EL INCISO 2.5 DE ESTE CAPÍTULO, SE ARMARON, CIMBRARON Y COLARON LOS MUROS ESTRUCTURALES, TRABES T-1 QUE VAN AHOGADAS EN ESTOS MUROS Y EL MUÑÓN HASTA EL NIVEL INDICADO EN EL

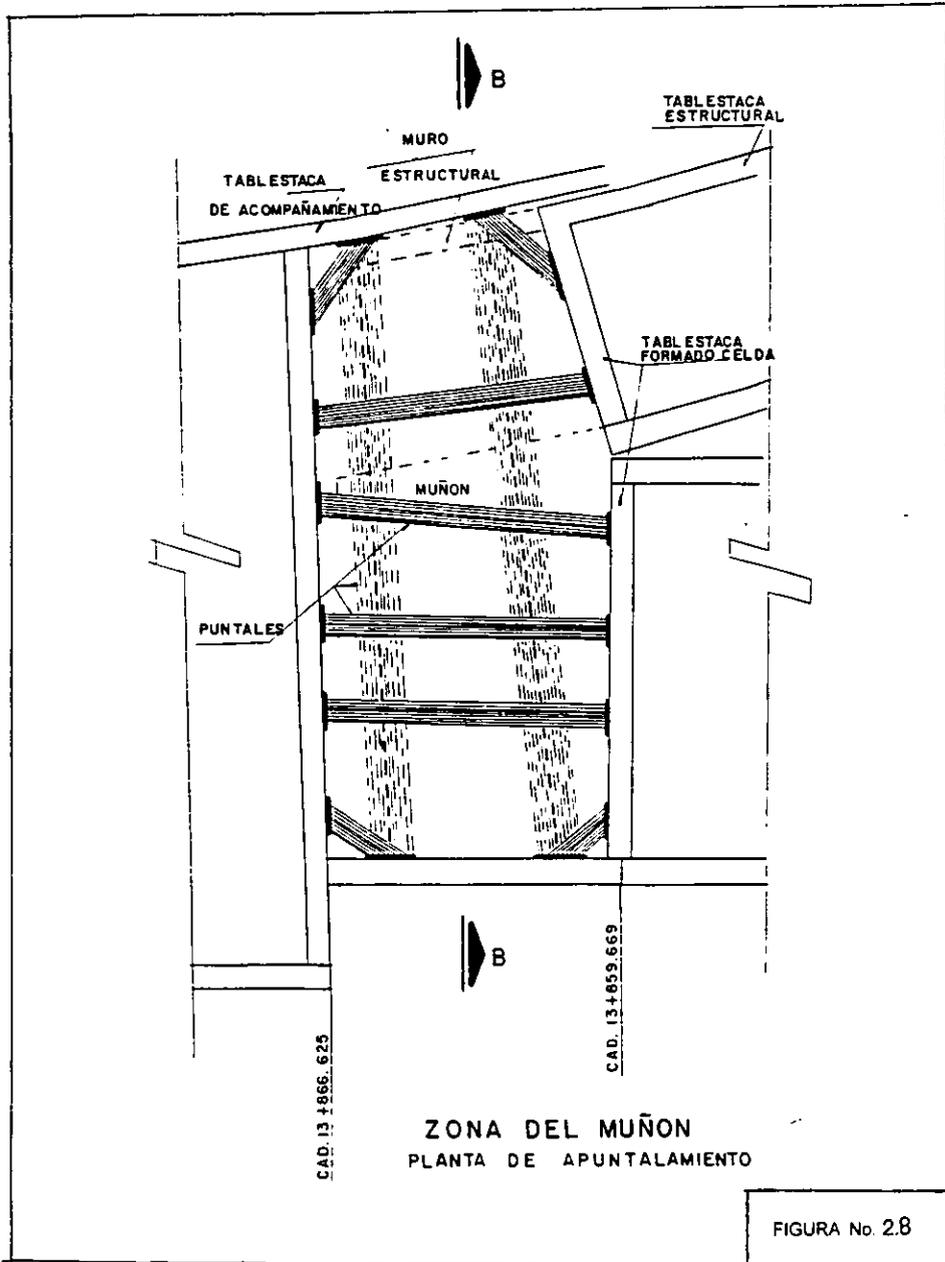


FIGURA No. 2.8

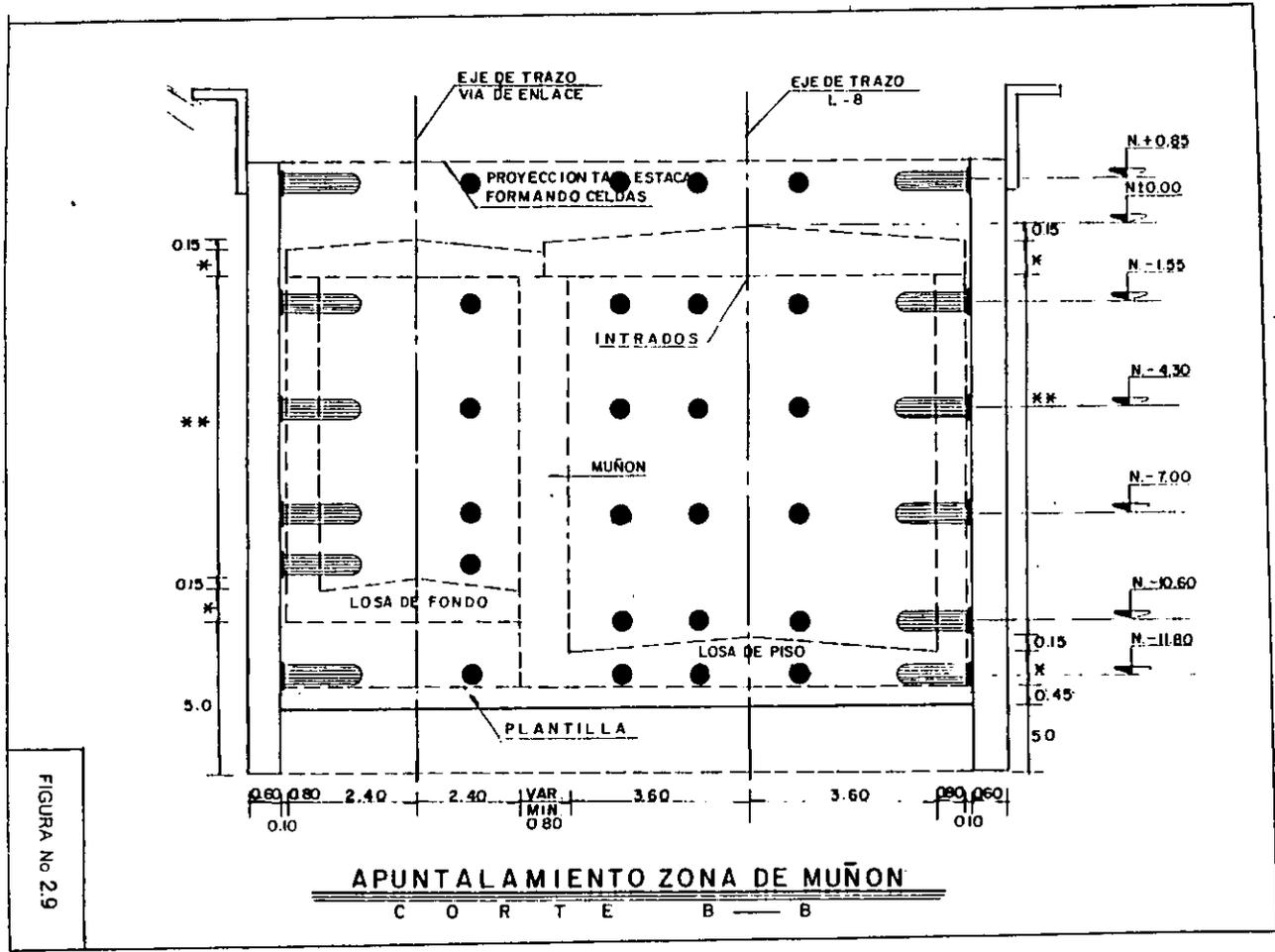


FIGURA No 2.9

PROYECTO ESTRUCTURAL CORRESPONDIENTE. ADEMÁS SE COLOCARON LAS PLACAS METÁLICAS PARA RECIBIR LAS PÉRGOLAS Y COLOCARLAS.

4. CUANDO LOS MUROS ADQUIRIERON SU RESISTENCIA ESPECIFICADA, SE RETIRARON EL TERCER Y CUARTO NIVEL DE PUNTALES.

5. HECHO LO ANTERIOR, SE PUDIERON COLOCAR LAS TABLETAS PREFABRICADAS Y SOBRE DE ÉSTAS SE ARMÓ Y COLÓ EL FIRME DE COMPRESIÓN.

6. VEINTICUATRO HORAS DESPUÉS DE COLADO EL FIRME DE COMPRESIÓN, SE PUDO RETIRAR EL SEGUNDO NIVEL DE PUNTALES.

7. CUANDO EL FIRME DE COMPRESIÓN ADQUIRIÓ LA RESISTENCIA MÍNIMA ESPECIFICADA, SE COLOCÓ EL RELLENO HASTA 30 cm ABAJO DEL PRIMER NIVEL DE PUNTALES PARA PROCEDER A RETIRAR ÉSTE.

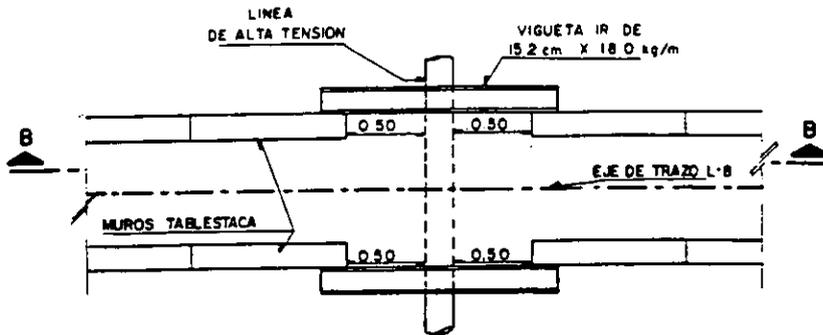
8. REALIZADO LO ANTERIOR, SE PUDO CONTINUAR CON EL RELLENO HASTA ALCANZAR EL NIVEL DE PROYECTO, PARA POSTERIORMENTE RESTITUIR EL PAVIMENTO.

9. EL MATERIAL DE RELLENO, ASÍ COMO LA RESTITUCIÓN DEL PAVIMENTO SE REALIZARON DE ACUERDO A LOS LINEAMIENTOS INDICADOS EN LAS ESPECIFICACIONES COMPLEMENTARIAS CORRESPONDIENTES.

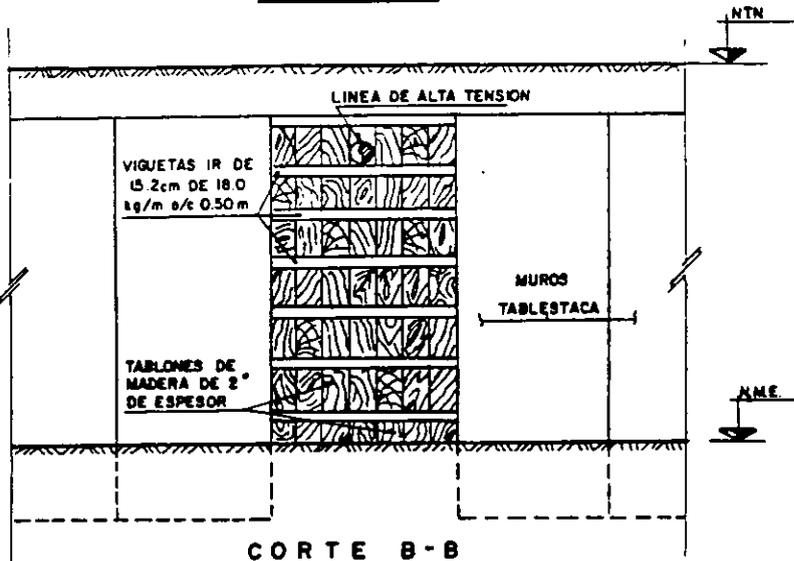
## **2.9 ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN EN ZONAS DONDE CRUZABAN LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN.**

DEBIDO A QUE EN ESTE SUBTRAMO SE LOCALIZABAN LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN QUE CRUZABAN EL CAJÓN DEL METRO Y POR TAL MOTIVO NO SE CONSTRUYÓ MURO TABLESTACA A 0.50 m A AMBOS LADOS DE ÉSTAS, SE COLOCARON EN ESTAS ZONAS UNAS ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN A BASE DE VIGUETAS HORIZONTALES Y TABLONES DE MADERA PARA SOSTENER TEMPORALMENTE AL TERRENO, DE LA MANERA QUE SE INDICA A CONTINUACIÓN:

1. CONFORME SE PROFUNDIZÓ LA EXCAVACIÓN DEL CAJÓN DEL METRO, SE FUERON COLOCANDO VIGUETAS HORIZONTALES DE ACERO IR DE 15.2 cm DE 18.00 Kg/m A CADA 0.50 m, SOLDADAS AL ARMADO DE LOS MUROS TABLESTACA PREVIAMENTE DESCUBIERTO CON EL PATÍN HACIA EL FRENTE. ENTRE VIGUETA Y VIGUETA SE COLOCARON TABLONES DE MADERA DE 2" DE ESPESOR CONFORME A LO QUE SE INDICA EN LA FIGURA No. 2.10.
2. UNA VEZ QUE SE COLOCÓ LA ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN EN TODA LA ALTURA DE LA EXCAVACIÓN, SE COLÓ LA PARTE DEL MURO TABLESTACA QUE NO FUÉ COLADA DESDE LA SUPERFICIE EN ESTAS ZONAS.
3. POSTERIORMENTE SE ESTRUCTURÓ EL CAJÓN DEL METRO DE ACUERDO A LO INDICADO EN EL PROYECTO ESTRUCTURAL CORRESPONDIENTE.



**PLANTA**



**CORTE B-B**

**ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN EN ZONA DE CRUCE CON LINEAS DE ALTA TENSION**

FIGURA No. 2.10

## **2.10 CONTROL DE FILTRACIONES.**

EL AGUA PRODUCTO DE LAS FILTRACIONES QUE SE PRESENTARON DURANTE LA EXCAVACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DESCRITO Y QUE NO FUÉ POSIBLE "ACHICAR" CON LOS POZOS DE BOMBEO, SE CONTROLÓ POR MEDIO DE PEQUEÑOS CÁRCAMOS RELLENOS DE GRAVA PARA EVITAR EL ARRASTRE DE FINOS, CONSTRUÍDOS EN LOS SITIOS DONDE FUÉ NECESARIO Y COMUNICADOS ENTRE SÍ POR MEDIO DE ZANJAS, DESDE LOS CUALES SE EXTRAJO EL AGUA CON BOMBAS AUTOCEBANTES.

LA EXTRACCIÓN DEL AGUA SE DEBIÓ REALIZAR CON UN NÚMERO SUFICIENTE DE BOMBAS DE TAL MANERA QUE EL FONDO DE LA EXCAVACIÓN PERMANECIERA SIEMPRE ESTANCO.

### **NOTAS IMPORTANTES. 2.11.1**

1. NO SE INICIÓ UNA ETAPA DE EXCAVACIÓN, SIN ANTES HABER CUMPLIDO CON EL TIEMPO DE BOMBEO PREVIO ESPECIFICADO.

2. UNA VEZ INICIADA LA EXCAVACIÓN DE CUALQUIER ETAPA, NO ERA CONVENIENTE INTERRUMPIRLA SI NO SE HABÍA ALCANZADO LA MÁXIMA PROFUNDIDAD DE PROYECTO, COLADA LA PLANTILLA Y LOSA DE FONDO. EN LOS CASOS EN QUE FUÉ NECESARIO INTERRUMPIRLA POR UN FIN DE SEMANA, DÍA FESTIVO O CUALQUIER OTRA CAUSA, LA PROFUNDIDAD EN QUE SE SUSPENDIÓ LA EXCAVACIÓN NO FUÉ MAYOR DE 5.00 m CONTADOS A PARTIR DEL NIVEL DEL TERRENO NATURAL.

3. LOS PUNTALES SE COLOCARON EN EL MOMENTO EN QUE LA EXCAVACIÓN DESCUBRIÓ SUS PUNTOS DE APLICACIÓN, NO DEBIENDO CONTINUAR ÉSTA SI LOS PUNTALES NO HABÍAN SIDO COLOCADOS.

4. INMEDIATAMENTE DESPUÉS DE COLOCAR CADA PUNTAL, ÉSTE SE SUJETÓ DE SUS EXTREMOS POR MEDIO DE CABLES DE ACERO, LOS CUALES SE COLGARON DE LAS VARILLAS DE LOS MUROS TABLESTACA.

5. LOS PUNTALES SE APOYARON SOBRE CONCRETO SANO; CUANDO EN LOS NIVELES DE APUNTALAMIENTO EL CONCRETO SE ENCONTRABA CONTAMINADO, ERA NECESARIO RECONSTRUIR ESTA ZONA DE TAL MANERA QUE GARANTIZARA LA CONTINUIDAD ESTRUCTURAL.

6. LA PRECARGA EN LOS PUNTALES SE VERIFICABA Y MEDÍA POR LO MENOS EN CADA TURNO DE 12 HORAS DE TRABAJO.

7. NO DEBIÓ COLOCARSE NINGUNA SOBRECARGA DEBIDA A LA REZAGA O MATERIALES EN LAS ZONAS ADYACENTES A LOS MUROS TABLESTACA EN UNA LONGITUD MENOR DE 5.00 METROS.

8. EN EL COLADO DE LOS MUROS TABLESTACA SE UTILIZÓ LODO BENTONÍTICO PARA EL ADEME DE LA ZANJA Y SU NIVEL DEBIÓ ESTAR A 0.50 m ABAJO DEL NIVEL DEL TERRENO NATURAL. ADEMÁS SE CONTÓ CON LODO BENTONÍTICO EN LA OBRA PARA MANTENER EL NIVEL ARRIBA INDICADO, ASÍ COMO YESO Y ASERRÍN PARA EL CASO DE QUE SE PRESENTARAN PÉRDIDAS EN EL VOLUMEN DEL LODO DURANTE LA EXCAVACIÓN DE LA ZANJA.

9. EL TIEMPO MÁXIMO PARA CONCLUIR LA ESTRUCTURACIÓN Y RELLENO HASTA EL PRIMER NIVEL DE PUNTALES DE UNA CELDA, FUÉ DE CUATRO SEMANAS; EN LOS CASOS EN QUE SE REQUIRIÓ MAYOR TIEMPO, SE DEBIÓ PROCEDER A LA COLOCACIÓN DE UN LASTRE QUE EN SU ETAPA INICIAL FUÉ DE 6 Ton/m<sup>2</sup> Y SE FUÉ RETIRANDO CONFORME AVANZÓ LA ESTRUCTURACIÓN.

10. EN LAS ZONAS DONDE NO SE PUDO CONSTRUIR MUROS TABLESTACA DEBIDO A LA PRESENCIA DE INSTALACIONES MUNICIPALES, SE CONSTRUYERON MUROS PANTALLA DE LODO FRAGUANTE.

11. LA DEMOLICIÓN DE LOS MUROS AUXILIARES SE REALIZÓ A PARTIR DEL INTRADOS HACIA ABAJO, CON EL OBJETO DE QUE ESTA DEMOLICIÓN SIEMPRE ESTUVIERA APOYADA SOBRE LA PATA DE LOS MISMOS.

**CAPITULO 3**  
**EXCAVACION POR TUNELEO FALSO**  
**( SOLUCION C )**

## **CAPÍTULO 3**

### **PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO MEDIANTE EXCAVACIÓN POR TUNELEO FALSO.**

EN EL CRUCE DE LA LÍNEA 8 CON LA LÍNEA 9 DEL TRAMO LA VIGA-CHABACANO SE ELIGIÓ EL MÉTODO DE EXCAVACIÓN POR TUNELEO FALSO, DESCRITO A CONTINUACIÓN.

#### **GENERALIDADES.**

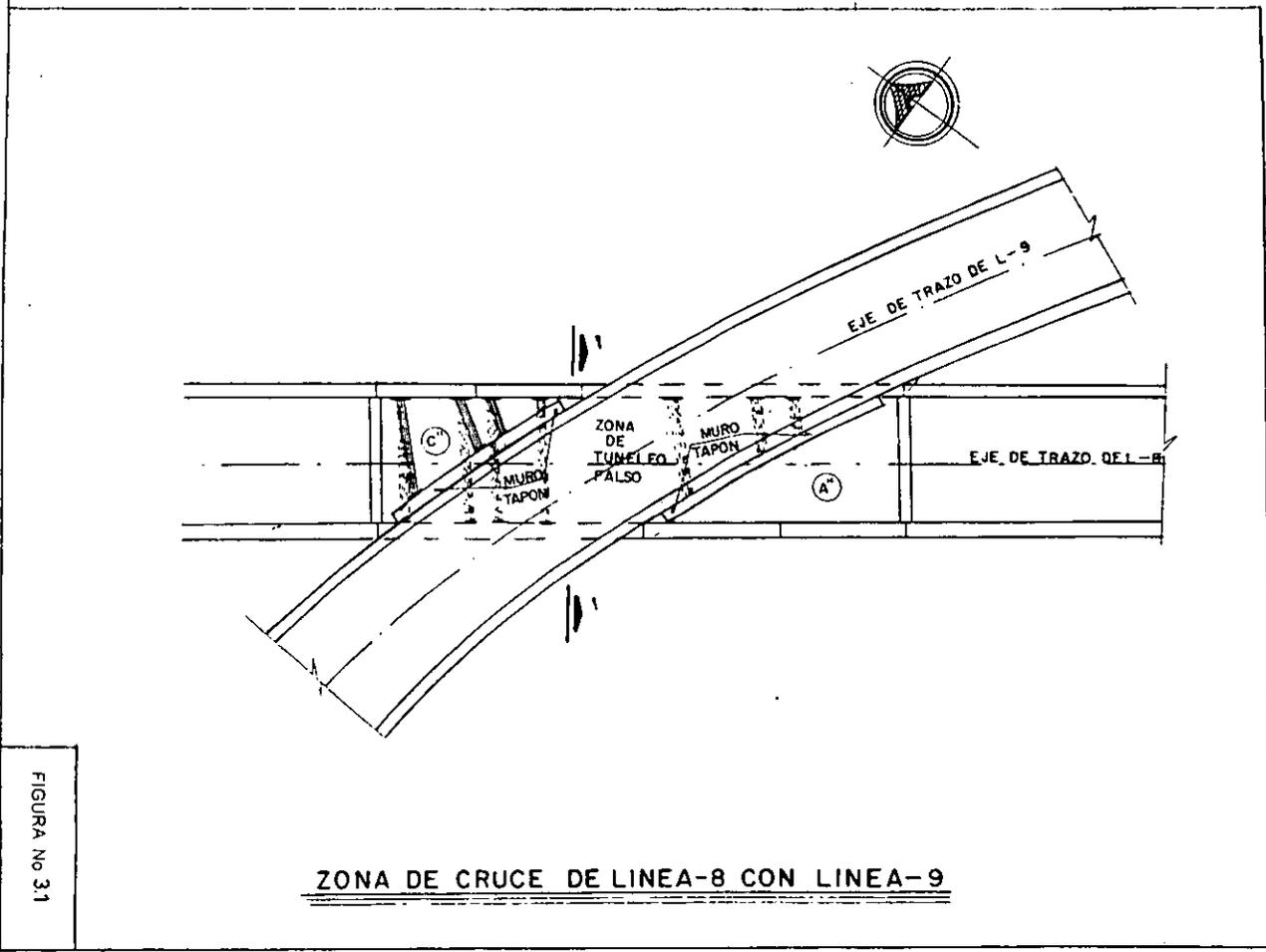
PARA INICIAR EL TUNELEO FALSO EN LA ZONA DE CRUCE DE LA LÍNEA 8 CON LA LÍNEA 9, FUÉ CONDICIÓN NECESARIA QUE ESTUVIERAN EXCAVADAS Y ESTRUCTURADAS LAS CELDAS "A" Y "C" Y COLOCADO EL RELLENO HASTA EL PRIMER NIVEL DE PUNTALES.

#### **PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.**

##### **3.1 CONSTRUCCIÓN DE LAS CELDAS "A" Y "C".**

PARA PODER INICIAR LA EXCAVACIÓN DE LAS CELDAS A Y C LOCALIZADAS EN EL CRUCE CON LA LÍNEA 9 (FIGURA. 3.1), FUÉ CONDICIÓN NECESARIA QUE SE ENCONTRARAN ESTRUCTURADAS HASTA LOSA SUPERIOR LAS CELDAS 1 Y 1".

PREVIO A LA EXCAVACIÓN DE LAS CELDAS A Y C, DEBIERON TENERSE AL PIE DE LA OBRA LOS DADOS PREFABRICADOS INDICADOS EN LAS FIGURAS 3.2 Y 3.3 CUYAS DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS FUERON LAS INDICADAS POR EL DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS; DICHS DADOS DEBIERON TENER EL 100% DE SU RESISTENCIA DE PROYECTO ANTES DE SER COLOCADOS EN SU POSICIÓN CORRESPONDIENTE Y UNIDOS CON SOLDADURA A LA SECCIÓN EN CAJÓN QUE FORMARON LAS VIGUETAS "I" SOBRE LAS QUE SE APOYARON LOS PUNTALES. VER FIGURA No. 3.3.



ZONA DE CRUCE DE LINEA-8 CON LINEA-9

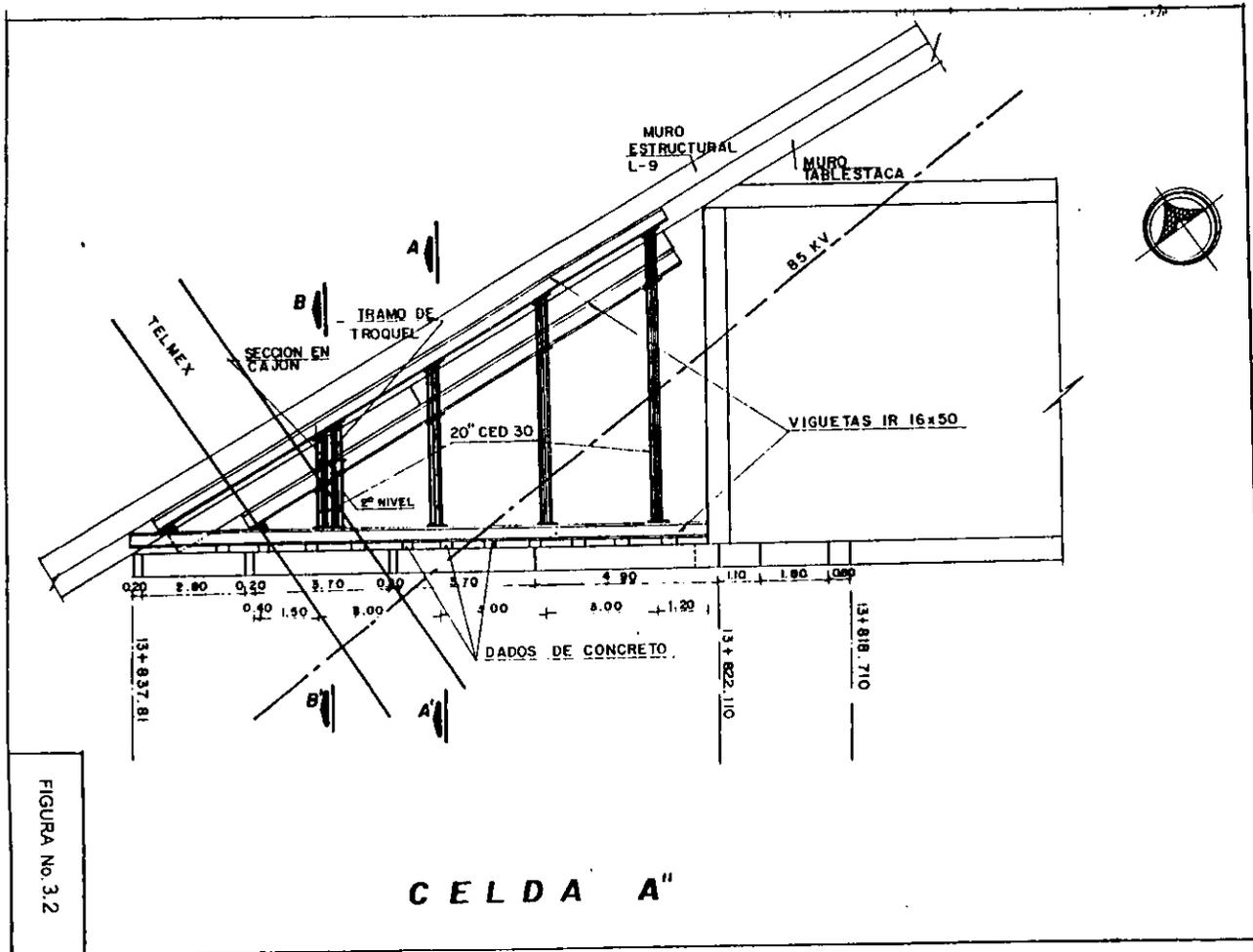
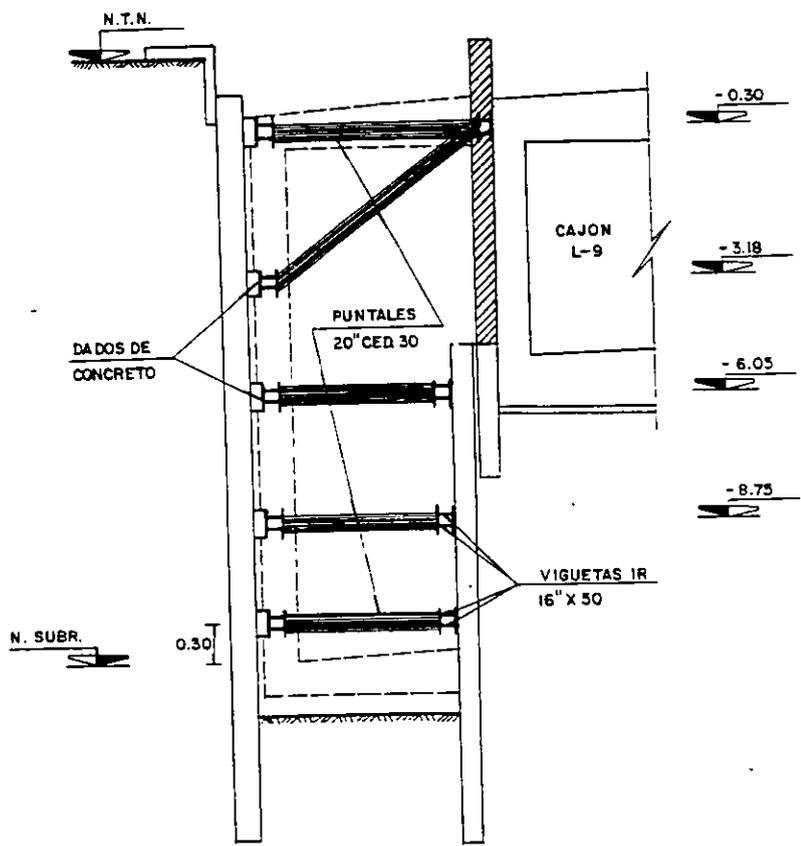


FIGURA No. 3.2

CELDA A''



 ZONA POR DEMOLER

CORTE A-A'

FIGURA No 3.3

LA EXCAVACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CAJÓN DEL METRO EN ESTA ZONA, SE EFECTUÓ A CIELO ABIERTO ENTRE UNA ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN FORMADA POR MUROS TABLESTACA DE ACUERDO A LOS LINEAMIENTOS INDICADOS A CONTINUACIÓN:

SE INICIÓ LA EXCAVACIÓN A PARTIR DEL NIVEL DE TERRENO NATURAL Y CONFORME ÉSTA AVANZÓ PUDO DEMOLERSE EL MURO TABLESTACA DE ACOMPAÑAMIENTO DE LA LÍNEA 9, Y SE SUSPENDIÓ CUANDO LA EXCAVACIÓN ALCANZÓ 30 cm ABAJO DEL PRIMER NIVEL DE PUNTALES; EN ESE MOMENTO SE PROCEDIÓ A HINCAR UNA SECCIÓN EN CAJÓN HASTA 3.00 m ABAJO DEL NIVEL DE REMATE DEL MURO TAPÓN, LA CUAL SIRVIÓ PARA APOYAR LOS TROQUELES DE LOS NIVELES 1º, 2º Y 3º LOCALIZADOS EN LA ZONA MÁS ANGOSTA DE LA CELDA, VER FIGURAS Nos. 3.2 Y 3.4.

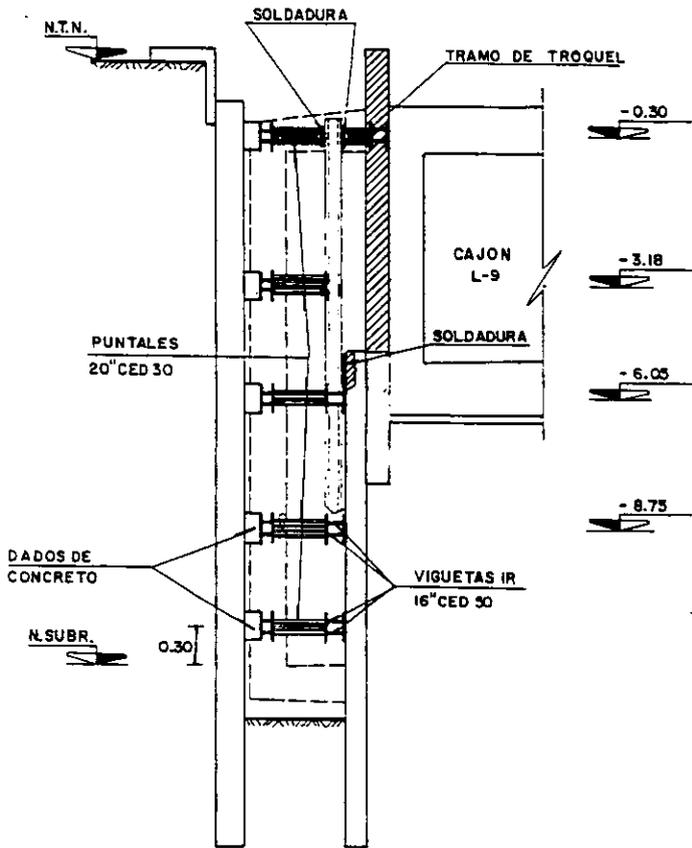
LAS CARACTERÍSTICAS DE LA SECCIÓN EN CAJÓN QUE SE HINCÓ EN EL TERRENO SE MUESTRAN EN LA FIGURA No. 3.6.

SIMULTÁNEAMENTE CON EL HINCADO DE LA SECCIÓN EN CAJÓN SE COLOCÓ LA ESTRUCTURA FORMADA POR DADOS Y VIGUETAS SOBRE LA QUE SE APOYARON LOS PUNTALES, PROCEDIENDO DE INMEDIATO A LA COLOCACIÓN DE LOS MISMOS.

PARA FIJAR EL EXTREMO SUPERIOR DE LA SECCIÓN EN CAJÓN PREVIAMENTE HINCADA, SE DEBIÓ COLOCAR UN TRAMO DE TROQUEL A LAS VIGUETAS HORIZONTALES, EL CUAL SE SUJETÓ CON SOLDADURA EN SUS DOS EXTREMOS ( FIGURA No. 3.4).

LA ESTRUCTURA FORMADA POR DADOS Y VIGUETAS, ASÍ COMO LOS PUNTALES DEBIERON SUJETARSE CON ESTROBOS AL ARMADO DE LOS MUROS TABLESTACA.

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



 ZONA POR DEMOLER

CORTE B-B'

FIGURA No 3.4

EN LAS FIGURAS Nos. 3.3 Y 3.4 SE INDICAN LOS NIVELES EN LOS QUE SE COLOCARON LOS PUNTALES ASÍ COMO LAS CARACTERÍSTICAS DE ÉSTOS. LA PRECARGA CON QUE DEBIERON COLOCARSE LOS PUNTALES EN SUS DIFERENTES NIVELES SON LOS SIGUIENTES.

- DEL PRIMER AL TERCER NIVEL 30 Ton.
- DEL CUARTO AL QUINTO NIVEL 60 Ton.

POSTERIORMENTE SE PUDO CONTINUAR CON LA EXCAVACIÓN HASTA QUE ÉSTA ALCANZÓ 30 cm ABAJO DE LA POSICIÓN CORRESPONDIENTE AL SEGUNDO NIVEL DE PUNTALES, PROCEDIENDO DE INMEDIATO A LA COLOCACIÓN DE LOS MISMOS. ESTOS TROQUELES SE COLOCARON INCLINADOS, APOYÁNDOSE A LA ALTURA DE LA LOSA SUPERIOR DEL CAJÓN DE LÍNEA 9 SOBRE LAS VIGUETAS COLOCADAS EN EL PRIMER NIVEL, A EXCEPCIÓN DEL TROQUEL LOCALIZADO EN LA ZONA MÁS ESTRANGULADA DE LA CELDA, EL CUAL SE COLOCÓ HORIZONTAL APOYÁNDOSE SOBRE LA SECCIÓN EN CAJÓN PREVIAMENTE HINCADA, VER FIGURAS 3.2 Y 3.4.

POSTERIORMENTE SE CONTINUÓ CON LA EXCAVACIÓN HASTA QUE ÉSTA ALCANZÓ EL NIVEL -5.75 DONDE SE SUSPENDIÓ MOMENTÁNEAMENTE PARA DEMOLER LOCALMENTE EL MURO TAPÓN HASTA DESCUBRIR SU ACERO DE REFUERZO Y SOLDAR A ÉSTE LA SECCIÓN EN CAJÓN HINCADA, VER FIGURA No. 3.4. LA DEMOLICIÓN DEL MURO TABLESTACA DE LA LÍNEA 9 CONCLUYÓ EN ESTE MISMO NIVEL, REALIZADO LO ANTERIOR SE CORTÓ DICHA SECCIÓN Y SE CONTINUÓ CON LA EXCAVACIÓN HASTA QUE ÉSTA ALCANZÓ 30 cm ABAJO DE LA POSICIÓN CORRESPONDIENTE AL TERCER NIVEL DE TROQUELES, PROCEDIENDO DE INMEDIATO A LA COLOCACIÓN DE LOS MISMOS.

ESTE PROCESO DE EXCAVACIÓN Y COLOCACIÓN DE TROQUELES SE REPITIÓ HASTA ALCANZAR EL NIVEL MÁXIMO DE EXCAVACIÓN, PROCEDIENDO DE INMEDIATO A COLAR UNA PLANTILLA DE CONCRETO SIMPLE DE 45 cm DE ESPESOR PROVISTA DE ADITIVO

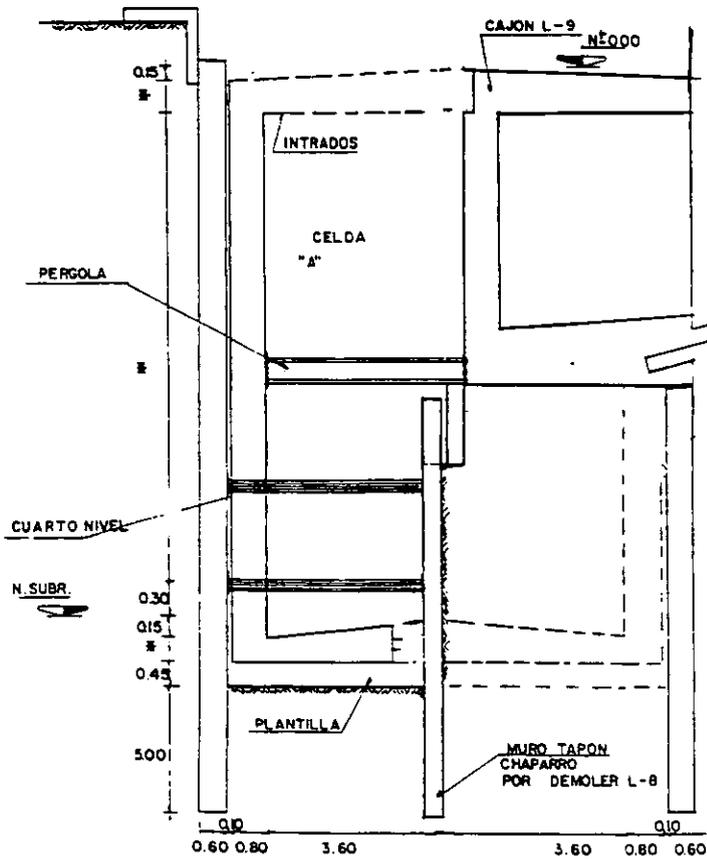
ACELERANTE DE FRAGUADO. UNA VEZ QUE ESTA PLANTILLA ALCANZÓ UNA RESISTENCIA DE 100 kg/cm<sup>2</sup> LO CUAL NO EXCEDIÓ UN PLAZO DE TRES HORAS, SE INICIÓ EL ARMADO Y COLADO DE LA LOSA DE FONDO, DEJANDO LAS PREPARACIONES NECESARIAS PARA SU LIGA CON LA PARTE RESTANTE, QUE SE CONSTRUYÓ UNA VEZ QUE SE EXCAVÓ BAJO LA LÍNEA 9 Y SE DEMOLIÓ EL MURO TAPÓN.

EL TIEMPO MÁXIMO A TRANSCURRIR PARA EL ARMADO Y COLADO DE LA LOSA DE FONDO FUÉ DE 11 HORAS CONTADAS A PARTIR DEL MOMENTO DE HABER CONCLUÍDO EL COLADO DE LA PLANTILLA. UNA VEZ QUE LA LOSA DE FONDO ADQUIRIÓ EL 80% DE SU RESISTENCIA DE PROYECTO, SE INICIÓ EL ARMADO DEL MURO ESTRUCTURAL Y EL COLADO DEL MISMO.

CUANDO EL MURO ESTRUCTURAL ADQUIRIÓ SU RESISTENCIA DE PROYECTO, SE PROCEDIÓ A DEMOLER LOCALMENTE EL MURO TABLESTACA DE ACOMPAÑAMIENTO DE LA LÍNEA 9 Y EL REMATE DEL MURO TAPÓN DE LA LÍNEA 8, CON LA FINALIDAD DE COLOCAR LAS PÉRGOLAS Y APOYAR LA LOSA DE TECHO EN EL CAJÓN DE LA LÍNEA 9 (VER FIGURA No. 3.5) REALIZADA LA DEMOLICIÓN SE HABILITÓ LA CIMBRA, EL ARMADO Y COLADO DE LA LOSA SUPERIOR.

LOS SITIOS DONDE LOS PUNTALES INTERFERÍAN LA CONSTRUCCIÓN DE LA LOSA SUPERIOR (VENTANAS), SE COLARON POSTERIORMENTE UNA VEZ QUE ESTOS PUNTALES FUERON RETIRADOS, UTILIZANDO CONCRETO PROVISTO DE ADITIVO ESTABILIZADOR DE VOLUMEN

EL RETIRO DEL PRIMER Y SEGUNDO NIVEL DE PUNTALES SE HIZO CUANDO LA LOSA SUPERIOR ALCANZÓ SU RESISTENCIA DE PROYECTO. POSTERIORMENTE SE INICIÓ EL PROCESO DE RELLENO DE ACUERDO A LA ESPECIFICACIÓN COMPLEMENTARIA, HASTA EL NIVEL DE SUBRASANTE, DESDE DONDE SE RESTITUYÓ EL PAVIMENTO DE ACUERDO A LO DESCRITO EN LA ESPECIFICACIÓN COMPLEMENTARIA.CORRESPONDIENTE. UNA VEZ



CORTE 1-1

FIGURA No. 3.5

COLOCADA LA PÉRGOLA RESPECTIVA, SE PUDIERON RETIRAR LOS PUNTALES CORRESPONDIENTES AL TERCER NIVEL.

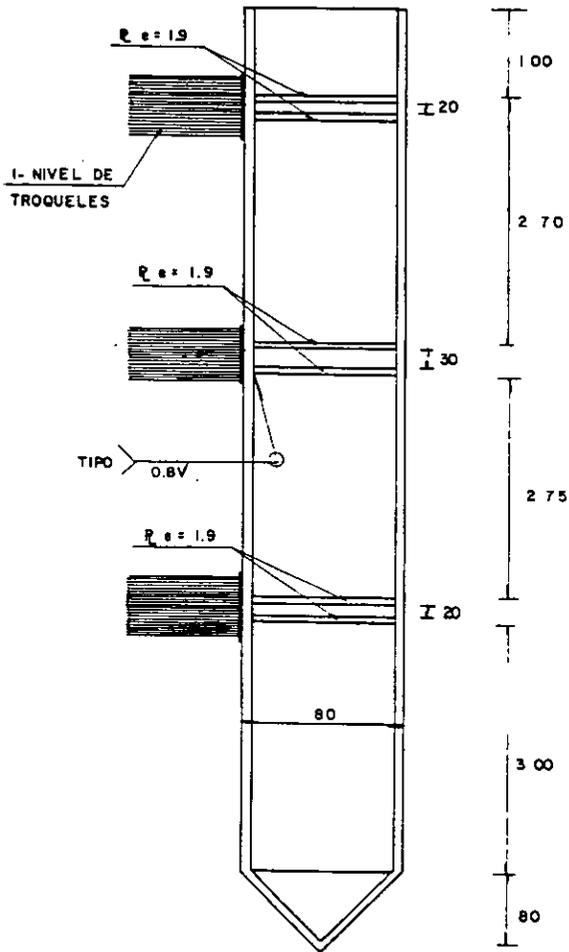
EL TUNELEO BAJO LA LÍNEA 9 SE EFECTUÓ DE ACUERDO A LO INDICADO EN LA ESPECIFICACIÓN CORRESPONDIENTE Y PUDO INICIARSE HASTA QUE LAS CELDAS A Y C CONTARON CON MUROS ESTRUCTURALES. ESTE TUNELEO NO ALCANZÓ LA ETAPA 4 SIN QUE SE HUBIERA COLADO LA LOSA SUPERIOR EN LA CELDA A. EL RETIRO DE LOS TROQUELES CORRESPONDIENTES AL QUINTO NIVEL PUDO REALIZARSE CUANDO LA LOSA DE PISO ALCANZÓ SU RESISTENCIA DE PROYECTO. EL RETIRO DEL CUARTO NIVEL DE TROQUELES SE REALIZÓ CUANDO LA EXCAVACIÓN BAJO LA LÍNEA 9 ALCANZÓ EL NIVEL DE -8.75

### **3.2 ZONA DE CRUCE CON LINEA 9.**

UNA VEZ EXCAVADAS Y ESTRUCTURADAS LAS CELDAS "A" Y "C" Y COLOCADO EL RELLENO HASTA EL PRIMER NIVEL DE PUNTALES, SE PUDO CONTINUAR CON EL TUNELEO FALSO EN LA ZONA DE CRUCE DE LA LÍNEA 8 CON LA LÍNEA 9.

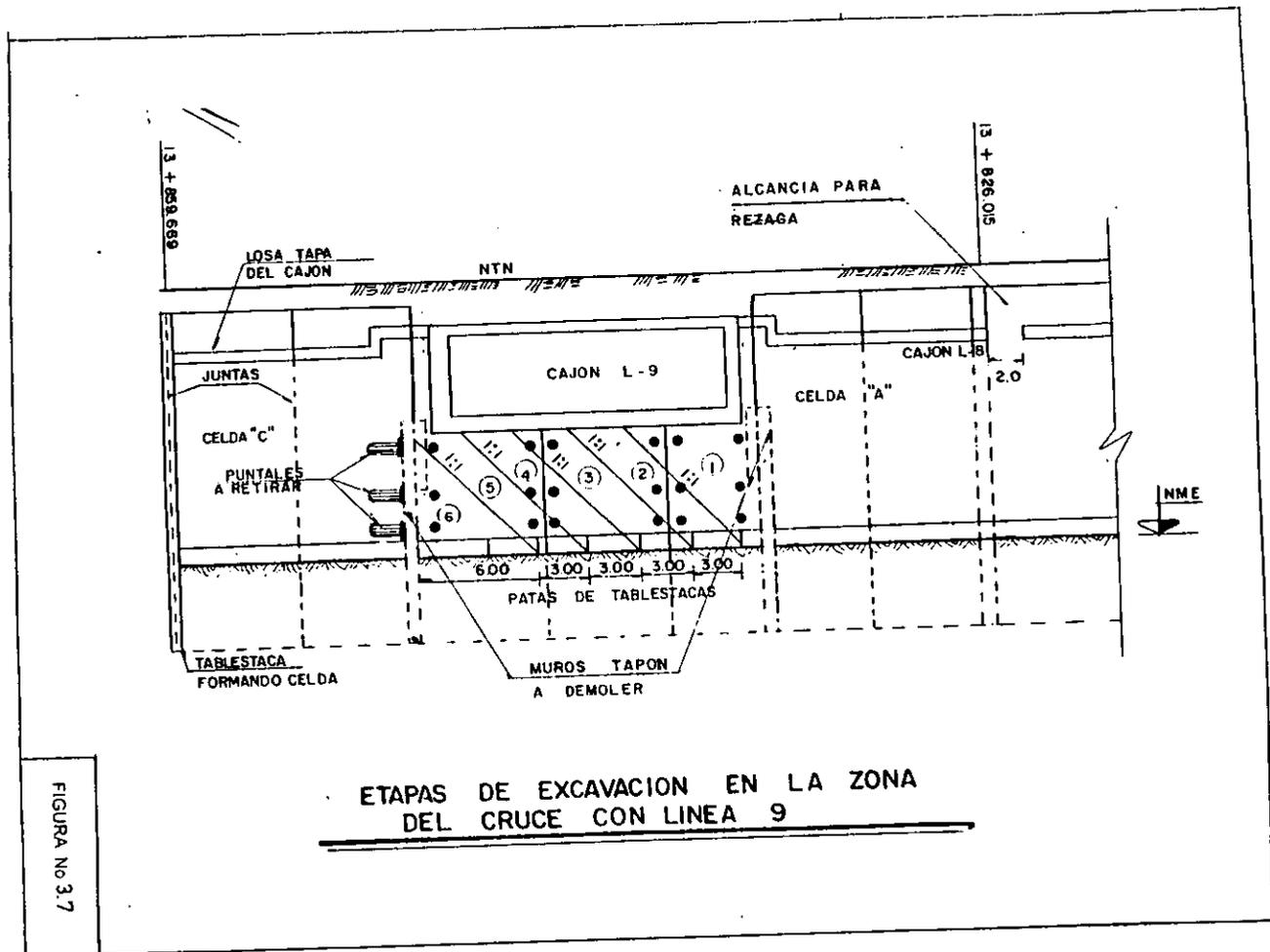
LOS MUROS TABLESTACA TAPÓN QUE DELIMITABAN LA ZONA DEL TUNELEO FALSO, TUVIERON COMO NIVEL DE DESPLANTE EL NIVEL DE LOS MUROS TABLESTACA DEL CAJÓN DE LA LÍNEA 8, MIENTRAS QUE SU NIVEL DE REMATE SE LOCALIZABA AL NIVEL DE SUBRASANTE DE LA LÍNEA 9. VER FIGURA No. 3.7.

EL TUNELEO SE REALIZÓ DESDE LA CELDA "A" Y SE INICIÓ CON LA DEMOLICIÓN DEL MURO TABLESTACA TAPÓN Y LA PARTE RESTANTE DEL MURO TABLESTACA DE ACOMPAÑAMIENTO DEL CAJÓN DE LA LÍNEA 9 (FIGURA No. 3.7). REALIZADO LO ANTERIOR, SE CONTINUÓ CON LA EXCAVACIÓN BAJO DEL CAJÓN DE LA LÍNEA 9 CON UN TALUD DE AVANCE 1:1 Y LONGITUD DE ETAPAS DE 3.0 m.



**SECCION EN CAJON**

FIGURA No.3.6



**ETAPAS DE EXCAVACION EN LA ZONA  
 DEL CRUCE CON LINEA 9**

FIGURA No 3.7

CONFORME EL TALUD DE LA EXCAVACIÓN DESCUBRIÓ LOS PUNTOS DE APLICACIÓN DE LOS PUNTALES. SE FUERON COLOCANDO ESTOS SUJETANDOLOS DE SUS EXTREMOS AL ARMADO DE LOS MUROS TABLESTACA. LA EXCAVACIÓN NO PODÍA CONTINUARSE SI NO SE HABÍAN COLOCADO LOS PUNTALES EN EL MOMENTO DE DESCUBRIR SUS PUNTOS DE APLICACIÓN

CUANDO LA EXCAVACIÓN ALCANZÓ EL NIVEL DE PROYECTO, SE PROCEDIÓ A COLAR UNA PLANTILLA DE CONCRETO SIMPLE DE 10 cm. DE ESPESOR, PROVISTA CON UN ADITIVO ACELERANTE DE FRAGUADO DOS HORAS DESPUÉS DE COLADA LA PLANTILLA, SE ARMÓ Y COLÓ LA LOSA DE FONDO. DEJANDO LAS PREPARACIONES PARA EL ARMADO DE LOS MUROS ESTRUCTURALES. DOCE HORAS DESPUÉS DE COLADA LA LOSA DE LA PRIMERA ETAPA, SE CONTINUÓ CON LA EXCAVACIÓN DE LA SEGUNDA ETAPA SIGUIENDO LOS LINEAMIENTOS ARRIBA INDICADOS.

ESTA SECUENCIA SE REPITIÓ LAS VECES QUE FUÉ NECESARIO HASTA CONCLUIR EL TUNELEO FALSO.

CUANDO SE TUVIERON TRES ETAPAS DE EXCAVACIÓN CON SUS LOSAS COLADAS, SE INICIÓ EL ARMADO Y COLADO DE LOS MUROS ESTRUCTURALES HASTA EL NIVEL DEL LECHO INFERIOR DE LA LÍNEA 9. CONFORME LA EXCAVACIÓN SE ACERCÓ AL MURO TAPÓN DEL LADO PONIENTE Y ÉSTA DESCUBRIÓ LOS PUNTOS DE APLICACIÓN DE LOS PUNTALES QUE LO SUJETABAN DE LA CELDA "C", ÉSTOS SE FUERON RETIRANDO.

#### **NOTAS IMPORTANTES**

1. NO SE INICIABA UNA ETAPA DE EXCAVACIÓN HASTA HABER CUMPLIDO CON EL TIEMPO DE BOMBEO PREVIO ESPECIFICADO.

2. LOS PUNTALES SE COLOCARON EN EL MOMENTO EN QUE LA EXCAVACIÓN DESCUBRIÓ SUS PUNTOS DE APLICACIÓN NO DEBIENDO CONTINUAR ÉSTA SI LOS PUNTALES NO HABÍAN SIDO COLOCADOS.

3. INMEDIATAMENTE DESPUÉS DE COLOCAR CADA PUNTAL, SE SUJETARON DE SUS EXTREMOS POR MEDIO DE CABLES DE ACERO , LOS CUALES SE COLGARON DE LAS VARILLAS DE LOS MUROS TABLESTACA.

4. LOS PUNTALES SE APOYARON SOBRE CONCRETO SANO; CUANDO EN LOS NIVELES DE APUNTALAMIENTO EL CONCRETO SE ENCONTRÓ CONTAMINADO, SE RECONSTRUYÓ ESTA ZONA DE TAL MANERA QUE SE GARANTIZABA LA CONTINUIDAD ESTRUCTURAL.

5. LA PRECARGA EN LOS PUNTALES DEBIÓ VERIFICARSE Y MEDIRSE POR LO MENOS, EN CADA TURNO DE DOCE HORAS DE TRABAJO.

6. NO SE DEBIÓ COLOCAR NINGUNA SOBRECARGA DEBIDO A LA REZAGA O MATERIALES EN LAS ZONAS ADYACENTES A LOS MUROS TABLESTACA, EN UNA LONGITUD MENOR DE 5.0 METROS

7. EN EL COLADO DE LOS MUROS TABLESTACA SE USÓ LODO BENTONÍTICO PARA EL ADEME DE LA ZANJA Y SU NIVEL DEBIÓ ESTAR A 5.0 m ABAJO DEL TERRENO NATURAL.

8. EN LAS ZONAS DONDE NO SE PUDO CONSTRUIR MURO TABLESTACA DEBIDO A LA PRESENCIA DE INSTALACIONES MUNICIPALES, SE CONSTRUYERON MUROS PANTALLA DE LODO FRAGUANTE.

**CAPITULO 4**  
**ESPECIFICACIONES COMPLEMENTARIAS**

## **CAPÍTULO 4**

### **ESPECIFICACIONES COMPLEMENTARIAS.**

#### **GENERALIDADES.**

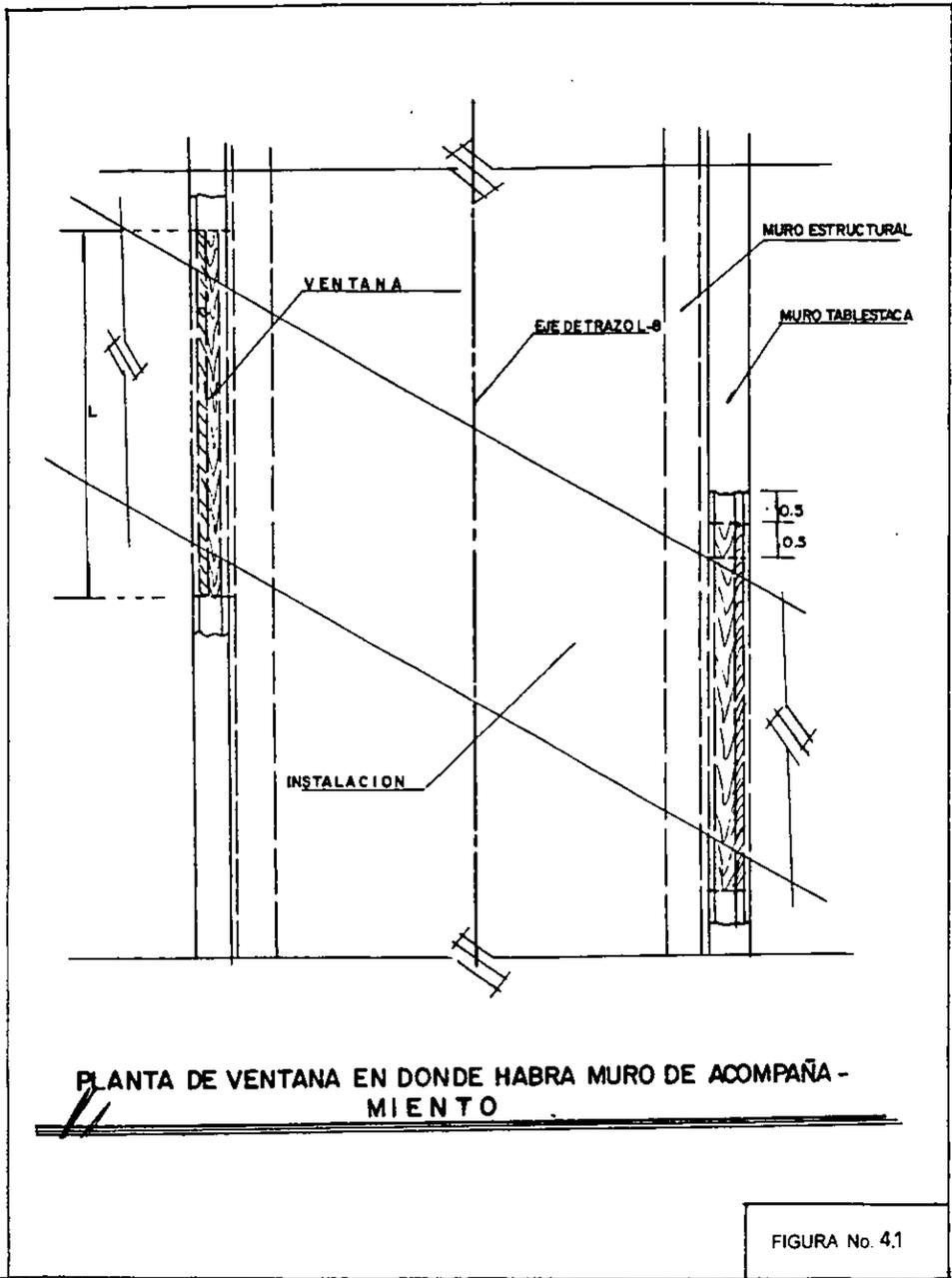
EN LOS CAPÍTULOS ANTERIORES SE DESCRIBIERON LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TRAMO LA VIGA - CHABACANO CON SUS DIFERENTES TIPOS DE EXCAVACIÓN; A CONTINUACIÓN SE DARÁN LAS ESPECIFICACIONES QUE COMPLEMENTAN A LOS PROCEDIMIENTOS ANTES MENCIONADOS.

#### **4.1 EXCAVACIÓN ENTRE VENTANAS QUE SE HAN DEJADO DEBIDO A INTERFERENCIAS A LO LARGO DE LA LÍNEA 8.**

EN ESTE PUNTO SE DAN LOS LINEAMIENTOS PARA EFECTUAR LA EXCAVACIÓN ASÍ COMO LAS ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN A UTILIZAR PARA DIFERENTES ANCHOS Y PROFUNDIDADES DE ZONAS DONDE NO SE CONSTRUYÓ MURO TABLESTACA.

##### **4.1.1 OBSERVACIONES GENERALES.**

1. LA EXCAVACIÓN SE REALIZÓ CON EL TALUD Y LONGITUD DE ETAPAS INDICADO EN LAS ESPECIFICACIONES PARTICULARES DE CADA TRAMO.
2. LAS VENTANAS QUEDARON EN LOS SITIOS EN DONDE NO SE PUDO CONSTRUIR EL MURO TABLESTACA DE ACOMPAÑAMIENTO O ESTRUCTURAL POR LA INTERFERENCIA DE ÉSTOS CON INSTALACIONES MUNICIPALES, VER FIGURAS Nos. 4.1 Y 4.2.
3. LAS ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN TUVIERON ANCHOS HASTA DE 6.0 m Y PROFUNDIDADES HASTA DE 13.5 m.



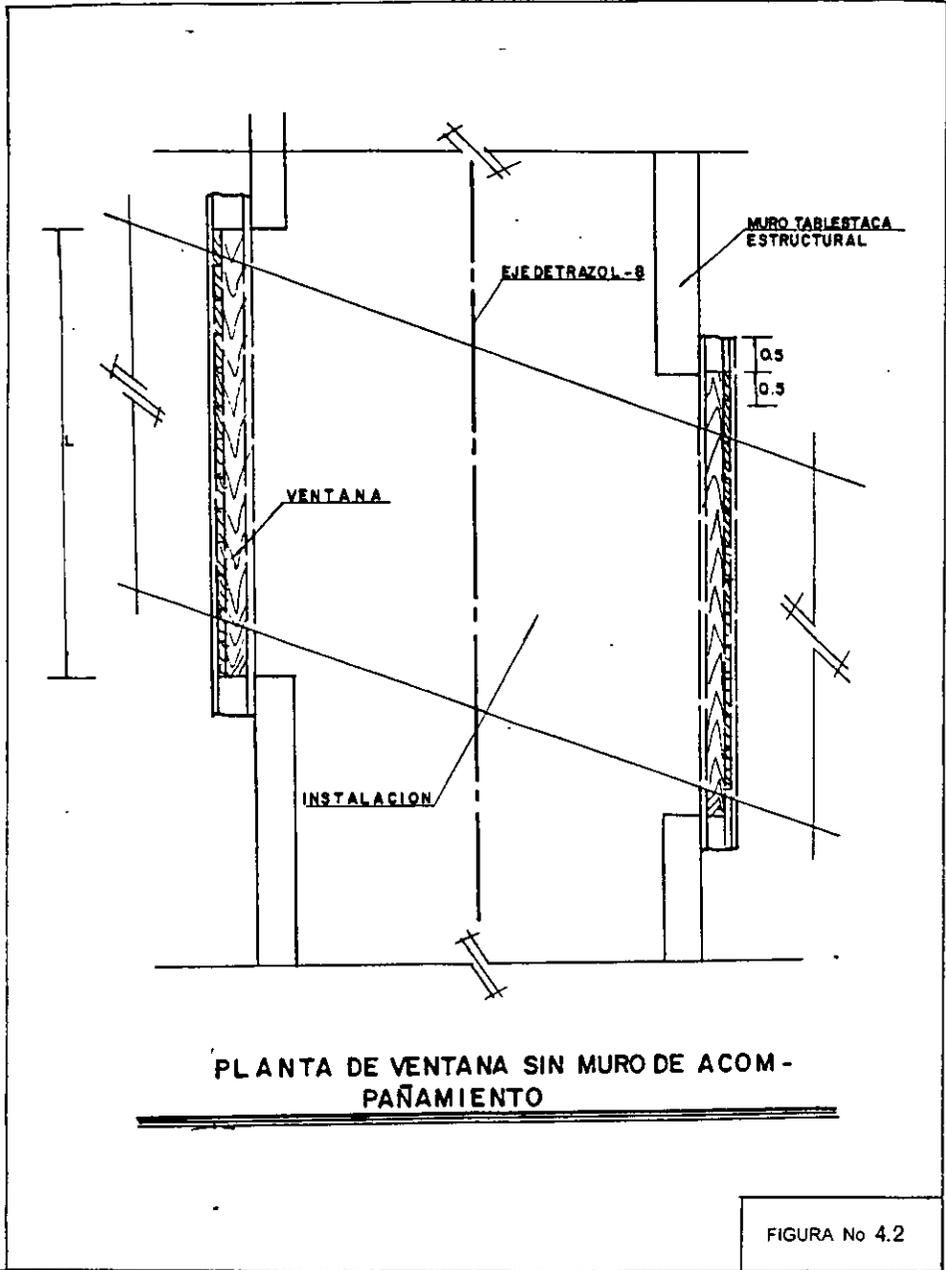


FIGURA No 4.2

#### **4.1.2 CONSTRUCCIÓN DE MUROS Y BOMBEO.**

LA CONSTRUCCIÓN DE MUROS, EXCAVACIÓN Y COLOCACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN FUERON DE ACUERDO CON LA SIGUIENTE SECUENCIA Y RECOMENDACIONES.

1. LA CONSTRUCCIÓN DE MUROS TABLESTACA DE ACOMPAÑAMIENTO O ESTRUCTURAL FUÉ SUSPENDIDA 0.5 m ANTES Y DESPUÉS DE LAS INSTALACIONES QUE INTERFERIRIAN PARA SU CONSTRUCCIÓN, VER FIGURAS Nos. 4.1 Y 4.2.

2. POSTERIORMENTE SE DIÓ INICIO A LA ACTIVIDAD PARA PROTEGER LA INSTALACIÓN QUE INTERFERÍA (PUENTE, GALERÍA, ETC.), DE ACUERDO CON LA ESPECIFICACIÓN PARTICULAR CORRESPONDIENTE.

3. UNA VEZ PROTEGIDA LA INSTALACIÓN, SE DIÓ INICIO AL BOMBEO CON DOS DIAS DE ANTICIPACIÓN A LA EXCAVACIÓN DE LA ETAPA CORRESPONDIENTE, DE ACUERDO CON LA ESPECIFICACIÓN PARTICULAR PARA CADA TRAMO; UNA VEZ QUE SE CONCLUYÓ LA CONSTRUCCIÓN DE LA LOSA DE PISO, EL BOMBEO FUÉ SUSPENDIDO.

#### **4.1.3 EXCAVACIÓN Y COLOCACIÓN DE ESTRUCTURA.**

UNA VEZ QUE SE PROTEGIÓ LA INSTALACIÓN Y SE CUMPLIÓ CON EL TIEMPO DE BOMBEO ESPECIFICADO, SE DIÓ INICIO A LA EXCAVACIÓN Y COLOCACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN, CON LA SIGUIENTE SECUENCIA.

LA EXCAVACIÓN SE INICIÓ A PARTIR DEL NIVEL DE TERRENO NATURAL Y SE SUSPENDIÓ MOMENTANEAMENTE CUANDO ALCANZÓ LA PROFUNDIDAD CORRESPONDIENTE AL SEGUNDO NIVEL DE VIGUETAS.

POSTERIORMENTE SE PROCEDIÓ A COLOCAR TANTO LA PRIMERA COMO LA SEGUNDA VIGUETA; EL TIPO DE VIGUETAS ESTUVO EN FUNCIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y LONGITUD DE LA VENTANA (VER TABLA No. 4.1); EL PRIMER NIVEL DE VIGUETAS FUÉ EL CORRESPONDIENTE AL REMATE DE LOS MUROS TABLESTACA DE ACOMPAÑAMIENTO O ESTRUCTURALES, LAS VIGUETAS SE COLOCARON DE LA SIGUIENTE MANERA.

LOS MUROS SE DEMOLIERON DONDE SE COLOCÓ LA VIGUETA, HASTA DESCUBRIR EL ARMADO O HASTA QUE SE TUVO UN TRASLAPE MÍNIMO DE 0.5 m ENTRE LA VIGUETA Y EL MURO (FIGURAS Nos. 4.1, 4.2 Y 4.3).

DEBE SEÑALARSE QUE PARA EL CASO EN DONDE HABÍA MUROS TABLESTACA ESTRUCTURAL, LA POSICIÓN DE LAS VIGUETAS NO DEBIÓ INTERRUMPIR LA CONSTRUCCIÓN Y CONTINUIDAD DE LOS MUROS, POR LO QUE SE COLOCARON HACIA LA PARTE EXTERIOR DEL CAJÓN, COMO SE MUESTRA EN LA FIGURA No. 4.2.

UNA VEZ QUE SE DESCUBRIÓ EL ARMADO DEL MURO, SE SOLDARON LAS VIGUETAS, POSTERIORMENTE SE PROCEDIÓ A COLOCAR LOS TABLONES QUE CUBRIERON EL CLARO QUE HABÍA ENTRE VIGUETAS; LOS TABLONES QUEDARON BIEN FIJOS, LO CUAL SE PUDO LOGRAR COLOCANDO CUÑAS DE MADERA ENTRE EL PATÍN DE LA VIGUETA Y EL TABLÓN (FIGURA No. 4.4). LA SEPARACIÓN ENTRE VIGUETAS ESTÁ INDICADA EN LA TABLA No. 4.1 PARA CADA PROFUNDIDAD Y ANCHO DE VENTANA.

CLARO (m) PROFUNDIDAD	MENOR DE 3 m	DE 3 A 4 m	DE 4 A 5 m	DE 5 A 6 m	S (cm)
HASTA 9.0 m	VIGUETA ( mm/kg/m ) IR 254*32.9	VIGUETA ( mm/kg/m ) IR 305*44.5	VIGUETA ( mm/kg/m ) IR 305*59.8	VIGUETA ( mm/kg/m ) IR 305*74.4	55
DE 9.0 A 13.5 m	VIGUETA ( mm/kg/m ) IR 254*32.9	VIGUETA ( mm/kg/m ) IR 305*59.8	VIGUETA ( mm/kg/m ) IR 305 *74.4	VIGUETA ( mm/kg/m ) IR 457*96.7	70

S = SEPARACION ENTRE VIGUETAS VER FIGURAS ADJUNTAS

TABLA 41

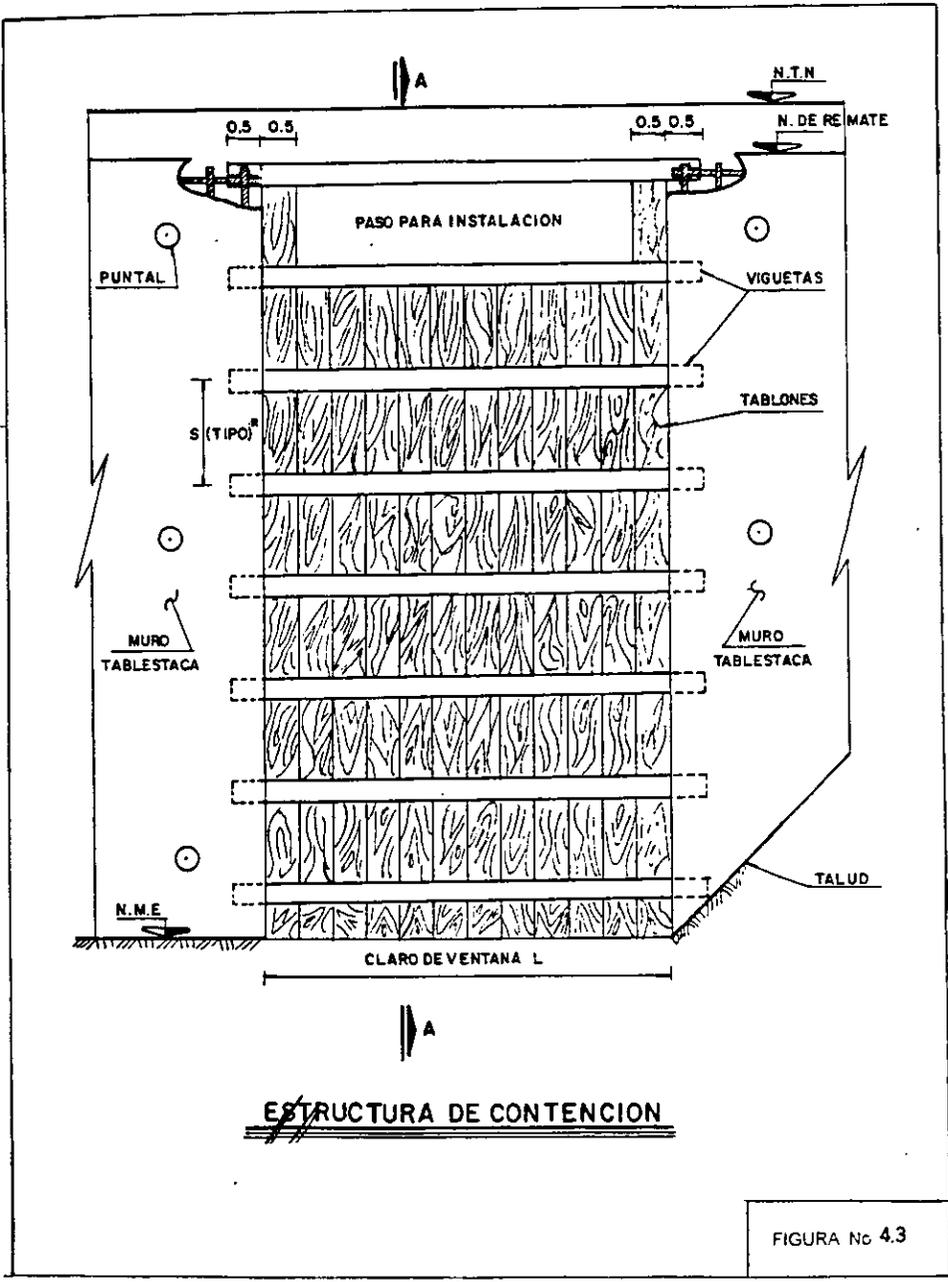


FIGURA No 4.3

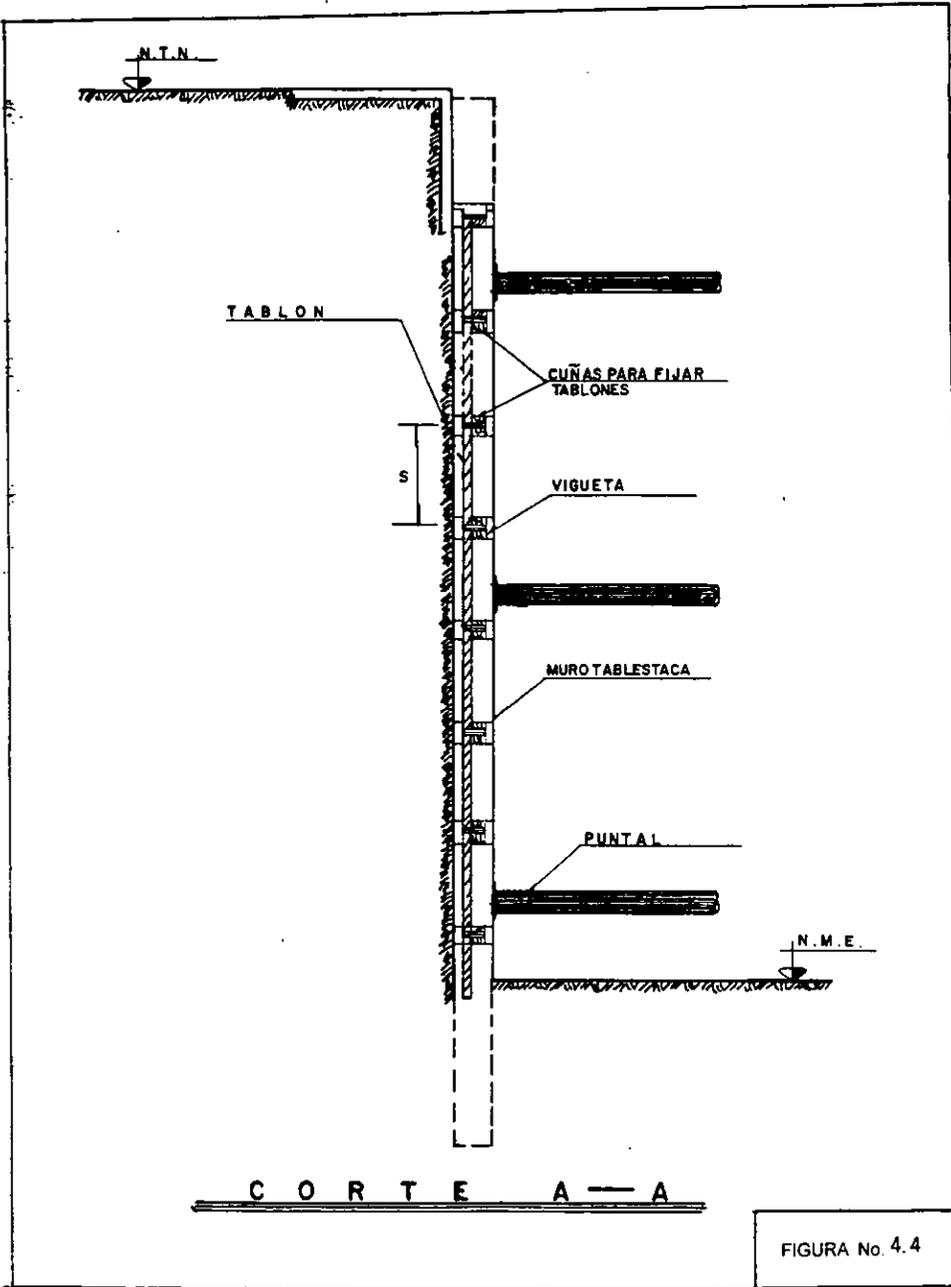


FIGURA No. 4.4

DESPUÉS DE COLOCADOS LOS TABLONES, SE CONTINUÓ CON LA EXCAVACIÓN HASTA ALCANZAR LA PROFUNDIDAD CORRESPONDIENTE AL SIGUIENTE NIVEL DE VIGUETA, COLOCANDO ÉSTA Y LOS TABLONES COMO SE INDICÓ ANTERIORMENTE; ESTA SECUENCIA FUÉ REPETIDA LAS VECES QUE FUÉ NECESARIO, HASTA ALCANZAR EL NIVEL DE MÁXIMA EXCAVACIÓN.

ALCANZADA LA PROFUNDIDAD DE PROYECTO, SE PROCEDIÓ A COLOCAR LA PLANTILLA Y POSTERIORMENTE SE CONTINUÓ CON EL ARMADO Y COLADO DE LA LOSA DE PISO, DEJANDO LAS PREPARACIONES NECESARIAS EN EL ARMADO PARA CONTINUAR CON LA CONSTRUCCIÓN DE LOS MUROS ESTRUCTURALES O LIGA DE LA LOSA AL MURO TABLESTACA ESTRUCTURAL, ADEMÁS SE DEJARON LAS PREPARACIONES NECESARIAS PARA LA LIGA CON LA LOSA DE LA ETAPA SIGUIENTE.

CONCLUIDA LA LOSA DE PISO, SE CONTINUÓ LA CONSTRUCCIÓN DE LOS MUROS CUANDO ERAN MUROS DE ACOMPAÑAMIENTO, DEJANDO LAS PREPARACIONES REQUERIDAS PARA HACER LA LIGA CON EL FIRME DE COMPRESIÓN DE LA LOSA DE TECHO; CUANDO SE TRATABA DE MUROS TABLESTACA, SE DEMOLIÓ LA PARTE SUPERIOR PARA COLOCAR LAS TABLETAS, O COLAR LA LOSA EN SITIO EN CASO DE REQUERIRSE.

DESPUÉS DE QUE EL FIRME ALCANZÓ SU RESISTENCIA DE PROYECTO, SE COLOCÓ EL LASTRE CUANDO SE REQUIRIÓ; POSTERIORMENTE SE COLOCÓ EL RELLENO HASTA EL LECHO INFERIOR DE LA INSTALACIÓN PROTEGIDA Y ASÍ PODER RETIRAR LA PROTECCIÓN, DESPUÉS SE CONTINUÓ CON LA COLOCACIÓN DE RELLENO Y RESTITUCIÓN DE PAVIMENTOS CONFORME A LAS ESPECIFICACIONES CORRESPONDIENTES (INCISOS 4.9 Y 4.10).

LA EXCAVACIÓN DE LA ETAPA SIGUIENTE SE INICIÓ UNA VEZ CONCLUIDA LA CONSTRUCCIÓN DE LA LOSA DE PISO DE LA ETAPA EXCAVADA.

#### **4.1.4 RECOMENDACIONES.**

DURANTE LA EXCAVACIÓN DE LAS ETAPAS ANTERIORES A LA VENTANA, SE HICIERON LOS AJUSTES NECESARIOS EN LAS LONGITUDES DE EXCAVACIÓN, DE TAL MANERA QUE EL CLARO DE LA VENTANA FUÉ DESCUBIERTO POR LA ETAPA CORRESPONDIENTE O ÉSTA QUEDÓ COMPRENDIDA DE MANERA TOTAL DENTRO DEL CLARO DE LA VENTANA.

LA ANTERIOR RECOMENDACIÓN FUÉ CON EL OBJETO DE QUE LA ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN FUERA COLOCADA DE MANERA TOTAL O EN MAYOR PORCENTAJE QUE LO PERMITIERAN LAS ETAPAS DE EXCAVACIÓN DEL PROYECTO EN PARTICULAR.

#### **4.1.5 NOTAS IMPORTANTES.**

1. LA LONGITUD DE LAS ETAPAS DE EXCAVACIÓN, ASÍ COMO TALUDES Y BERMAS SE DIERON EN ESPECIFICACIONES CORRESPONDIENTES A CADA TRAMO.

2. LA ETAPA DE EXCAVACIÓN DIÓ INICIO UNA VEZ QUE SE CUMPLIÓ CON EL TIEMPO DE BOMBEO PREVIO.

3. LAS VIGUETAS Y TABLONES FUERON COLOCADOS UNA VEZ QUE SE DESCUBRIÓ EL NIVEL CORRESPONDIENTE.

4. SE VERIFICÓ QUE EL TRASLAPE ENTRE LA VIGUETA Y EL MURO, FUERA EL QUE SE SEÑALÓ Y EL RECOMENDADO POR EL DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS, ADEMÁS DE QUE LAS VIGUETAS DEBIERON ESTAR BIEN SOLDADAS Y LOS TABLONES FIJOS.

5. UNA VEZ INICIADA LA ETAPA DE EXCAVACIÓN CORRESPONDIENTE, NO SE INTERRUMPIÓ SI NO SE HABÍA ALCANZADO LA PROFUNDIDAD DE PROYECTO ASÍ COMO EL COLADO DE LA LOSA DE PISO; EN CASO DE HABER SIDO NECESARIO INTERRUMPIRLA POR ALGUNA CAUSA, LA PROFUNDIDAD EN QUE DEBIÓ SUSPENDERSE, NO DEBIÓ SER MAYOR AL 40% DE LA DE PROYECTO.

6. PERVIO A LA CONCLUSIÓN DE LA EXCAVACIÓN, SE TUVO HABILITADO Y AL PIE DE LA OBRA, EL ACERO DE REFUERZO DE LA LOSA DE PISO.

7. EL AGUA PRODUCTO DE LAS FILTRACIONES EN LA VENTANA SE DESALOJÓ CON UN BOMBEO DE ACHIQUE.

#### **4.2 EXTRACCIÓN Y TAPONAMIENTO DE TUBERÍAS QUE INTERFERÍAN CON LA CONSTRUCCIÓN DE LOS MUROS TABLESTACA.**

CON EL FIN DE ELIMINAR LA INTERFERENCIA QUE CAUSABAN LAS TUBERÍAS QUE SE ENCONTRABAN FUERA DE SERVICIO TANTO DE AGUA POTABLE COMO COLECTORES Y ATARJEAS EN LA CONSTRUCCIÓN DEL MURO TABLESTACA, FUÉ NECESARIO QUE DICHA TUBERÍA SE EXTRAJERA Y TAPONEARA, DE ACUERDO CON LOS LINEAMIENTOS QUE SE EXPONEN A CONTINUACIÓN:

#### **4.2.1 TUBERÍAS LOCALIZADAS A 1.50 m DE PROFUNDIDAD.**

EL TRAMO DE TUBERÍA QUE QUEDÓ COMPRENDIDO DENTRO DE LA ZANJA FUÉ EXTRAÍDO, COMO SE MUESTRA EN LA FIGURA No. 4.5, EL TAPONAMIENTO Y RELLENO DE LA ZANJA SE REALIZÓ CONFORME A LO INDICADO EN LOS INCISOS 4.2.5 Y 4.2.6.

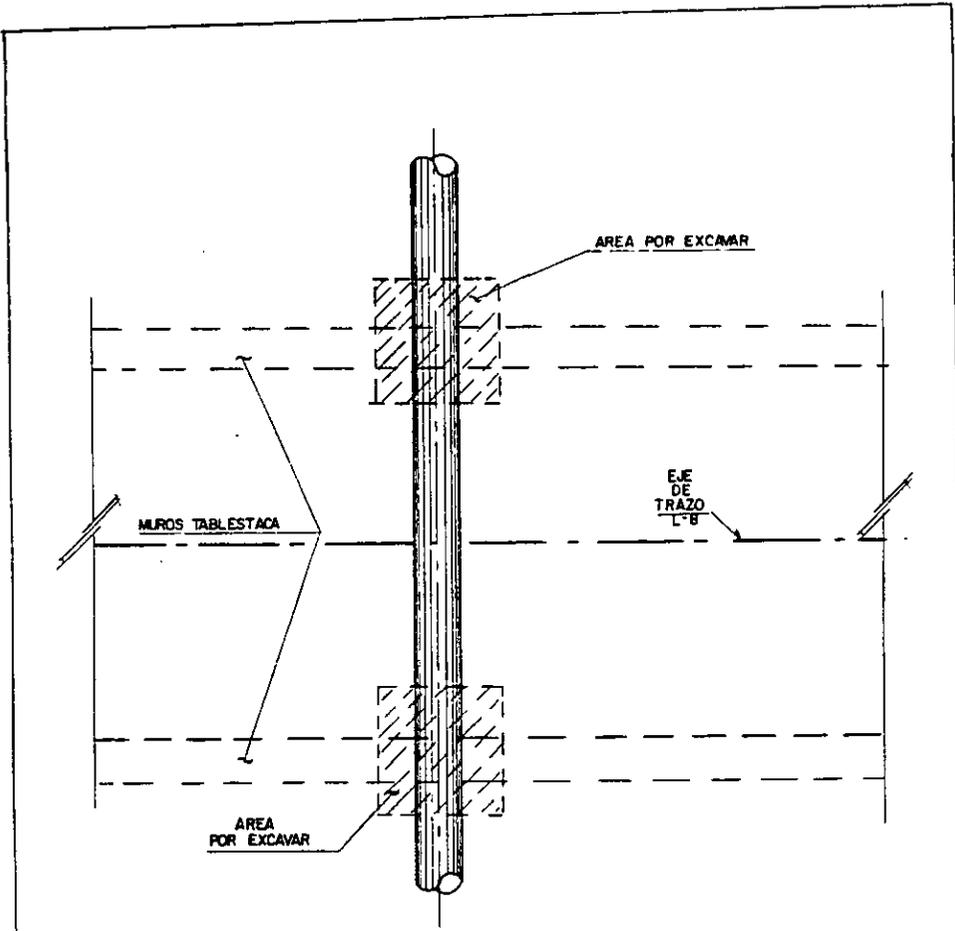
#### **4.2.2 TUBERÍAS QUE SE ENCUENTRAN ENTRE 1.50 m Y 3.00 m DE PROFUNDIDAD.**

SE TOMÓ EN CUENTA QUE EL TALUD DERRAMADO POR LA EXCAVACIÓN NO SE INTERRUMPIERA POR ALGÚN OBSTÁCULO COMO CONSTRUCCIONES O VIALIDADES IMPORTANTES, EN SU CASO LA EXCAVACIÓN SE REALIZÓ ENTRE UNA ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN A BASE DE POLINES Y TABLONES DE ACUERDO CON LO INDICADO EN EL INCISO 4.2.3.

LAS DIMENSIONES DE LAS ZANJAS PARA LA EXTRACCIÓN Y TAPONAMIENTO DE TUBERÍAS SE MUESTRAN EN LA FIGURA No. 4.5 DE MANERA ESQUEMÁTICA.

#### **4.2.3 TUBERÍAS FUERA DE SERVICIO A UNA PROFUNDIDAD ENTRE 1.50 m Y 3.00 m.**

CON EL FIN DE DESCUBRIR LA TUBERÍA SE DEBIÓ REALIZAR LA EXCAVACIÓN EN LAS INTERFERENCIAS DE LAS TUBERÍAS CON LOS MUROS TABLESTACA, DE ACUERDO CON LO INDICADO EN EL ESQUEMA DE LA FIGURA No. 4.5. LAS EXCAVACIONES SE ADEMARON CON POLINES Y TABLONES DE MADERA DE ACUERDO CON LO SIGUIENTE:



P L A N T A D E E X C A V A C I O N

FIGURA No. 4.5

A) SE INICIÓ LA EXCAVACIÓN A PARTIR DEL TERRENO NATURAL HASTA ALCANZAR UNA PROFUNDIDAD DE 10 cm ABAJO DE DONDE SE COLOCÓ EL PRIMER NIVEL DE APUNTALAMIENTO, PROCEDIENDO A COLOCAR LOS TABLONES Y POLINES QUE QUEDABAN ARRIBA DE ESTE NIVEL, SEGÚN LO QUE SE MUESTRA EN LA FIGURA No. 4.6.

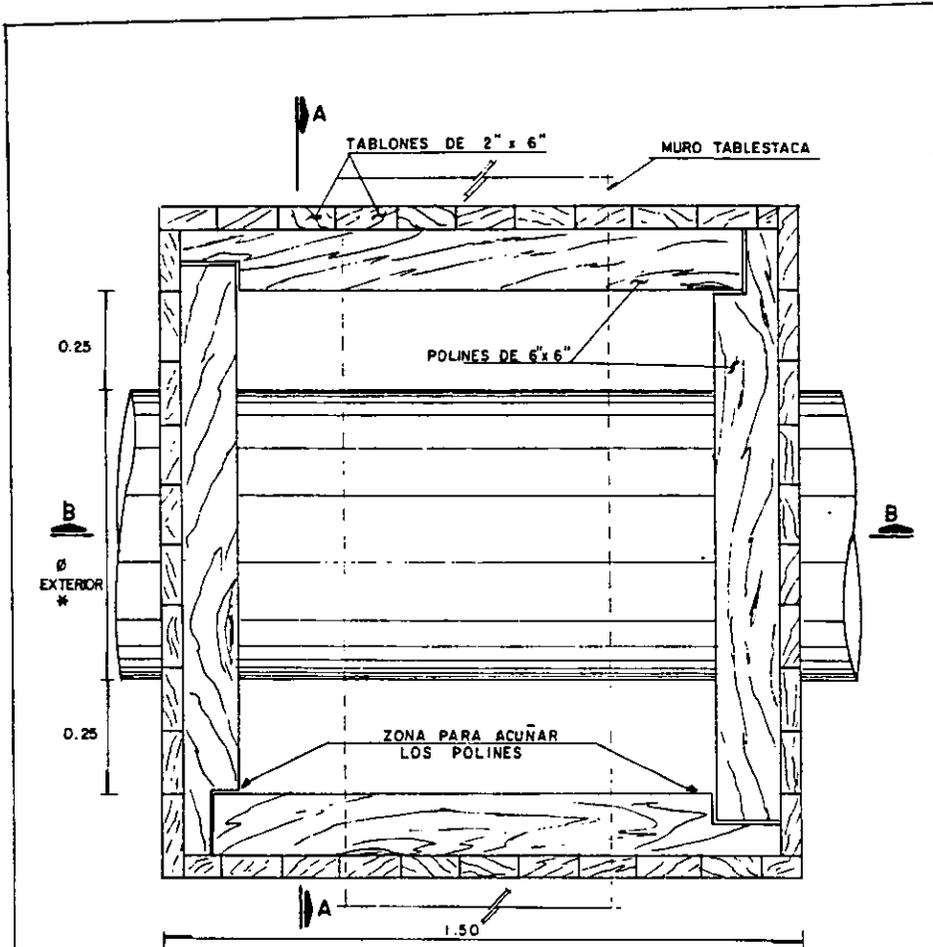
B) CONCLUIDO LO ANTERIOR, SE INICIÓ LA EXCAVACIÓN HASTA UNA PROFUNDIDAD DE 10 cm ABAJO DEL TERCER NIVEL DE POLINES, COLOCANDO DE INMEDIATO ESTOS ELEMENTOS ASI COMO LOS TABLONES RESPECTIVOS.

LA SECUENCIA DE EXCAVACIÓN Y APUNTALAMIENTO SE APLICÓ CONSECUTIVAMENTE HASTA DESCUBRIR LA TUBERÍA, INICIANDO LA DEMOLICIÓN Y EXTRACCIÓN DE ÉSTA.

#### **4.2.4 TUBERÍAS DE DIÁMETROS DIVERSOS.**

SE REALIZARON EXCAVACIONES CON LAS DIMENSIONES REQUERIDAS PARA EXTRAER LA TUBERÍA DE ACUERDO CON LO INDICADO EN LA FIGURA No. 4.5 PARTIENDO DEL NIVEL DE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO HASTA DESCUBRIR POR COMPLETO LA TUBERÍA. ESTAS EXCAVACIONES FUERON ADEMADAS CON VIGUETAS, POLINES Y TABLONES DE MADERA, DE ACUERDO CON LO INDICADO A CONTINUACIÓN:

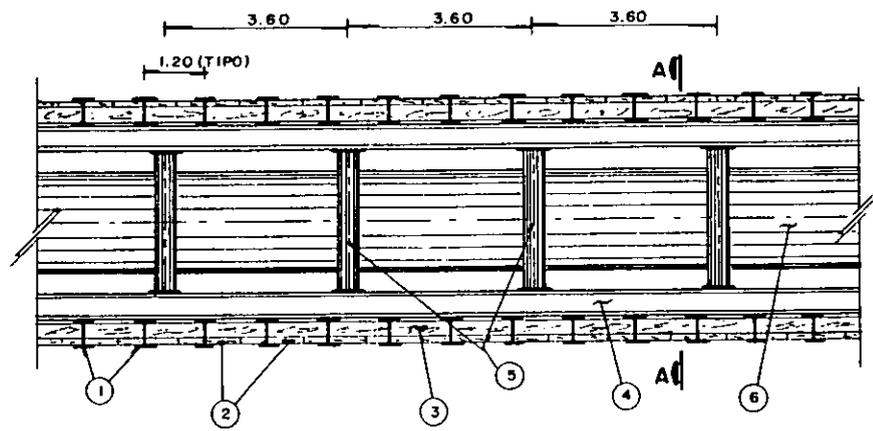
1. UNA VEZ DEFINIDA EL ÁREA A EXCAVAR, SE HINCARON EN EL TERRENO LAS VIGUETAS CON UNA SEPARACIÓN DE 1.20 m O MENOR SEGÚN LAS DIMENSIONES DE LA EXCAVACIÓN. EN LA FIGURA No. 4.7 SE MUESTRA ESQUEMÁTICAMENTE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS ELEMENTOS.



\* PARA TUBERIAS DE Ø MAX = 76 cm

PLANTA DE APUNTALAMIENTO  
DISTRIBUCION DE POLINES Y TABLONES

FIGURA No. 46



- ① VIGUETAS DE ACERO IR 12"x6" DE 38.70 kg/m HINCADAS EN EL TERRENO.
- ② TABLONES DE 2" DE ESPESOR.
- ③ PÓLINES DE 6" x 6" @ 100 m DE PROFUNDIDAD.
- ④ VIGUETAS DE ACERO PERFIL IR 12" x 6" DE 44.5 kg/m FUNCIONANDO COMO VIGAS MADRINAS
- ⑤ PUNTALES TUBULARES DE Ø = 6" CÉDULA 40
- ⑥ TUBERIA Ø = 2.13 m MÁXIMO

**ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN**  
**P L A N T A**

FIGURA No. 4.7

2. SE REALIZÓ UNA PERFORACIÓN PREVIA PARA HINCAR LAS VIGUETAS, EN LOS CASOS EN QUE LA EXTRACCIÓN SE REALIZÓ CERCA DE CONSTRUCCIONES PESADAS, LA PERFORACIÓN SE LLEVÓ HASTA LA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE.

3. LAS VIGUETAS FUERON ENGRASADAS ANTES DE HINCARLAS CON LA FINALIDAD DE RECUPERARLAS UNA VEZ REALIZADA LA EXTRACCIÓN Y TAPONAMIENTO.

4. SE INICIÓ LA EXCAVACIÓN DESDE EL NIVEL DE TERRENO NATURAL, COLOCANDO LOS TABLONES Y POLINES CONFORME SE PROFUNDIZÓ EN LA EXCAVACIÓN HASTA ALCANZAR 20 cm ABAJO DE DONDE SE COLOCÓ EL PRIMER NIVEL DE APUNTALAMIENTO. EN DICHA PROFUNDIDAD SE COLOCARON LAS VIGUETAS MADRINA Y PUNTALES.

5. CONCLUIDO LO ANTERIOR, SE INICIÓ LA EXCAVACIÓN DESARROLLANDOLA HASTA 20 cm POR ABAJO DEL SEGUNDO NIVEL DE PUNTALES, COLOCANDO DE INMEDIATO LAS VIGUETAS MADRINA Y PUNTALES RESPECTIVOS.

6. LA SECUENCIA DE EXCAVACIÓN Y ADEMADA MEDIANTE TABLONES Y POLINES, SE CONTINUÓ HASTA DESCUBRIR LA TUBERÍA, INICIANDO LA DEMOLICIÓN Y EXTRACCIÓN DE LA TUBERÍA COMPRENDIDA EN LA ZANJA EXCAVADA.

#### **4.2.5 TAPONAMIENTO DE LA TUBERÍA.**

UNA VEZ QUE LA TUBERÍA FUÉ DEMOLIDA Y EXTRAÍDA ATRAVÉS DE LAS EXCAVACIONES SE LOGRÓ EFECTUAR EL TAPONAMIENTO. ESTE EVENTO SE REALIZÓ MEDIANTE LA COLOCACIÓN DE COSTALES DE ARCILLA PRODUCTO DE LA EXCAVACIÓN O DE

BOLSACRETO EN LAS CARAS DE LA TUBERÍA QUE QUEDARON DESCUBIERTAS DE TAL FORMA QUE SE CUBRIÓ TODA LA SECCIÓN DE LAS TUBERÍAS.

DESPUÉS DE COLOCADOS LOS COSTALES, SE PROCEDIÓ A RECUBRIRLOS CON UNA CAPA DE MORTERO CEMENTO - ARENA EN RELACIÓN 1 : 3, DE 3.00 cm DE ESPESOR.

#### **4.2.6 COLOCACIÓN DEL RELLENO.**

CONCLUIDO EL TAPONAMIENTO, SE INICIÓ LA COLOCACIÓN DEL MATERIAL DE RELLENO. EL CUAL FUÉ ARENO - LIMOSO, TEPETATE COLOCADO HASTA EL NIVEL SUBRASANTE, EN CAPAS DE 30 cm COMPACTADAS AL 90% SEGÚN NORMAS AASTHO ESTANDAR T99-74.

ALCANZADO EL NIVEL DE SUBRASANTE, SE PROCEDIÓ A EFECTUAR LA EXCAVACIÓN DE LAS ZANJAS PARA LOS MUROS TABLESTACA DE ACUERDO CON LA ESPECIFICACIÓN CORRESPONDIENTE.

#### **4.2.7 RECOMENDACIONES.**

PARA LAS TUBERÍAS QUE CRUZABAN SOBRE MUROS TABLESTACA, SE TUVO EN CUENTA LO SIGUIENTE:

A) LA EXCAVACIÓN EN EL SENTIDO LONGITUDINAL A LA TUBERÍA SE REALIZÓ EN FORMA CONTÍNUA SIN EXCEDER LONGITUDES DE AVANCE DE 10.00 m.

B) EL ANCHO DE LAS EXCAVACIONES ESTUVO EN FUNCION DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA A EXTRAER Y DE LA FORMA DE CRUCE CON LOS MUROS TABLESTACA.

C) EL TALUD DE AVANCE EN EL FRENTE DE EXCAVACIÓN FUÉ DE 0.50 : 1.00 PARA PROFUNDIDADES HASTA DE 3.00 m Y 1.00 : 1.00 PARA PROFUNDIDADES MAYORES DE 3.00 m.

D) LA COLOCACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN SE REALIZÓ A MEDIDA QUE LA EXCAVACIÓN AVANZABA.

E) EL AGUA PRODUCTO DE LAS FILTRACIONES QUE SE PRESENTARON DURANTE LA EXCAVACIÓN, SE CONTROLARON CON CÁRCAMOS RELLENOS DE GRAVA PARA EVITAR EL ARRASTRE DE FINOS, CONSTRUIDOS EN EL PERÍMETRO DE LA EXCAVACIÓN DESDE LOS CUALES SE EXTRAJO EL AGUA POR MEDIO DE BOMBAS AUTOCEBANTES.

F) LA EXTRACCIÓN DEL AGUA SE REALIZÓ CON UN NÚMERO DE BOMBAS SUFICIENTES DE TAL MANERA QUE EL FONDO DE LA EXCAVACIÓN PERMANECIÓ ESTANCO.

#### **4.2.8 NOTAS IMPORTANTES.**

1. LOS PUNTALES SE COLOCARON INMEDIATAMENTE DESPUÉS DE QUE LA EXCAVACIÓN DESCUBRIÓ SUS PUNTOS DE APLICACIÓN, NO DEBIENDO CONTINUAR CON ÉSTA SI LOS PUNTALES NO HABIAN SIDO COLOCADOS EN LA FORMA ANTES MENCIONADA.

2. CON EL FIN DE QUE LOS TABLONES TUVIERAN CONTACTO CON LAS PAREDES DE LA EXCAVACIÓN Y SE MANTUVIERAN EN EL SITIO DE APLICACIÓN, TODOS LOS POLÍNES QUE LOS DETUVIERON, SE ACUÑARON INMEDIATAMENTE DESPUÉS DE SER INSTALADOS.

#### **4.3 ESTABILIZACIÓN DE LAS PAREDES DE LAS ZANJAS CON LODO BENTONITICO.**

LAS PAREDES DE LOS TABLEROS QUE SE EXCAVARON PARA CONSTRUIR DENTRO DE ELLAS LOS MUROS DE CONCRETO REFORZADO COLADOS EN EL LUGAR, NO ERAN ESTABLES POR SÍ SOLAS, AÚN CUANDO SE CONSERVÓ UN TIRANTE EQUIVALENTE AL DEL NIVEL FREÁTICO O MAYOR. PARA EVITAR QUE ESTAS PAREDES SE DERRUMBARAN SE ESTABILIZARON CON LODO TIXOTRÓPICO.

EL LODO ESTABILIZADOR ERA UNA SUSPENSIÓN ESTABLE DE BENTONITA SÓDICA EN AGUA. SE DICE QUE ES TIXOTRÓPICO POR QUE PRESENTA UNA CIERTA RESISTENCIA AL CORTE EN REPOSO, QUE ES CUANDO ACTÚA COMO UN GEL, MIENTRAS QUE EL MOVIMIENTO CUANDO SE AGITA O BOMBEA, ES CUANDO ACTÚA COMO UN SOL Y NO PRESENTA ESTA RESISTENCIA. EL PASO DEL SOL A GEL ES REVERSIBLE.

EL LODO ESTABILIZADOR TIENE UNA DENSIDAD MAYOR QUE LA DEL AGUA CON EL OBJETO DE QUE EL EMPUJE HIDROSTÁTICO QUE EJERCE SOBRE LAS PAREDES SEA MAYOR QUE EL DE ÉSTA. EL LODO SE VACIÓ EN EL INTERIOR DE LOS TABLEROS EXCAVADOS HASTA ALCANZAR UN NIVEL SUPERIOR AL DEL NIVEL FREÁTICO, CON OBJETO DE GENERAR UN RADIANTE DE PRESIONES SOBRE LAS PAREDES DE LA EXCAVACIÓN QUE AYUDÓ A DETENERLAS O A MANTENERLAS ESTABLES.

PARA QUE EL LODO ESTABILIZADOR CUMPLA ADECUADAMENTE SU FUNCIÓN SE REQUIERE QUE:

A) DEBE FORMAR UNA PELÍCULA PERMEABLE EN LA FRONTERA CON EL SUELO. SI NO SE FORMA O SI ES MUY GRUESA Y POCO RESISTENTE, EL LODO PENETRARÁ POR LOS POROS DEL SUELO Y NO SE LOGRARÁ LA ESTABILIZACIÓN. PARA GARANTIZAR LA FORMACIÓN DE LA PELÍCULA, EL LODO DEBERÁ CONTENER UNA CANTIDAD IMPORTANTE DE BENTONITA SÓDICA. LAS CARACTERÍSTICAS DE LA PELÍCULA CAMBIAN NOTABLEMENTE CON PEQUEÑAS VARIACIONES EN EL PROPORCIONAMIENTO AGUA - BENTONITA O POR LA CONTAMINACIÓN DE LODO CON ARENA U OTRAS PARTÍCULAS SÓLIDAS NO COLOIDALES.

B) QUE LA SUSPENSIÓN DE BENTONITA SÓDICA EN AGUA SEA ESTABLE, ES DECIR, NO DEBERÁ EXISTIR SEDIMENTACIÓN O FLOCULACIÓN DE LAS PARTÍCULAS DE BENTONITA. EL LODO SERÁ CAPAZ DE ACEPTAR QUE SE LE AÑADA UN MATERIAL INERTÉ DE MÁS PESO SIN SEDIMENTARSE, COMO PUEDE SER LA BARITA, MATERIAL QUE PERMITE LOGRAR UN LODO DE MAYOR DENSIDAD ÚTIL EN LA ESTABILIZACIÓN DE TABLEROS PRÓXIMOS A CONSTRUCCIONES O SOBRECARGAS QUE SE IMPONEN A LAS PAREDES DE LA EXCAVACIÓN, ESFUERZOS DE COMPRESIÓN Y DE CORTE MAYORES QUE LOS DE SU PESO PROPIO.

OTRAS PROPIEDADES QUE JUEGAN UN PAPEL IMPORTANTE EN LA CALIDAD DE LOS LODOS Y POR LO TANTO EN SU UTILIZACIÓN MÁS ECONÓMICA SON SUS CARACTERÍSTICAS TANTO FÍSICAS COMO MECÁNICAS, POR LO QUE ADICIONALMENTE DEBERÁN CONTROLARSE LOS VALORES CORRESPONDIENTES A SU VISCOSIDAD, SU CONTENIDO EN ARENA, SU P. H. Y SU VOLUMEN DE AGUA EN PRUEBA DE INFILTRADO.

CON TODO LO ANTERIOR, LOS LÍMITES DENTRO DE LOS CUALES DEBERAN MANTENERSE LAS PROPIEDADES DE LOS LODOS, SON LAS SIGUIENTES:

1. VISCOSIDAD CINEMÁTICA	ENTRE 10 Y 15 CENTIPOISES.
2. LÍMITES DE FLUENCIA	ENTRE 5 Y 25 lb/100 ft <sup>2</sup> .
3. VISCOSIDAD MARSH	ENTRE 35 Y 50 SEGUNDOS.
4. CONTENIDO DE ARENA	MÁXIMO 3%.
5. VOLUMEN DE AGUA FILTRADA	MÁXIMO 20 cm <sup>3</sup> .
6. DENSIDAD	ENTRE 1.03 Y 1.06 gr/cm <sup>3</sup> .
7. ESPESOR DE LA COSTRA (CAKE)	ENTRE 1.0 Y 1.5 mm.
8. P.H.	ENTRE 7 Y 10.

EL LODO SE PREPARÓ CON UN MEZCLADOR DE CHIFLÓN Y SE BOMBEO A LOS RECIPIENTES DE ALMACENAMIENTO QUE TUVIERON AMPLIA CAPACIDAD PARA LAS NECESIDADES DIARIAS DE LA OBRA. DE LOS RECIPIENTES SE TRASLADÓ EL LODO A LAS ZANJAS CON UNA BOMBA CENTRÍFUGA PARA LODOS.

MEDIANTE DESARENADO O REGENERACIÓN Y RECIRCULACIÓN, SE LE DIÓ AL LODO VARIOS USOS; LA RECIRCULACIÓN PUDO EFECTUARSE PASANDO POR LA PLANTA CENTRAL DE FABRICACIÓN Y ALMACENAMIENTO, O BIEN, MEDIANTE UNA BATERÍA PORTÁTIL DE HIDROCICLONES. EN ÉSTE ÚLTIMO CASO, SE PUDO RECIRCULAR LOCALMENTE DE UN TRAMO DE ZANJA A OTRO. ESTO ES ACONSEJABLE CUANDO EL EMPLEO LOCAL DEL LODO SE UBICA A UNA DISTANCIA TAL DE LA PLANTA CENTRAL, QUE ES ANTIECONÓMICO BOMBPEARLAS HASTA ÉSTA, PARA LIMPIARLO Y RECIRCULARLO.

EL NÚMERO DE USOS QUE SE DIÓ AL LODO, ESTABA LIMITADO AL CUMPLIMIENTO DE LAS PROPIEDADES YA MENCIONADAS, POR LO QUE CUANDO EL LODO PERDIÓ DICHAS

PROPIEDADES, FUÉ DESECHADO Y UTILIZADO UN LODO NUEVO. POR NINGÚN MOTIVO SE USARON LODOS QUE NO CUMPLÍAN CON LAS PROPIEDADES ENLISTADAS EN PÁRRAFOS ANTERIORES.

EN TODOS LOS CASOS EL NIVEL DEL LODO EN LA ZANJA O TABLERO ESTABILIZADO QUEDÓ 1.00 m COMO MÁXIMO A PARTIR DEL NIVEL DE TERRENO. EN NINGÚN CASO AUMENTÓ ESTA DISTANCIA.

#### **4.4 ELABORACIÓN DE LODO FRAGUANTE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MUROS.**

EN ESTE INCISO SE INDICA EL PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DEL LODO FRAGUANTE QUE SE UTILIZÓ EN LOS MUROS PANTALLA FLEXIBLES DE LA LÍNEA 8 DEL METRO.

##### **4.4.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES.**

1. EL LODO FRAGUANTE SE OBTIENE MEDIANTE UNA MEZCLA AGUA - BENTONITA - CEMENTO, CUYO PROCEDIMIENTO SE DÁ MÁS ADELANTE EN ESTE PUNTO.
2. AL QUEDAR EN REPOSO, EL LODO ALCANZA SU RESISTENCIA DE DISEÑO FORMANDO EL MURO IMPERMEABLE FLEXIBLE.
3. EL LODO NO INICIA SU FRAGUADO MIENTRAS PERMANECE EN MOVIMIENTO, PERO UNA VEZ QUE SE DEJA DE MOVER, FRAGUA RÁPIDAMENTE.

4. LOS MURO PANTALLA DE LODO SIRVEN PARA FORMAR UNA FRONTERA IMPERMEABLE QUE CONTIENE EL ÁREA DE TRABAJO DE LAS ZONAS DONDE NO ES POSIBLE EXCAVAR DEBIDO AL CRUCE DE DUCTOS, VIALIDADES, ETC.; COMO SE OBSERVA EN LA FIGURA No. 4.8.

#### **4.4.2 PROPIEDADES DEL LODO FRAGUANTE.**

LAS PROPIEDADES CON LAS QUE DEBIÓ CUMPLIR EL LODO FRAGUANTE, SON LAS SIGUIENTES:

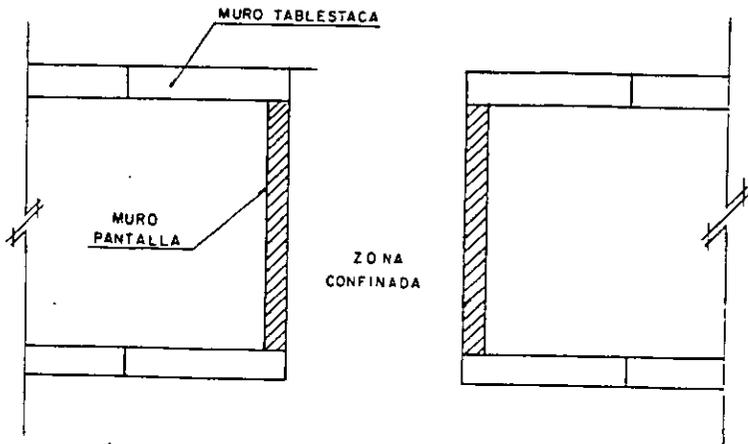
1. EL PESO VOLUMÉTRICO FUÉ DE 1.20 Ton/m<sup>3</sup>, CON UNA TOLERANCIA DE +- 5% .

2. LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL SIN CONFINAR A LOS 28 DIAS DESPUÉS DE FRAGAUDO, NO FUÉ MENOR DE 0.8 Kg/cm<sup>2</sup> CON UNA TOLERANCIA DE +- 10%.

EL VALOR ANTERIOR, SE OBTUVO DE PROBETAS CILINDRICAS DE 3.6 cm DE DIÁMETRO Y RELACIÓN DE ESBELTES DE 2, LAS CUALES FUERON EXTRAÍDAS TANTO DEL LODO DEL DEPÓSITO COMO DE LA ZANJA.

3. CON OBJETO DE CONFIRMAR LAS PROPIEDADES DE RESISTENCIA, FUÉ NECESARIO REALIZAR PRUEBAS EN PROBETAS, A LOS 7, 14 Y 28 DIAS DE EDAD, OBTENIENDO DE CADA UNA DE ELLAS GRÁFICAS DE DEFORMACIÓN - CARGA PARA DETERMINAR EL MÓDULO DE ELASTICIDAD. SE HICIERON TRES SERIES DE PRUEBAS DE CADA 40.00 m<sup>3</sup> DE LODO FRAGUANTE.

4. EL CEMENTO POR AÑADIR AL LODO BENTONITICO, FUÉ PORTLAND TIPO I O III.



UBICACION DE MUROS PANTALLA

FIGURA No. 4.8

#### 4.4.3 PROPORCIONAMIENTO.

COMO SE DIJO ANTERIORMENTE, EL LODO FRAGUANTE FUÉ CONSTITUIDO POR UNA MEZCLA DE BENTONITA Y AGUA, A LA CUAL SE AGREGÓ CEMENTO.

1. SE ELABORÓ EN PRIMER LUGAR EL LODO BENTONITICO, DEJANDOLO REPOSAR DURANTE UN PERIODO MÍNIMO DE 24 HORAS, CON OBJETO DE GARANTIZAR LA HIDRATACIÓN DEL MISMO.

2. TRANSCURRIDO EL PERIODO DE HIDRATACIÓN, SE LE AÑADIERON AL LODO BENTONITICO 187 Kg DE CEMENTO NORMAL DEL TIPO I O II POR CADA METRO CÚBICO DE LODO BENTONITICO, CUYO PORCENTAJE EN PESO CORRESPONDE AL 15%.

3. EL CEMENTO SE AGREGÓ AL LODO BENTONITICO, EN UN DEPÓSITO QUE CONTABA CON AGITADORES CON LA POTENCIA NECESARIA PARA MEZCLAR EL LODO CON EL CEMENTO. LOS AGITADORES, SE PUSIERON EN FUNCIONAMIENTO EN EL MOMENTO DE AGREGAR EL CEMENTO AL LODO BENTONITICO, DURANTE UN TIEMPO DE 15 min, CON OBJETO DE LOGRAR UNA MEZCLA HOMOGÉNEA.

4. SE REALIZÓ UNA MEZCLA DE BENTONITA AL 10.4%, AGREGANDOSE A LA MISMA POR METRO CÚBICO 187 Kg DE CEMENTO, VERIFICANDO QUE FINALMENTE EL PORCENTAJE EN PESOS FUERA EL SIGUIENTE:

AGUA	77%
BENTONITA	8%
CEMENTO	15% (187 Kg/m <sup>3</sup> DE LODO BENTONITICO).

EL AGUA QUE SE UTILIZÓ, ESTABA LIBRE DE PARTÍCULAS NOCIVAS Y DE MATERIA ORGÁNICA.

#### **4.4.4 VOLUMEN POR INTRODUCIR.**

SE REALIZARON ZANJAS QUE TENÍAN COMO MÍNIMO 0.20 m DE ANCHO POR EL LARGO REQUERIDO EN EL CAJÓN DEL METRO Y A LA MISMA PROFUNDIDAD DONDE ESTABAN DESPLANTADOS LOS MUROS TABLESTACA ADYACENTES.

SE INTRODUJO EL LODO FRAGUANTE DENTRO DE LA ZANJA DE MANERA QUE SU ALTURA FUERA LA MISMA QUE LA DEL MURO TABLESTACA. EL VOLUMEN A INTRODUCIR DEL LODO FUÉ VARIABLE SEGÚN LA ZANJA A EXCAVAR.

#### **4.4.5 COLOCACIÓN DEL LODO FRAGUANTE.**

LA COLOCACIÓN DEL LODO FRAGUANTE SE EFECTUÓ CONFORME SE AVANZÓ EN LA EXCAVACIÓN DE LA ZANJA DE ACUERDO A LOS SIGUIENTES LINEAMIENTOS:

1. CONCLUIDO EL AGITADO DEL LODO FRAGUANTE SE PROCEDIÓ A TRANSPORTARLO AL FRENTE DE TRABAJO PARA SU VACIADO DENTRO DE LA ZANJA. EL TRANSPORTE SE REALIZÓ EN CAMIONES REVOLVEDORAS O ATRAVES DE UNA TUBERÍA DEL DEPÓSITO HASTA LA ZANJA EN CUESTIÓN.
2. SE DEPOSITÓ EL VOLUMEN ESPECIFICADO DE LODO FRAGUANTE EN LA ZANJA.
3. CON OBJETO DE EVITAR QUE EL LODO ALCANZARA SU FRAGUADO INICIAL ANTES DE TERMINAR LA EXCAVACIÓN, SE TUVO EN MOVIMIENTO.

#### 4.4.6 PRUEBA DE CAMPO Y LABORATORIO.

CON EL FIN DE DETERMINAR LA PROPORCIÓN Y TIPO DE ACELERANTE EN CASO DE SER REQUERIDO, FUÉ NECESARIO EFECTUAR LAS ACTIVIDADES SIGUIENTES:

##### 1. EN EL LABORATORIO.

A) FABRICAR LODOS FRAGUANTES CON DIFERENTES PROPORCIONAMIENTOS.

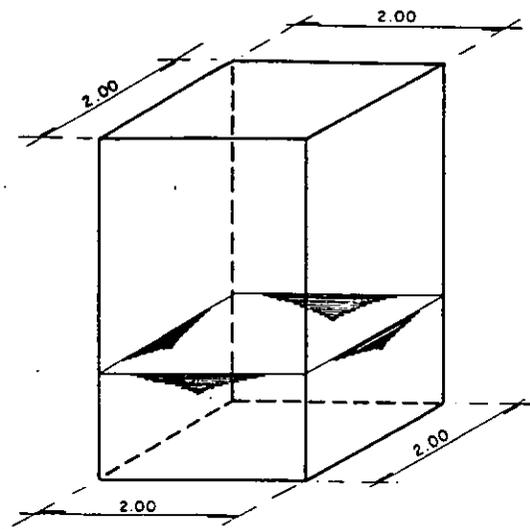
B) A CADA MEZCLA DE LODO SE LE AGREGÓ ADITIVO, QUE FUÉ PRODUCTO DE LÍNEA DE CUALQUIER MARCA, CON LA PROPORCIÓN QUE INDICÓ EL FABRICANTE.

COMO PRIMERA ALTERNATIVA DE PRUEBA, SE PRACTICARON ENSAYES A UN LODO QUE CONTENÍA ACELERANTE DE FRAGUADO CON EL SIGUIENTE PROPORCIONAMIENTO.

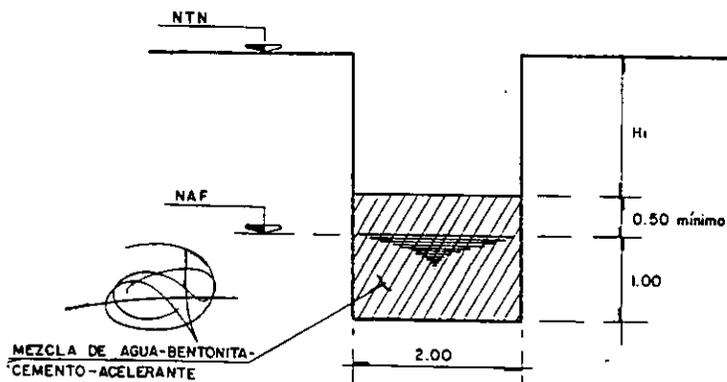
AGUA	700 lt
CEMENTO	250 Kg
BENTONITA	30 Kg
SIKA	3 Kg

C) SE TERMINÓ EL FRAGUADO INICIAL Y FINAL DE CADA UNA DE LAS MEZCLAS.

D) CON EL FIN DE OBSERVAR ADEMÁS LA RESISTENCIA DEL LODO, SE OBTUVIERON TRES PROBETAS CILINDRICAS DE LA MEZCLA, DE 3.6 cm DE DIÁMETRO, CON UNA RELACIÓN DE ESBELTES IGUAL A 2. ESTAS PROBETAS SE PROBARON A LAS 8 HORAS ASÍ COMO 7 Y 14 DIAS, OBTENIENDO EN CADA UNA DE ELLAS LAS GRÁFICAS DE ESFUERZO - DEFORMACIÓN.



DIMENSIONES DE POZO PARA MEZCLAS DE PRUEBA



LOCACION DE LAS MEZCLAS EN LOS POZOS DE PRUEBA

FIGURA No. 4.9

## **2. EN EL CAMPO.**

A) DESPUÉS DE DEFINIDAS LAS MEZCLAS EN EL LABORATORIO, SE EFECTUARON PRUEBAS EN EL CAMPO CON LA FINALIDAD DE DETERMINAR EL GRADO DE INFLUENCIA QUE PUDIERA TENER EL AGUA FREÁTICA EN EL TIEMPO DE FRAGUADO DEL LODO FRAGUANTE. LAS PRUEBAS SE EFECTUARON COMO SE INDICA A CONTINUACIÓN.

B) SE REALIZARON TRES POZOS, EN LA ZONA DONDE SE CONSTRUYÓ EL MURO PANTALLA, LA PROFUNDIDAD DE ESTOS POZOS FUÉ DE 1.00 m ABAJO DEL NIVEL FREÁTICO.

C) CONCLUIDA LA EXCAVACIÓN DE POZOS, SE COLOCÓ EN CADA UNO DE ELLOS LAS MEZCLAS SELECCIONADAS, EL NIVEL SUPERIOR DE ESTOS LODOS QUEDÓ COMO MÍNIMO 50 cm ARRIBA DEL NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS.

D) SE OBTUVIERON PARA CADA UNA DE ESTAS PRUEBAS LOS TIEMPOS DE FRAGUADO CON EL FIN DE LLEVAR UN CONTROL DEL TIEMPO DE EXCAVACIÓN Y FRAGUADO DEL LODO.

### **4.4.7 NOTAS IMPORTANTES.**

1. EN VISTA DE QUE LOS ANÁLISIS DE MEZCLAS DE LODO FRAGUANTE REALIZADOS FUERON ELABORADOS CON UNA DETERMINADA MEZCLA DE BENTONITA Y TIPO DE AGUA, FUÉ NECESARIO QUE LA BENTONITA Y EL AGUA QUE FUERON USADOS POR EL CONSTRUCTOR, SE INDICARAN DE INMEDIATO A COVITUR, PUES EL PROPORCIONAMIENTO ESPECIFICADO EN ESTE ESCRITO PODÍA VARIAR, ASÍ COMO LOS TIEMPOS DE FRAGUADO, POR LO QUE QUIZÁ PUDO SER NECESARIO UTILIZAR ADITIVOS RETARDADORES O ACELERANTES DE FRAGUADO.

2. SE HACE HINCAPIE EN QUE EL LODO FRAGUANTE NO INICIABA SU FRAGUADO MIENTRAS PERMANECÍA EN MOVIMIENTO; SIN EMBARGO, SI SE UTILIZABAN TIEMPOS DE AGITACIÓN MAYORES AL ESPECIFICADO PARA EL FRAGUADO INICIAL DEL LODO, PODÍA AFECTAR LA RESISTENCIA FINAL DEL MISMO.

3. LOS MUROS PANTALLA FLEXIBLES FRAGUARON Y ALCANZARON SU RESISTENCIA DE PROYECTO ANTES DE EXCAVAR LA ZONA DONDE ESTOS SE ENCONTRABAN.

#### **4.5 ABATIMIENTO DEL NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS.**

EN ESTE INCISO SE DESCRIBE EL PROCEDIMIENTO PARA ABATIR EL NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS EN LA ZONA DONDE SE CONSTRUYÓ EL CAJÓN DEL METRO.

ANTES DE EFECTUAR LAS EXCAVACIONES EN LA ZONA DONDE QUEDÓ ALOJADA LA ESTRUCTURA DEL CAJÓN DEL METRO, FUÉ NECESARIO ABATIR EL NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS, CON EL FIN DE CONTROLAR LAS FUERZAS DE FILTRACIÓN, REDUCIR LAS EXPANSIONES EN EL FONDO DE LA EXCAVACIÓN Y MANTENERLA LO MÁS ESTANCA POSIBLE.

PARA REALIZAR EL ABATIMIENTO DEL AGUA FREÁTICA, SE INSTALARON POZOS DE BOMBEO DE ACURDO A LO INDICADO EN LAS ESPECIFICACIONES PARTICULARES Y A LAS RECOMENDACIONES QUE SE INDICAN A CONTINUACIÓN.

#### **4.5.1 LOCALIZACIÓN Y PROFUNDIDAD DE LOS POZOS DE BOMBEO.**

LOS POZOS DE BOMBEO SE LOCALIZARON SOBRE EL EJE DE TRAZO DEL METRO A CADA 9.0 m EXCEPTO ENTRE LOS CADENAMIENTOS QUE SE INDICAN A CONTINUACIÓN:

ENTRE LOS CADENAMIENTOS 14 + 185.247 AL 14 + 152.233, LOS POZOS SE LOCALIZARON A LA DISTANCIA MEDIA ENTRE LOS PAÑOS INTERIORES DE MUROS TABLESTACA, PERO TAMBIÉN A CADA 9.0 m, VER FIGURA No. 4.10.

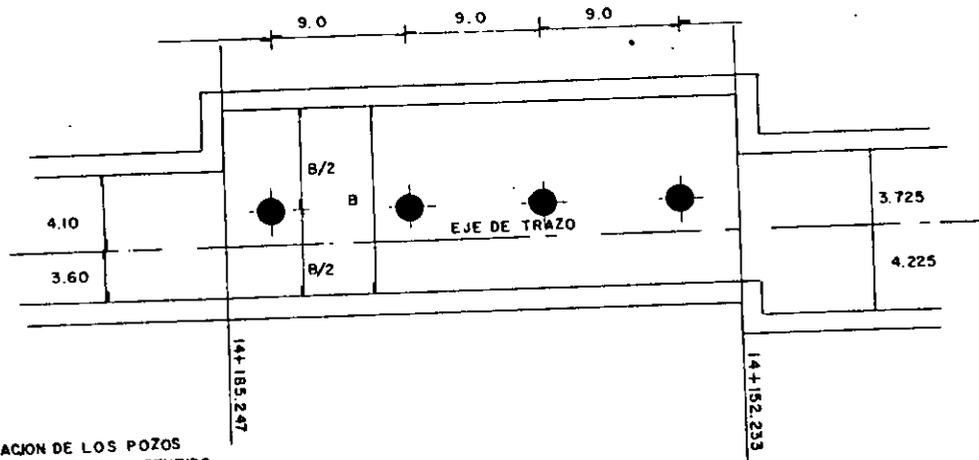
ENTRE LOS CADENAMIENTOS 14 + 400.148 AL 14 + 319.498, LOS POZOS SE LOCALIZARON DE ACUERDO A LO INDICADO EN LA FIGURA No. 4.11.

LA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE DE CADA POZO DE BOMBEO, FUÉ LA CORRESPONDIENTE A 2.00 m POR ABAJO DEL NIVEL MÁXIMO DE EXCAVACIÓN EN EL SITIO DONDE QUEDÓ INSTALADO.

#### **4.5.2 PERFORACIÓN Y ADEME DE LOS POZOS DE BOMBEO.**

LOS POZOS TUVIERON UN DIÁMETRO DE 30 cm Y SE PERFORARON CON BROCA DE ALETAS O ESCALONADA, POR NINGÚN MOTIVO SE UTILIZÓ LODO BENTONITICO O FLÚIDO ESTABILIZADOR EN LA PERFORACIÓN DEL POZO, PARA EL LAVADO SÓLO SE UTILIZÓ AGUA LIMPIA.

LOS ADEMES DE LOS POZOS SE ADECUARON AL EQUIPO POR UTILIZAR PARA EXTRAER EL GASTO QUE SE INDICA EN PÁRRAFOS SUBSECUENTES, RANURADOS EN TODA SU



A:  
 LA UBICACION DE LOS POZOS  
 EN ESTAS ZONAS EN EL SENTIDO  
 LONGITUDINAL AL EJE DE TRAZO  
 ES ESQUEMATICA, SU POSICION DE-  
 PENDERA DEL DESPECIE PARTICU-  
 LAR CONQUE SE HAYA PARTIDO  
 EN EL TRAMO

POZO DE BOMBEO

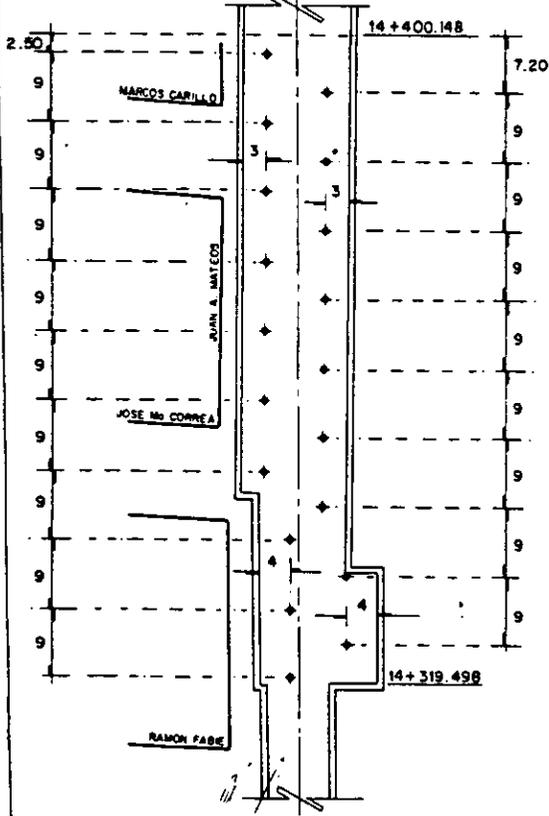
UBICACION POZOS  
 DE BOMBEO

FIGURA No 4.10



CABECERA ORIENTE EST. CHABACANO

14+419.673



**LOCALIZACION DE  
POZOS DE BOMBEO**  
ENTRE LOS CADENAMIENTOS  
14+400.148 AL 14+319.498

FIGURA No 4.11

LONGITUD, EXCEPTO EN 1.00 m EN LA PARTE SUPERIOR Y 0.50 m EN LA PARTE INFERIOR. ESTOS ADEMÉS ESTUVIERON PROVISTOS DE TRES ALETAS, FORMADAS POR VARILLAS DE 3/4" Y CUYO DIÁMETRO CIRCUNSCRITO SE AJUSTÓ A LAS PAREDES DE LA PERFORACIÓN. LAS ALETAS SE COLOCARON EN TRES PUNTOS EQUIDISTANTES A LO LARGO DEL ADEME.

ANTES DE COLOCAR EL ADEME Y EL FILTRO, LA PERFORACIÓN SE LAVÓ PERFECTAMENTE UTILIZANDO AGUA LIMPIA A PRESIÓN.

#### **4.5.3 BOMBAS DE EXTRACCIÓN DE AGUA.**

EL GASTO DE AGUA A EXTRAER EN CADA POZO, SE AJUSTÓ A LO QUE A CONTINUACIÓN SE INDICA:

1. PARA PROFUNDIDADES HASTA 9.00 m, SE TENÍA UN GASTO DE 5.50 lt/min.
2. PARA PROFUNDIDADES MAYORES, EL GASTO FUÉ DE 10.50 lt/min.

EL TIPO DE BOMBA UTILIZADA, FUÉ DE PUNTAS EYECTORAS DE DIÁMETRO Y PRESIONES DE OPERACIÓN QUE GARANTIZABA LA EXTRACCIÓN DEL VOLUMEN INDICADO.

EL NIVEL DE SUCCIÓN DE LAS BOMBAS, SE UBICÓ A 0.50 m ARRIBA DEL NIVEL DE DESPLANTE DE CADA POZO.

#### **4.5.4 TIEMPO, LONGITUD Y SUSPENSIÓN DE LAS ZONAS DE BOMBEO.**

PARA INICIAR LA EXCAVACIÓN DE UNA DETERMINADA ETAPA, ERA CONDICIÓN NECESARIA QUE HUBIERA UN TIEMPO PREVIO DE BOMBEO DE 2 DIAS EN CADA POZO CONTENIDA EN ELLA Y EN TODOS AQUELLOS LOCALIZADOS A UNA DISTANCIA DE 25.00 m, CONTADOS A PARTIR DEL PIE DEL TALUD DE AVANCE DE DICHA ETAPA.

EL BOMBEO SE SUSPENDIÓ EN CADA POZO UNA VEZ COLADA LA LOSA DE PISO CORRESPONDIENTE, SIEMPRE Y CUANDO ÉSTOS NO TUVIERAN INFLUENCIA EN ETAPAS SUBSECUENTES POR ATACAR.

ENTRE LOS CADENAMIENTOS 14 + 057.900 AL 13 + 692.000 (ZONA DE CELDAS), LA EXCAVACIÓN SE INICIÓ CUANDO LOS POZOS CONTENIDAS EN ELLAS CUMPLIERON LOS DOS DIAS DE BOMBEO PREVIO. EL BOMBEO SE SUSPENDIÓ CUANDO SE COLÓ LA LOSA DE PISO DE LA CELDA QUE SE EXCAVÓ.

LOS ADEMÉS DE LOS POZOS DE BOMBEO QUE QUEDARON ALOJADOS EN LA LOSA DE PISO DESPUÉS DE SUSPENDER EL BOMBEO, SE RELLENÓ DESDE SU NIVEL DE DESPLANTE HASTA 30 cm ABAJO DEL TOPE DE COLADO DE LA LOSA, CON UN MORTERO CUYA RELACIÓN ARENA - CEMENTO FUÉ 3 : 1 EN PESO DEL CEMENTO Y LA PARTE RESTANTE SE RELLENÓ MEDIANTE CONCRETO DE LA MISMA RESISTENCIA ESPECIFICADA PARA LA LOSA, PROVISTO CON ADITIVO ESTABILIZADOR DE VOLUMEN HASTA ALCANZAR EL PAÑO SUPERIOR DE LA LOSA.

#### **4.5.5 NOTAS IMPORTANTES.**

1. EL BOMBEO SE INICIÓ UNA VEZ CONSTRUIDOS LOS MUROS TABLESTACA EN UNA DISTANCIA MÍNIMA DE 50.00 m MEDIDOS A PARTIR DEL HOMBRO DEL TALUD, O LOS QUE FORMABAN LA CELDA EN SU CASO.
2. NO SE INICIÓ NINGUNA ETAPA DE EXCAVACIÓN HASTA HABERSE CUMPLIDO CON EL TIEMPO DE BOMBEO PREVIO ESPECIFICADO.
3. CUANDO EL INICIO DE EXCAVACIÓN SE RETRASÓ, EL BOMBEO FUÉ SUSPENDIDO HASTA QUE SE CONOCIÓ LA FECHA DE EXCAVACIÓN, CUMPLIENDO CON EL TIEMPO DE BOMBEO PREVIO ESPECIFICADO.
4. EL BOMBEO SE SUSPENDIÓ UNA VEZ COLADA LA LOSA DE FONDO, SIMPRE Y CUANDO ESTOS POZOS NO TENÍAN INFLUENCIA EN LA ETAPA SIGUIENTE POR ATACAR.
5. LA UBICACIÓN DE LOS POZOS DE BOMBEO FUÉ DE TAL MANERA QUE NO INTERFERÍAN CON LAS INSTALACIONES MUNICIPALES LOCALIZADAS EN LA ZONA, Y CUANDO ÉSTO SUCEDIÓ, EL POZO SE REUBICÓ DE MANERA QUE QUEDÓ LOCALIZADO COMO MÁXIMO A 0.50 m DEL PAÑO DE LA MISMA.

#### **4.6 INSTALACIÓN Y MEDICIÓN DE LA INSTRUMENTACIÓN CORRESPONDIENTE.**

EN ESTE INCISO SÉ DESCRIBE EL PROCEDIMIENTO QUE SE SIGUIÓ EN LA INSTALACIÓN DE LA INSTRUMENTACIÓN DEL TRAMO LA VIGA - CHABACANO DE LA LÍNEA 8 DEL METRO.

DICHOS ELEMENTOS PERMITIERON LLEVAR UN CONTROL DE LOS POSIBLES MOVIMIENTOS QUE SE PUDIERON PRESENTAR DURANTE LA EXCAVACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO; LA INSTRUMENTACIÓN CONSISTIÓ EN REFERENCIAS SUPERFICIALES ("PALOMAS" Y TESTIGOS), PLOMEO EN LAS CONSTRUCCIONES DE TRES NIVELES O MÁS; BANCOS DE NIVEL SEMIPROFUNDO, INCLINÓMETROS, PIEZÓMETROS, SECCIÓN DE CONVERGENCIA Y PALOMAS SOBRE LOS MUROS ESTRUCTURALES DENTRO DEL CAJÓN DE LA LÍNEA 9. LA DISTRIBUCIÓN Y LOCALIZACIÓN DE ESTA INSTRUMENTACIÓN SE INDICA EN LAS FIGURAS ANEXAS.

#### **4.6.1 REFERENCIAS SUPERFICIALES.**

PARA CONOCER LOS MOVIMIENTOS QUE SE PRESENTARON EN LAS CONSTRUCCIONES LOCALIZADAS PARALELAS AL CAJÓN DEL METRO SE COLOCARON MARCAS DE PINTURA ("PALOMAS"), SOBRE EL PARAMETRO DE LAS ESQUINAS Y AL CENTRO DE CADA CALLE COMO SE MUESTRA EN LAS FIGURAS No. 4.12 Y 4.13, A UNA ALTURA DE 1.50 m A PARTIR DEL NIVEL DE BANQUETA. TAMBIÉN SE COLOCARON PALOMAS EN LAS CONSTRUCCIONES DE TRES NIVELES O MAS LOCALIZADAS EN LA COLINDANCIA CON LOS PREDIOS ALEDAÑOS Y UNA AL CENTRO DE LA ESTRUCTURA.

#### **4.6.2 TESTIGOS SUPERFICIALES.**

CONSISTE EN UN CILINDRO DE CONCRETO SIMPLE, DE 15 cm DE DIAMETRO POR 30 cm DE ALTURA, CON UN TORNILLO METALICO DE 5/8" X 4" EMPOTRADO EN SU CARA SUPERIOR; DICHO TORNILLO TIENE UNA CABEZA SEMIESFÉRICA (CABEZA DE GOTA) CON UNA LÍNEA GRABADA PERPENDICULAR A LA RANURA QUE EL TORNILLO TIENE EN SU CABEZA. LA RANURA SIRVIÓ DE GUÍA A UNA REGLA METÁLICA GRADUADA.

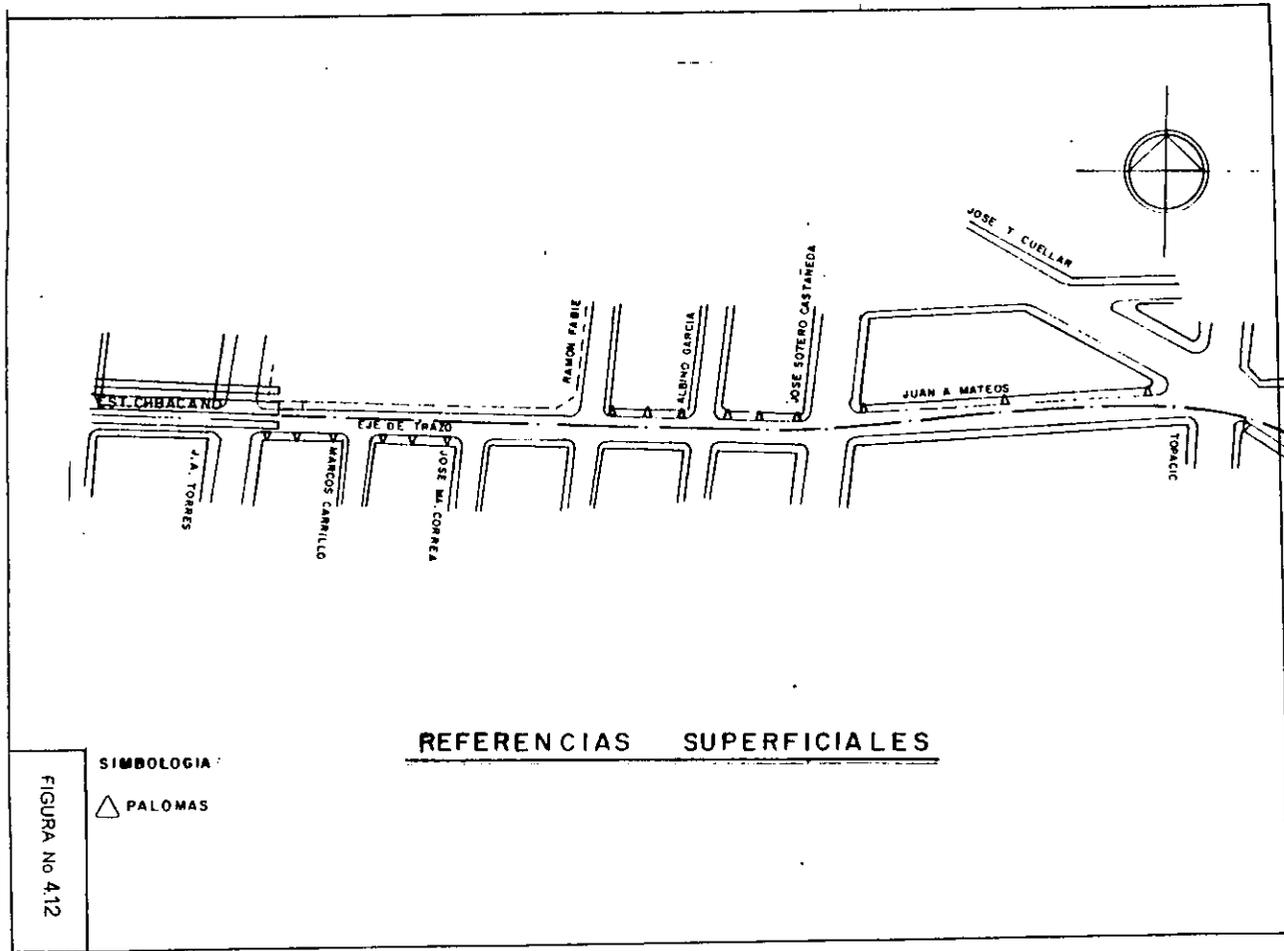


FIGURA No 4.12

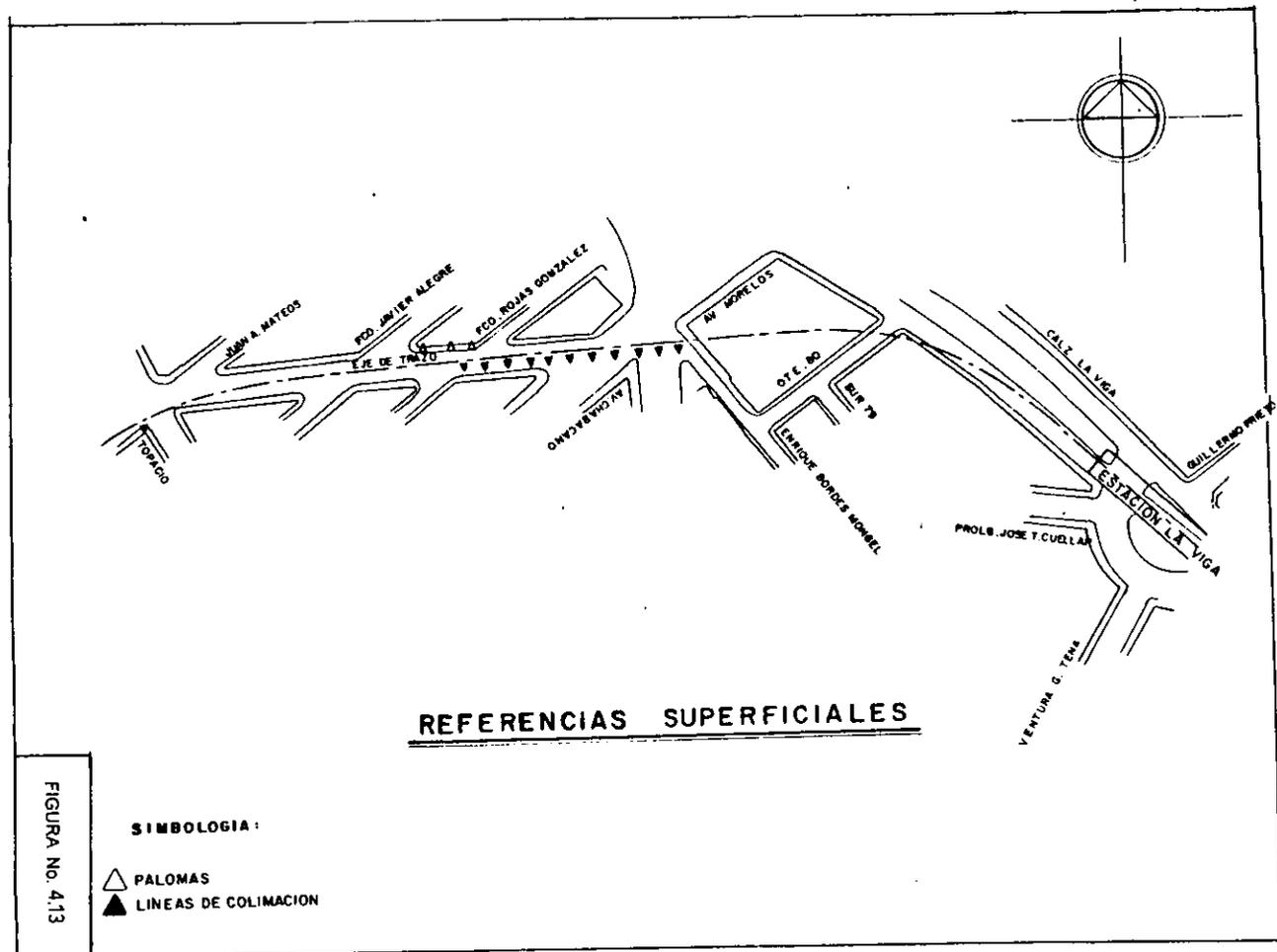


FIGURA No. 413

LOS TESTIGOS SUPERFICIALES SE INSTALARON DEFINIENDO LÍNEAS DE COLIMACIÓN, APOYADAS EN DOS PUNTOS DE REFERENCIA FIJOS, ALEJADOS DE LOS EXTREMOS DE LA EXCAVACIÓN PARA EVITAR QUE SUFRIERAN DESPLANTAMIENTOS DURANTE EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN.

LAS LÍNEAS DE COLIMACION FUERON PARALELAS AL EJE LONGITUDINAL DEL CAJÓN, LA SEPARACIÓN ENTRE TESTIGOS SUPERFICIALES FUÉ DE 10.0 m.

LOS TESTIGOS FUERON INSTALADOS PREVIAMENTE AL INICIO DE LOS TRABAJOS DE EXCAVACIÓN, SEGÚN LO QUE SE INDICA A CONTINUACIÓN.

SE PROCEDIÓ A TRAZAR LÍNEAS DE COLIMACIÓN PARALELAS AL EJE LONGITUDINAL DEL CAJÓN A 3.00 m DEL PAÑO EXTERIOR DE LOS MUROS TABLESTACA, POSTERIORMENTE SE LOCALIZARON EN EL SITIO LOS TESTIGOS SUPERFICIALES PARA REALIZAR UNA PERFORACIÓN CON LAS DIMENSIONES ADECUADAS QUE PERMITIERAN ALOJAR ÉSTOS.

CONCLUIDO LO ANTERIOR, SE COLOCARON LOS TESTIGOS EN LAS PERFORACIONES RELLENANDO LOS ESPACIOS ENTRE LAS PAREDES DE LA EXCAVACIÓN Y EL TESTIGO CON MORTERO ARENA - CEMENTO EN PROPORCIÓN 1 : 3; INMEDIATAMENTE DESPUÉS SE COMPROBÓ CON UN TRÁNSITO LA ALINEACIÓN DE LA LÍNEA GRABADA Y CON UN NIVEL DE MANO LA HORIZONTALIDAD DE LA CARA SUPERIOR DEL CILINDRO DE CONCRETO.

#### **4.6.3 PLOMEO EN CONSTRUCCIONES DE TRES NIVELES O MÁS.**

ADEMÁS DE LAS PALOMAS QUE SE COLOCARON EN LAS CONSTRUCCIONES DE TRES NIVELES O MÁS, SE LLEVÓ UN CONTROL DE LOS POSIBLES DESPLOMES DE ÉSTOS DE LA MANERA QUE SE INDICA A CONTINUACIÓN:

SE COLOCARON EN LOS EXTREMOS Y AL CENTRO DE LAS ESTRUCTURAS, MÉNSULAS FIJAS AL PARAMETRO, LA CUAL TENÍA EN EL EXTREMO SUELTO UN ORIFICIO; ESTE ORIFICIO SE REFIRIÓ AL NIVEL DE BANQUETA PARA POSTERIORMENTE MEDIR LA DISTANCIA ENTRE ESTE PUNTO Y EL PARAMENTO, VER FIGURA No. 4.14.

#### **4.6.4 BANCOS DE NIVEL SEMIPROFUNDO.**

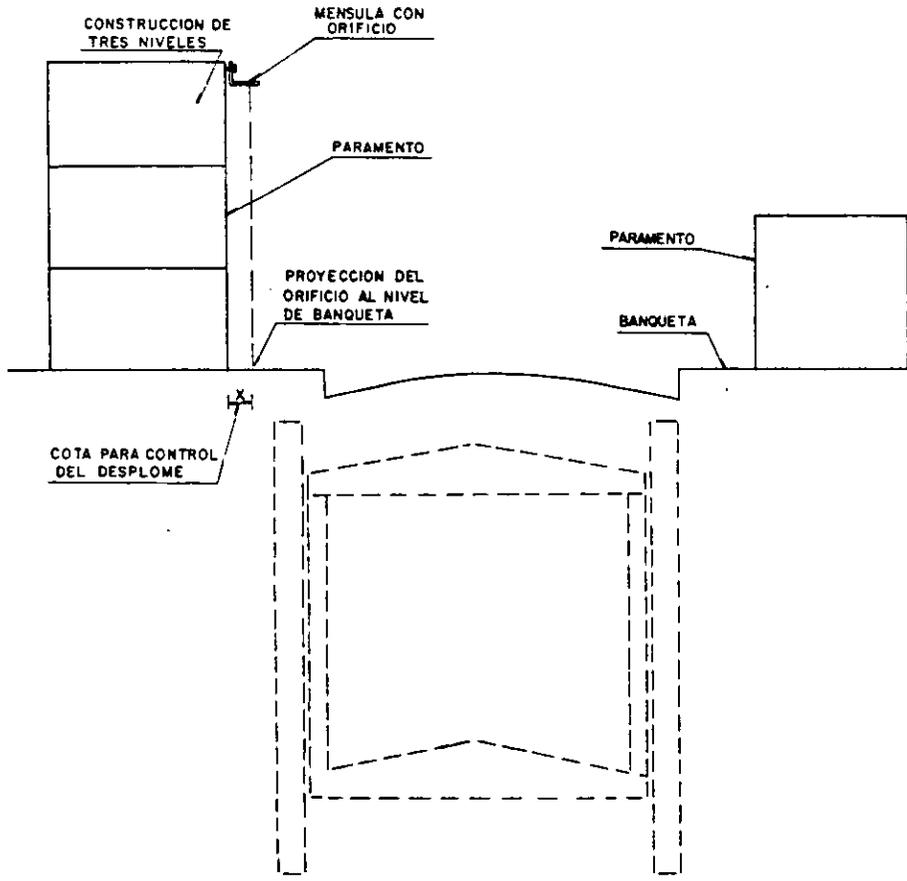
CONSISTE EN UN TUBO DE HIERRO GALVANIZADO DE 1 PULGADA DE DIÁMETRO, EN TRAMOS DE 1 m UNIDOS CON COPLES, Y CON UNA LONGITUD EQUIVALENTE A LA PROFUNDIDAD DE INSTALACIÓN DEL BANCO, EN SU EXTREMO SUPERIOR REMATÓ EN UN TAPÓN DE HIERRO GALVANIZADO, SOBRE EL QUE SE APOYÓ EL ESTADAL; EN SU EXTREMO INFERIOR EN UN MUERTO DE CONCRETO SIMPLE, DE  $F'c= 100 \text{ Kg/cm}^2$ , VACIADO DENTRO DE UN TUBO SHELBY DE 4" DE DIÁMETRO POR 1.00 m DE LONGITUD.

LOS BANCOS DE NIVEL SEMIPROFUNDOS SIRVIERON PARA DETERMINAR LOS MOVIMIENTOS VERTICALES CAUSADOS POR LAS PROBABLES EXPANSIONES Y HUNDIMIENTOS GENERALES EN EL FONDO DE LAS EXCAVACIONES A CIELO ABIERTO.

UNA VEZ CONSTRUIDOS LOS MUROS MILÁN, SE PROCEDIÓ A LA INSTALACIÓN DE LOS BANCOS DE NIVEL SEMIPROFUNDOS, COMO SE INDICA A CONTINUACIÓN:

SE PERFORÓ UN BARRENO DE 6" DE DIÁMETRO HASTA UNA PROFUNDIDAD DE 1.20 m ABAJO DEL NIVEL DE EXCAVACIÓN. LAS PAREDES DE LA PERFORACIÓN, SE ESTABILIZARON CON LODO BENTONITICO.

SECCION TRANSVERSAL DE LA CALLE



PLOMEO EN CONSTRUCCIONES DE TRES NIVELES O MAS

FIGURA No. 4.14

PREVIO AL INICIO DE LOS TRABAJOS SE FABRICÓ EL MUERTO O BASE DEL BANCO, DEJANDO EL EXTREMO INFERIOR DEL TUBO DE 1" DE DIÁMETRO COMPLETAMENTE EMBEBIDO EN TODA LA LONGITUD DEL MUERTO.

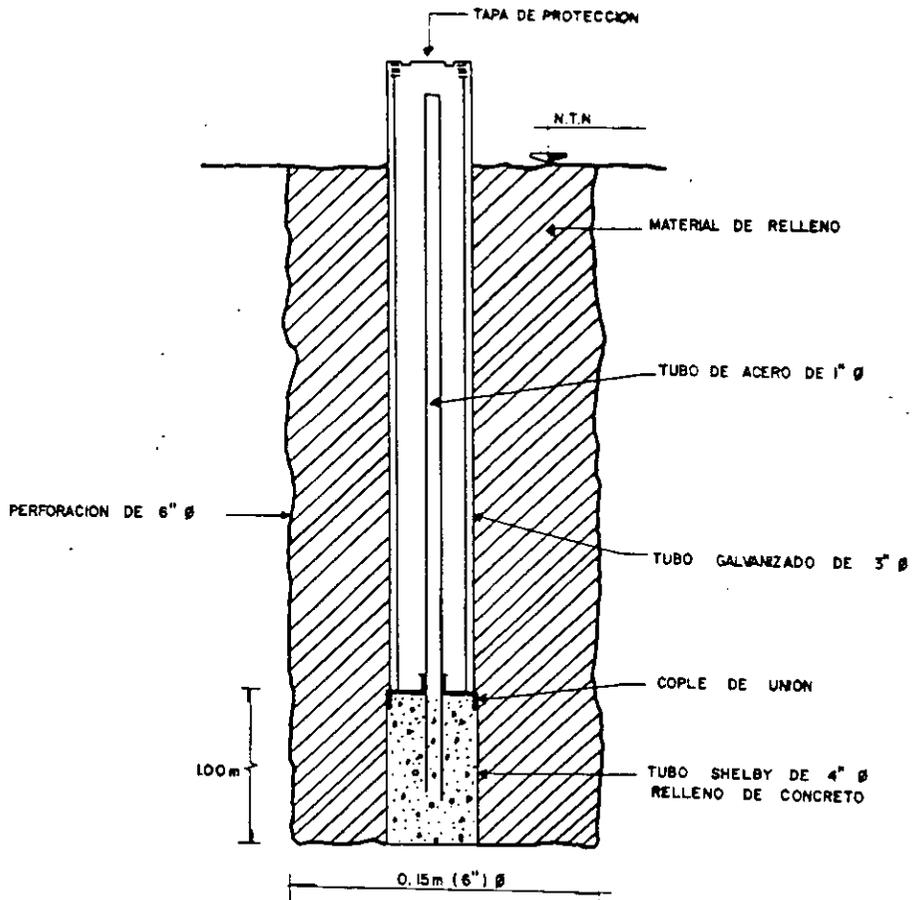
SE INTRODUJO EN LA PERFORACIÓN EL TUBO EN TRAMOS DE 1.00 m, QUE SE FUERON UNIENDO CON COPLES A MEDIDA DE QUE SE IBA BAJANDO HACIA EL FONDO. SE CUIDÓ QUE EL MUERTO SE APOYARA POR COMPLETO EN EL FONDO DE LA PERFORACIÓN, POR LO QUE SE VERIFICÓ QUE ÉSTA ESTUVIERA LIBRE DE AZOLVES.

UNA VEZ COLOCADO EL BANCO DE NIVEL SEMIPROFUNDO EN TODA LA PROFUNDIDAD, EL ESPACIO ANULAR DE LA PERFORACIÓN SE RELLENÓ CON GRAVA DE 3/4" EN TODA SU LONGITUD.

LOS BANCOS SE FUERON RECORTANDO CUIDADOSAMENTE A MEDIDA QUE AVANZÓ LA EXCAVACIÓN; EN LA ZONA VECINA AL ADEME DE LOS BANCOS, LA EXCAVACIÓN SE EFECTUÓ A MANO CON EL OBJETO DE NO DAÑARLOS.

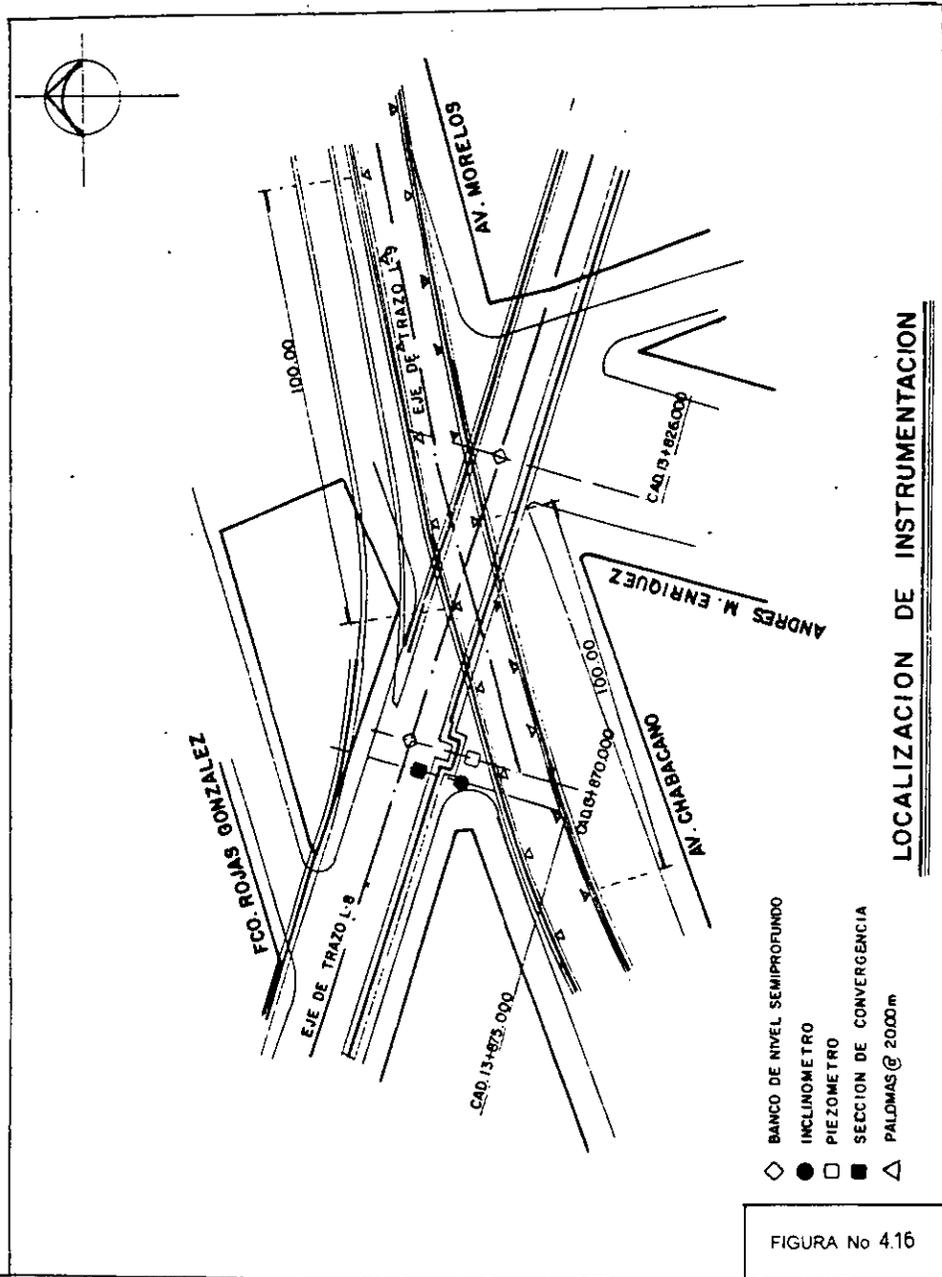
LOS BANCOS DE NIVEL SEMIPROFUNDO SE LOCALIZABAN SOBRE EL EJE DE TRAZO EN LOS CADENAMIENTOS 13 + 870.000 Y 13 + 826.000.

EN LA FIGURA No. 4.15 SE MUESTRA UN ESQUEMA DE DICHOS BANCOS Y EN LA FIGURA No. 4.16 SE INDICA SU LOCALIZACIÓN.



**BANCO DE NIVEL SEMIPROFUNDO**

FIGURA No. 4.15



#### 4.6.5 INCLINÓMETRO.

CONSISTE EN UNA TUBERÍA DE TRAMOS DE 75 cm DE LONGITUD Y DE  $\pm$  7.77 cm DE DIÁMETRO INTERIOR, UNIDOS ENTRE SÍ MEDIANTE COPLES; LA TUBERÍA TENÍA CUATRO RANURAS VERTICALES DIAMETRALMENTE OPUESTAS QUE SIRVIERON DE GUÍA A LA ZONDA DE MEDICIÓN. LOS COPLES QUE UNIERON LOS TRAMOS DE TUBERÍA, CONSISTIERON EN DOS SECCIONES MEDIA CAÑA, DE 8.79 cm DE DIÁMETRO INTERIOR Y 30 cm DE LONGITUD; ABRAZABAN LA TUBERÍA CON LA QUE TENÍAN UN TRASLAPE DE 7.5 cm. EL COPLE SE ENVOLVÍA EN TODA SU LONGITUD CON CINTA ADHESIVA.

LOS INCLINÓMETROS SIRVIERON PARA DETERMINAR LOS MOVIMIENTOS HORIZONTALES QUE SE PRESENTARON DEBIDO A LA EXCAVACIÓN DEL TRAMO. ESTOS INSTRUMENTOS SE INSTALARON EN PERFORACIONES VERTICALES, LIMPIAS DE AZOLVES. EL PROCEDIMIENTO DE LA INSTALACIÓN SE DESCRIBE A CONTINUACIÓN:

SE PERFORÓ EL SUELO EN UN DIÁMETRO DE 6" USANDO LODO BENTONITICO PARA ESTABILIZAR LAS PAREDES DE LA PERFORACIÓN Y EXTRAER LOS RECORTES DE LA MISMA.

LA PROFUNDIDAD DE LA PERFORACIÓN TENÍA EL NIVEL DE DESPLANTE DEL MURO TABLESTACA ADYACENTE AL INCLINÓMETRO.

SIMULTÁNEAMENTE CON LA ACTIVIDAD ANTERIOR SE PROCEDIÓ A ENSAMBLAR LOS TRAMOS DE LA TUBERÍA Y LOS COPLES PARA INICIAR SU INSTALACIÓN TAN PRONTO TERMINÓ LA PERFORACIÓN; SE TUVO CUIDADO QUE LAS TORSIONES DE LA TUBERÍA SE COMPENSARAN EN SEGMENTOS CONSECUTIVOS. LA TUBERÍA LLEVÓ EN SU EXTREMO INFERIOR UN TAPÓN QUE SE FIJÓ CON REMACHES O PEGAMENTO, EN FUNCIÓN DEL MATERIAL CONSTITUTIVO DE LA TUBERÍA.

UNA VEZ QUE SE ALCANZÓ LA PROFUNDIDAD REQUERIDA, SE LIMPIÓ LA PERFORACIÓN HACIENDO CIRCULAR LODO BENTONITICO LIMPIO HASTA QUE ÉSTE RETORNÓ EN IGUALES CONDICIONES A LA SUPERFICIE.

CONCLUIDO LO ANTERIOR, SE BAJÓ LA TUBERÍA DENTRO DE LA PERFORACIÓN CUIDANDO QUE UN PAR DE RANURAS DIAMETRALMENTE OPUESTAS FUERAN PERPENDICULARES AL EJE DE LA EXCAVACIÓN; DURANTE ESTA ETAPA SE PREPARÓ LA MEZCLA DE MATERIAL QUE RELLENÓ EL ESPACIO ANULAR DE LA TUBERÍA Y LA PARED DE LA PERFORACIÓN, QUE CONSISTÍA EN UNA MEZCLA DE BENTONITA - CEMENTO - AGUA, PARA EVITAR QUE FRAGUARA ANTES DE SU INYECCIÓN.

LA MEZCLA DE BENTONITA - CEMENTO - AGUA SE INYECTÓ A BAJA PRESIÓN DESDE EL FONDO DE LA PERFORACIÓN HASTA QUE SE ALCANZÓ EL NIVEL CORRESPONDIENTE A 30 cm POR ABAJO DEL TERRENO NATURAL.

SE FIJÓ EL EXTREMO SUPERIOR DE LA TUBERÍA CON UN SOPORTE Y SE CONSTRUYÓ UN MUERTO DE CONCRETO QUE SIRVIÓ COMO REGISTRO DE PROTECCIÓN DEL INCLINÓMETRO.

SE MARCÓ EL INSTRUMENTO CON UNA REFERENCIA QUE LO IDENTIFICABA, Y QUE ADEMÁS SEÑALABA SU PROFUNDIDAD.

LA INSTALACIÓN DE INCLINÓMETROS, SE EFECTUÓ TOMANDO EN CUENTA LAS INDICACIONES DESCRITAS, ASÍ COMO EL PROCEDIMIENTO RECOMENDADO POR EL PROVEEDOR DEL EQUIPO Y LAS ESPECIFICACIONES DE COVITUR.

EL INCLINÓMETRO ESTABA LOCALIZADO A 1.50 m DEL PAÑO EXTERIOR DEL MURO TABLESTACA Y SU UBICACIÓN SE MUESTRA EN LA FIGURA No. 4.16.

#### **4.6.6 PIEZÓMETRO ABIERTO.**

CONSISTE EN UNA CELDA PERMEABLE EN SU PARTE INFERIOR Y TUBO DELGADO DE PVC DE 1/2" DE DIÁMETRO QUE COMUNICA LA CELDA CON LA SUPERFICIE DEL TERRENO.

LA CELDA QUEDA EMBEBIDA EN UNA CAPA DE FILTRO DE ARENA DE 90 cm DE ESPESOR, CONFINADA CON UN SELLO DE BENTONITA DE 100 cm DE ESPESOR; EL RESTO DE LA PERFORACIÓN SE RELLENÓ CON LODO ARCILLOSO; EL TUBO PVC DE 1/2" DE DIÁMETRO SOBRESALIÓ 20 cm SOBRE EL TERRENO NATURAL Y FUÉ ACOMPAÑADO CON UN ADEME DE PVC DE 2" CUANDO LA INSTALACIÓN SE EFECTUÓ EN UNA EXCAVACIÓN; CUANDO EL PIEZÓMETRO SE INSTALÓ FUERA DE LA EXCAVACIÓN, PUDO OMITIRSE TAL ADEME. ASÍ MISMO, EN ÉSTE ÚLTIMO CASO SE LLEVÓ UN REGISTRO DE PROTECCIÓN.

LOS PIEZÓMETROS SIRVIERON PARA CONOCER EL ESTADO INICIAL DE ESFUERZOS EN EL SITIO EN ESTUDIO, LAS CONDICIONES DE FLUJO DE AGUA Y LA INFLUENCIA DEL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO EN LA PRESIÓN DE PORO.

ESTOS DISPOSITIVOS SE INSTALARON EN PERFORACIONES VERTICALES, LIMPIAS DE AZOLVES. EL PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN SE DESCRIBE A CONTINUACIÓN:

CADA ESTACION PIEZOMÉTRICA ESTABA CONSTITUIDA POR DOS PIEZÓMETROS LOS CUALES ESTABAN DESPLANTADOS A LAS PROFUNDIDADES DE 8.00 Y 13.50 m QUE CORRESPONDEN A LA PROFUNDIDAD DONDE SE LOCALIZABAN ESTRATOS PERMEABLES.

SE PERFORÓ EL SUELO CON UN DIÁMETRO DE 6", HASTA LAS PROFUNDIDADES YA ANTES MENCIONADAS, UTILIZANDO AGUA COMO FLUÍDO DE PERFORACIÓN.

SE BAJÓ UN ADEME METÁLICO, DE DIÁMETRO NW HASTA EL FONDO DE LA SEPARACIÓN Y SE HIZO CIRCULAR AGUA LIMPIA, LA PERFORACIÓN QUEDÓ ABSOLUTAMENTE LIBRE DE AZOLVES.

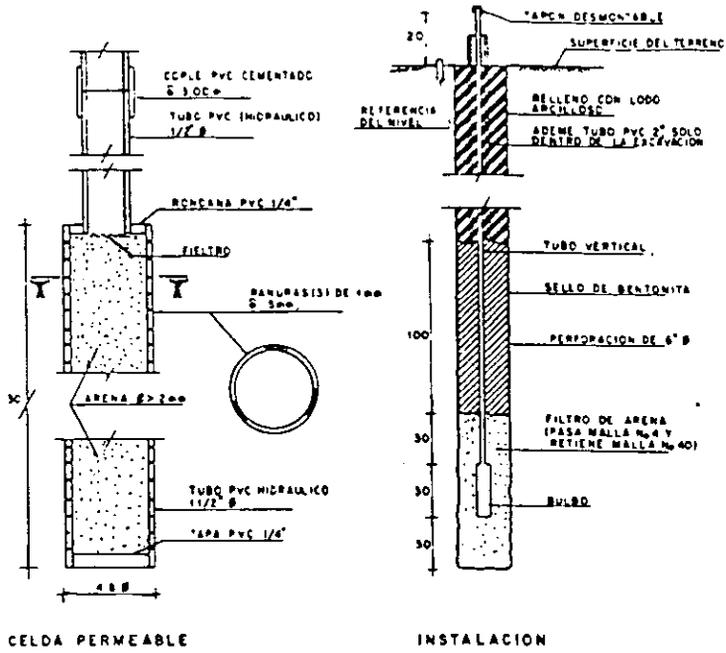
MIENTRAS SE EFECTUÓ LA PERFORACIÓN, SE ENSAMBLÓ LA CELDA PERMEABLE CON EL TUBO DELGADO, DE SER POSIBLE EN TODA LA LONGITUD DE LA INSTALACIÓN, EN TRAMOS DE 3.00 m, PARA DAR TIEMPO A QUE EL PEGAMENTO DE LOS COPLES PUDIERA ENDURECERSE.

SE LEVANTÓ EL ADEME DE 30 cm Y SE VACIÓ LENTAMENTE UNA ARENA LIMPIA Y LAVADA, GRADUADA ENTRE LAS MALLAS No. 4 Y No. 40 CONTROLANDO CUIDADOSAMENTE EL VOLUMEN A FIN DE NO EXCEDER LA PROFUNDIDAD DE LA INSTALACIÓN DE LA CELDA.

SE BAJÓ EL PIEZÓMETRO DENTRO DEL POZO, COMPROBANDO QUE QUEDARA BIEN ASENTADO EN LA ARENA DEL FONDO.

SE LEVANTÓ EL ADEME EN TRAMOS DE 10 cm, VACIANDO GRADUALMENTE LA ARENA DENTRO DEL POZO EN CADA TRAMO, HASTA 30 cm ARRIBA DEL BULBO, CONTROLANDO SIEMPRE EL VOLUMEN DE ARENA QUE SE DESCARGÓ ALREDEDOR (FIGURA No. 4.17).

A CONTINUACIÓN SE LEVANTÓ EL ADEME EN UN TRAMO DE 100 cm Y SE COLOCÓ UNA CAPA DE BENTONITA EN BOLAS PRREVIAMENTE PREPARADAS, PARA SELLAR ALREDEDOR DEL TUBO VERTICAL DE 1/2" DE DIÁMETRO.



PIEZOMETRO ABIERTO

FIGURA No. 4.17

CUANDO EL PIEZÓMETRO SE INSTALÓ DENTRO DE LA EXCAVACIÓN, SE COLOCÓ UN ADEME DE PVC DE 2" A FIN DE PROTEGER EL TUBO VERTICAL DEL PIEZÓMETRO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA EXCAVACIÓN ; SI LA INSTALACIÓN ERA AFUERA DE LA EXCAVACIÓN, EL ADEME PODÍA OMITIRSE.

SE RELLENÓ EL ESPACIO ANULAR ENTRE EL TUBO VERTICAL, O EL ADEME SEGÚN EL CASO, CON LODO ARCILLOSO HASTA EL NIVEL DEL TERRENO NATURAL.

CUANDO LA INSTALACIÓN ERA AFUERA DEL ÁREA DE LA EXCAVACIÓN, SE COLOCÓ UN REGISTRO DE PROTECCIÓN CON TAPA, QUE ALBERGÓ LA CABEZA DEL TUBO VERTICAL CON SU ETIQUETA DE IDENTIFICACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE LA CELDA Y SU NIVEL DE REFERENCIA. LA UBICACIÓN DEL PIEZÓMETRO EN PLANTA SE MUESTRA EN LA FIGURA No. 4.16

#### **4.6.7 MEDICIÓN DEL EMPUJE ACTUANTE SOBRE LOS PUNTALES.**

SE COLOCARON GATOS PLANOS EN UNO DE LOS EXTREMOS DE LOS PUNTALES. ESTA INSTRUMENTACIÓN SE COLOCÓ EN TODOS LOS NIVELES DE PUNTALES CORRESPONDIENTES.

LOS GATOS TENÍAN UNA CAPACIDAD MÍNIMA DE 150 Ton. Y LA LECTURA QUE SE OBTUVO EN EL MANÓMETRO O EN EL APARATO DE MEDICIÓN FUÉ DE 0.10 kg/cm<sup>2</sup>.

ASIMISMO CON OBJETO DE MEDIR LAS CARGAS ACTUANTES SOBRE LOS PUNTALES, FUÉ NECESARIO INSTALAR CELDAS DE DEFORMACIÓN (STRAINAGAGES) EN TODOS LOS PUNTALES EN QUE SE COLOCARON GATOS PLANOS MENCIONADOS EN LA NOTA ANTERIOR Y DISPUESTOS COMO SE INDICA A CONTINUACIÓN.

A) A 4.0 m DE DISTANCIA DE UNO DE LOS EXTREMOS DEL PUNTAL.

B) LAS CELDAS DE DEFORMACIÓN SE COLOCARON TAL COMO SE MUESTRA EN LA FIGURA No. 4.18.

TODOS LOS PUNTALES DONDE SE COLOCÓ LA INSTRUMENTACIÓN DESCRITA ANTERIORMENTE, SE PINTARON TOTALMENTE DE BLANCO, CON EL OBJETO DE EVITAR EN LO POSIBLE, LOS EFECTOS PRODUCIDOS POR LOS CAMBIOS DE TEMPERATURA.

#### **4.6.8 SECCIÓN DE CONVERGENCIA.**

PARA CONOCER LOS MOVIMIENTOS DE LAS PAREDES DE LA ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN Y LA ESTRUCTURA DEFINITIVA, HACIA EL INTERIOR DE LA MISMA, FUÉ NECESARIO COLOCAR UNA SECCIÓN DE CONVERGENCIA COMO PUNTO DE REFERENCIA, EN DONDE SE REALIZARON LECTURAS.

LOS PUNTOS DE REFERENCIA INTERNOS FUERON COLOCADOS INMEDIATAMENTE DESPUÉS DE QUE LA EXCAVACIÓN DESCUBRIÓ SUS PUNTOS DE APLICACIÓN. LOS ELEMENTOS QUE DEFINÍAN LOS PUNTOS DE REFERENCIA PARA LA MEDICIÓN DE CONVERGENCIAS (PERNOS Y ARGOLLAS U OTROS), ESTUVIERON EMPOTRADOS A LOS MUROS TABLESTACA Y ERAN CAPACES DE SOPORTAR LA TENSIÓN BAJO LA CUAL SE HICIERON LAS DIMENSIONES.

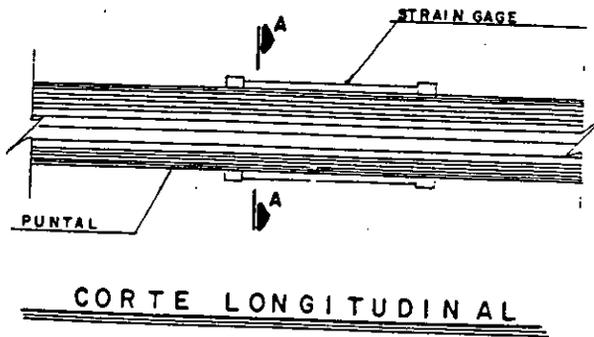
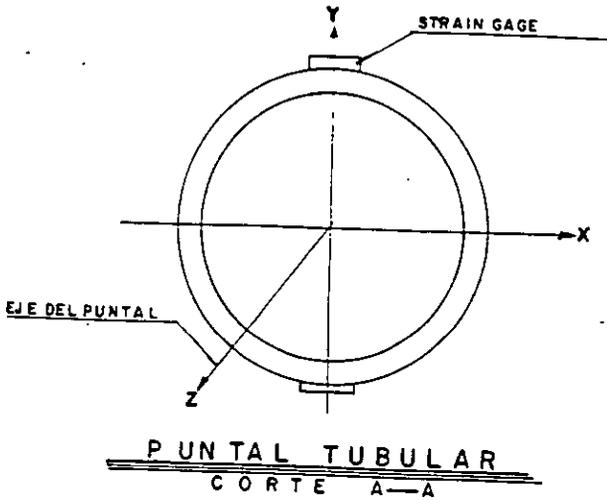


FIGURA No 4.18

UNA VEZ CONSTRUIDOS LOS MUROS ESTRUCTURALES, LOS PUNTOS DE REFERENCIA COLOCADOS EN LOS MUROS TABLESTACA SE SUSTITUYERON EN EL PRIMERO Y SE CONTINUÓ CON LA TOMA DE MEDICIONES.

#### **4.6.9 PALOMAS SOBRE LOS MUROS ESTRUCTURALES DENTRO DEL CAJÓN DE L - 9.**

PARA CONOCER LOS MOVIMIENTOS QUE SE PRESENTARON EN EL CAJÓN DE LA LÍNEA 9, SE COLOCARON MARCAS DE PINTURA ("PALOMAS") SOBRE AMBOS MUROS ESTRUCTURALES DENTRO DEL CAJÓN DE LA LÍNEA 9, A CADA 20 m DEL LADO ORIENTE Y PONIENTE DEL CRUCE DE LA LÍNEA 8 HASTA UNA LONGITUD DE 100 m, COMO SE INDICA EN LAS FIGURAS Nos. 4.16 Y 4.19.

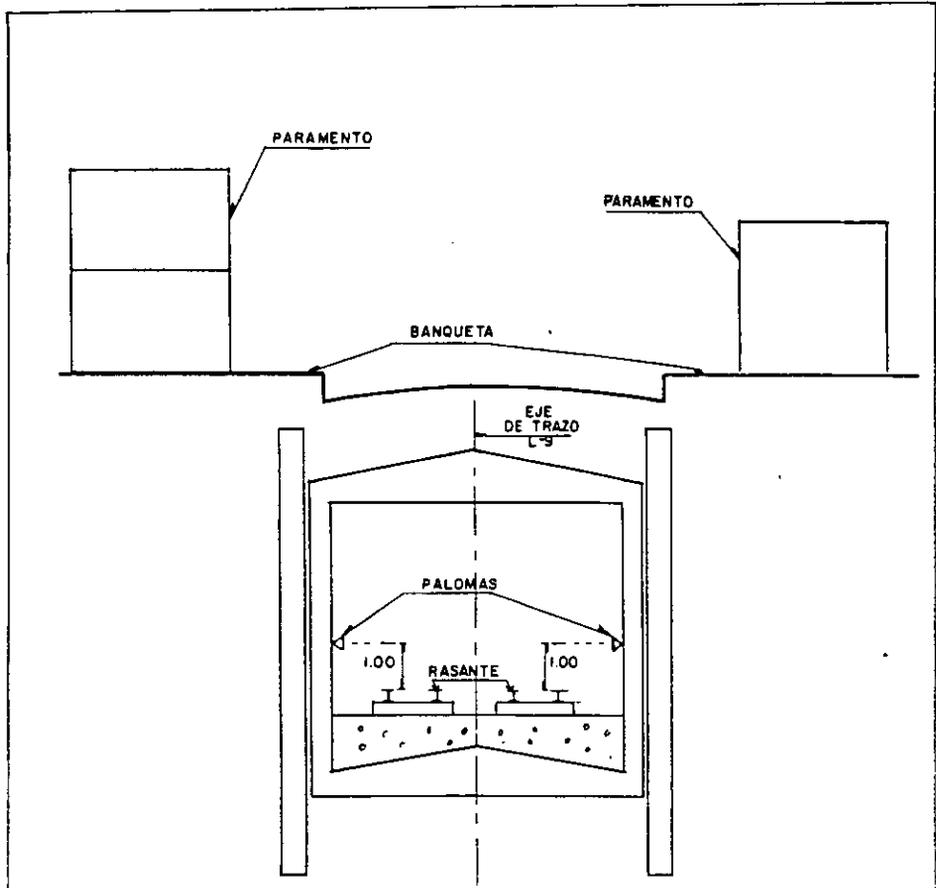
#### **FRECUENCIA DE LECTURAS.**

1. EL INICIO Y SUSPENSIÓN DE LAS LECTURAS DE LAS PALOMAS SUPERFICIALES Y EN EL CAJÓN DE LA LÍNEA 9, ASÍ COMO DE LAS LÍNEAS DE COLIMACIÓN, SE REALIZÓ DE ACUERDO A LO SIGUIENTE:

A) SE CONTÓ CON UNA PRIMER LECTURA 15 DIAS ANTES DE INICIAR LA EXCAVACIÓN DE CUALQUIER ETAPA, Y UNA LECTURA 3 DIAS ANTES DE INICIAR EL BOMBEO.

B) DOS VECES POR SEMANA DURANTE LA CONSTRUCCIÓN (LUNES Y JUEVES).

C) UNA VEZ TERMINADA LA CONSTRUCCIÓN, LAS LECTURAS SE REALIZARON SEMANALMENTE HASTA QUE SE PRESENTARON LAS SIGUIENTES CONDICIONES:



SECCION TRANSVERSAL  
CONTROL DE MOVIMIENTOS EN EL CAJON  
DE LINEA- 9

FIGURA No. 4.19

I. CUANDO LA DEFORMACIÓN FUÉ DE 1 mm/SEMANA O MENOR, LAS LECTURAS SE REALIZARON MENSUALMENTE.

II. SE SUSPENDIERON CUANDO LA DEFORMACIÓN FUÉ DE 1 mm/MES O MENOR.

2. LA FRECUENCIA DE LECTURAS DEL PLOMEO EN CONSTRUCCIONES DE TRES O MÁS NIVELES, SE REALIZÓ DE ACUERDO A LO SIGUIENTE:

A) SE CONTÓ CON UNA PRIMER LECTURA 15 DIAS ANTES DEL INICIO DE LA EXCAVACIÓN Y UNA LECTURA 3 DIAS ANTES DE INICIAR EL BOMBEO.

B) UNA VEZ AL DIA DURANTE EL BOMBEO Y EXCAVACIÓN.

C) UNA VEZ COLADA LA LOSA DE PISO, SE CONTINUARON LAS LECTURA DE LA FORMA SIGUIENTE:

I. DOS NIVELACIONES POR SEMANA (LUNES Y JUEVES) HASTA QUE SE TERMINÓ LA CONSTRUCCIÓN.

II. TERMINADA LA CONSTRUCCIÓN, LAS LECTURAS SE CONTINUARON SEMANALMENTE HASTA QUE SE PRESENTARON LAS SIGUIENTES CONDICIONES.

II.A CUANDO LA DEFORMACIÓN ERA DE 1 mm/SEMANA O MENOR, LAS LECTURAS SE REALIZARON MENSUALMENTE.

II.B SE SUSPENDIERON CUANDO LA DEFORMACIÓN FUÉ DE 1 mm/MES O MENOR.

3. LA TOMA DE LECTURAS EN LOS BANCOS DE NIVEL SEMIPROFUNDOS SE HIZO DE LA MISMA MANERA COMO SE INDICÓ EN EL PUNTO 2.

4. LA FRECUENCIA DE LECTURAS EN LOS INCLINÓMETROS SE REALIZÓ DE ACUERDO A LOS LINEAMIENTOS SIGUIENTES:

A) SE CONTÓ CON UNA PRIMER LECTURA 10 DIAS ANTES DE INICIAR LA EXCAVACIÓN DE CUALQUIER ETAPA Y UNA LECTURA 3 DIAS ANTES DE INICIAR EL BOMBEO.

B) DOS VECES AL DÍA DURANTE EL PROCESO DE BOMBEO Y EXCAVACIÓN.

C) HASTA CUARENTA Y OCHO DIAS DESPUES DEL RETIRO DEL ÚLTIMO NIVEL DE PUNTALES SE TOMARON LECTURAS DOS VECES AL DIA.

D) POSTERIORMENTE SE CONTINUÓ CON LA TOMA DE LECTURAS DIARIAMENTE HASTA QUE LA VELOCIDAD DE DEFORMACIÓN FUÉ MENOR O IGUAL A 1 mm/SEMANA.

5. EL INICIO Y SUSPENSIÓN DE LECTURAS DE LOS PIEZÓMETROS SE REALIZÓ DE ACUERDO A LO SIGUIENTE:

A) SE CONTÓ CON UNA PRIMER LECTURA 15 DIAS ANTES DE INICIAR LA EXCAVACIÓN DE CUALQUIER ETAPA, Y UNA LECTURA 3 DIAS ANTES DE INICIAR EL BOMBEO.

B) DURANTE LA CONSTRUCCIÓN SE TOMÓ UNA LECTURA DIARIA.

C) TERMINADA LA CONSTRUCCIÓN, SE TOMARON LECTURAS CADA MES DURANTE TRES MESES.

6. LA TOMA DE LECTURAS EN LA SECCIÓN DE CONVERGENCIA SE HIZO CON LA FRECUENCIA SIGUIENTE:

A) UNA VEZ COLOCADOS LOS PUNTOS DE REFERENCIA INTERNOS, SE TOMARON LECTURAS UNA VEZ AL DIA DURANTE LAS PRIMERAS DOS SEMANAS POSTERIORES A SU INSTALACIÓN; UNA VEZ QUE LAS CONVERGENCIAS INDICARON UNA TENDENCIA FRANCA A LA ESTABILIDAD (VELOCIDAD MENOR DE 0.030 mm/DIA PARA LAS CONVERGENCIAS HORIZONTALES), LA PERIODICIDAD PODÍA AMPLIARSE A DOS VECES POR SEMANA SI LA TENDENCIA CONTINUABA.

B) EL ESPACIAMIENTO ENTRE LECTURAS SE AMPLIÓ A UNA VEZ POR SEMANA HASTA QUE LA VELOCIDAD DE DEFORMACIÓN FUÉ MENOR A 0.10 mm/SEMANA, CUANDO ESTO OCURRIÓ, LAS MEDICIONES SE SUSPENDIERON.

C) SE LLEVÓ UN CONTROL DE LA MAGNITUD DE LAS DESCARGAS AL MOMENTO DE DESMONTARLO.

#### **4.6.10 NOTAS IMPORTANTES.**

1. LAS MEDICIONES DE LAS REFERENCIAS SUPERFICIALES SE REALIZARON EN HORAS EN QUE LA REFRACCIÓN ERA MÍNIMA, A FIN DE OBTENER LECTURAS CONFIABLES.

2. TODAS LAS REFERENCIAS SE INSTALARON ANTES DEL INICIO DE LA EXCAVACIÓN.

3. LAS MEDICIONES SE PROCESARON (CÁLCULOS Y GRÁFICAS) EL MISMO DIA EN QUE SE REALIZARON A FIN DE PODER CONTAR CON DICHA INFORMACIÓN EN LA OBRA EN FORMA OPORTUNA PARA LA TOMA DE DECISIONES.

4. SE REVISÓ EL ESTADO FÍSICO Y EL AJUSTE DE TODOS LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN CADA DIA.

5. LA EXCAVACIÓN DE LA ZONA VECINA AL ADEME DE LOS BANCOS DE NIVEL SEMIPROFUNDO, SE REALIZÓ A MANO PARA EVITAR POSIBLES DAÑOS A LOS MISMOS DURANTE EL PROCESO DE EXCAVACIÓN.

6. LA PROFUNDIDAD RECOMENDADA PARA LOS BANCOS DE NIVEL SEMIPROFUNDO ERA DE 1.20 m POR ABAJO DEL NIVEL MÁXIMO DE EXCAVACIÓN.

7. TODOS LOS PIEZÓMETROS ABIERTOS SE INSTALARON 20 DIAS ANTES DEL INICIO DE LA EXCAVACIÓN.

8. LOS INCLINÓMETROS SE INSTALARON ANTES DEL INICIO DE LA EXCAVACIÓN.

9. LA CONFIABILIDAD DE LAS MEDICIONES EN PIEZÓMETROS E INCLINÓMETROS, DEPENDÍA EN GRAN MEDIDA DEL PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN, POR TAL MOTIVO FUÉ VIGILADA ESPECÍFICAMENTE LA VERTICALIDAD Y LIMPIEZA DEL POZO, ASÍ COMO LAS CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL CON QUE SE RELLENÓ EL ESPACIO ANULAR ENTRE LA TUBERÍA Y LAS PAREDES DE LA PERFORACIÓN.

#### **4.7 SISTEMA DE DRENAJE EN LOS TRAMOS DE LA LÍNEA 8.**

A CONTINUACIÓN SE DARÁN LAS CARACTERÍSTICAS QUE DEBIERON CUMPLIR LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE DRENAJE EN EL TRAMO LA VIGA - CHABACANO DE LA LÍNEA 8 DEL METRO.

##### **4.7.1 GENERALIDADES.**

1. TODOS LOS MATERIALES ERAN NUEVOS Y DE PRIMERA CALIDAD, PREFERENTEMENTE DE FABRICACIÓN NACIONAL.

2. LA MANO DE OBRA FUÉ EJECUTADA POR PERSONAL DEBIDAMENTE CAPACITADO Y ESTUVO DOTADO DE HERRAMIENTAS ADECUADAS PARA OBTENER RESULTADOS DE PRIMERA CALIDAD.

3. CUANDO POR ALGUNA CAUSA SE MODIFICÓ PARCIALMENTE EL PROYECTO, DEBIÓ CONSULTARSE A LA DIRECCIÓN DE LA OBRA, SIN CUYA AUTORIZACIÓN NO SE INICIÓ CAMBIO ALGUNO.

4. AL INDICARSE ALGUNA MARCA EN LA PRESENTE ESPECIFICACIÓN, SE ENTIENDE SÓLO COMO UNA REPRESENTACIÓN OBJETIVA; CUALQUIER OTRA MARCA QUE CUMPLÍA CON LAS CONDICIONES REQUERIDAS, PUDO UTILIZARSE PREVIA AUTORIZACIÓN DE LA DIRECCIÓN DE LA OBRA.

#### **4.7.2 DESCRIPCIÓN DE MATERIALES.**

**1. TUBERÍAS.** LAS TUBERÍAS HORIZONTALES UBICADAS EN LOS TRAMOS SUBTERRÁNEOS, CON DIÁMETROS DE 200 Y 250 mm FUERON DE P.V.C DURALON PARA DRENAJE, CON CAMPANA O SIMILAR QUE CCUMPLIÓ CON LA NORMA D.G.N-E-12-1969.

**2. REGISTROS.** LOS REGISTROS UBICADOS EN EL CAJÓN SUBTERRÁNEO FUERON PRECOLADOS, DEJANDO EN LA LOSA DE PISO UN HUECO DE 36 \* 40 \* 50 cm, CON ACABADO INTERIOR PULIDO. MIENTRAS QUE EN EL TRAMO SUPERFICIAL SE REALIZÓ LO INDICADO EN EL PLANO DE INSTALACIÓN DE DESAGÜES CORRESPONDIENTE.

**3. COLADERAS.** FUERON DE Fo. Fo. DE 20 \* 20 cm, ASENTADOS CON UNA LECHADA DE CEMENTO ARENA EN PROPORCIÓN 2: 1.

**4. CANALES Y PIEZAS PRECOLADAS.** TODAS ESTAS PIEZAS FUERON A BASE DE CONCRETO CON VARILLAS DE ACERO ESTRUCTURAL, DE ACUERDO AL PROYECTO CORRESPONDIENTE.

#### **4.8 ELIMINACIÓN DE FILTRACIONES QUE SE PRESENTARON EN EL TRAMO.**

EN ESTE INCISO SE INDICA EL PROCEDIMIENTO QUE SE SIGUIÓ PARA LLEVAR A CABO EL SELLADO DE HUMEDADES Y FILTRACIONES QUE SE PRESENTARON EN EL TRAMO LA VIGA-CHABACANO. DE LA LÍNEA 8 DEL METRO.

#### **4.8.1 DETECCIÓN DE FILTRACIONES.**

A CONTINUACIÓN SE MENCIONAN LOS SITIOS DEL CAJÓN DEL METRO DONDE SE DETECTARON FILTRACIONES O HUMEDADES DE ACUERDO A LO OBSERVADO EN OBRA:

**1. JUNTAS ENTRE MUROS TABLESTACA:** ESTE TIPO DE FILTRACIÓN SE PRESENTA A CAUSA DE UNA CONTAMINACIÓN PARCIAL EN LA JUNTA O POR AZOLVES EN EL FONDO DE LA ZANJA DURANTE EL COLADO DEL MURO.

**2. CUERPO DEL MURO TABLESTACA:** LA CAUSA DE ESTE TIPO DE HUMEDAD O FILTRACIÓN OBEDECE A LA CONTAMINACIÓN DEL CONCRETO DURANTE EL COLADO, DEJANDO UN ELEMENTO CON FISURAS O POROSIDADES POR DONDE SE FILTRA EL AGUA.

**3. JUNTA TRANSVERSAL EN LA LOSA DE FONDO:** ESTE TIPO DE HUMEDAD O FILTRACIÓN SE PRESENTA EN LAS JUNTAS DE COLADO DE LAS LOSA DE FONDO, LAS CUALES SE VAN DEJANDO EN CADA ETAPA DE EXCAVACIÓN, LA CAUSA DE ESTA FILTRACIÓN SE DEBE GENERALMENTE A LA COLOCACIÓN IMPRECISA DE LA BANDA DE P.V.C. EN EL COLADO DE CADA ETAPA.

**4. JUNTA DE LOSA DE FONDO Y MURO TABLESTACA:** ESTE CASO GENERALMENTE SE PRESENTA CUANDO SE TIENE UN MURO CON CONCRETO CONTAMINADO EN EL PUNTO DE UNIÓN CON LA LOSA O DEBIDO A QUE EL CONCRETO DE DICHA LOSA FUÉ POCO VIBRADO DURANTE EL COLADO.

**5. JUNTA DE LOSA DE TECHO Y MURO:** EN ESTE PUNTO DEL CAJÓN, LAS FILTRACIONES SE PRESENTAN MÁS FRECUENTES EN LOS TRAMOS MÁS PROFUNDOS Y DE FORMA OCASIONAL EN LOS MÁS SUPERFICIALES, EL MOTIVO DE LA FILTRACIÓN SE DEBE A UNA

JUNTA DE COLADO ENTRE EL MURO Y EL FIRME DE COMPRESIÓN LA CUAL QUEDA EXPUESTA AL NIVEL FREÁTICO.

**6. JUNTAS DE COLADO EN MUROS ESTRUCTURALES:** AL IGUAL QUE LAS FILTRACIONES EN LAS JUNTAS TRANSVERSALES DE LOSA DE FONDO, LA PRINCIPAL RAZÓN DEL PROBLEMA ES LA COLOCACIÓN IMPRECISA DE LA BANDA DE P.V.C. DURANTE EL COLADO DEL MURO.

**7. POZOS DE BOMBEO:** DE ACUERDO CON EL PROCEDIMIENTO DE EXCAVACIÓN, SE INSTALARON POZOS DE BOMBEO, CUYO ADEME SE RETIRÓ HASTA CONCLUIR EL COLADO DE LA LOSA DE FONDO, DEBIDO A LO ANTERIOR, LOS HUECOS DEJADOS EN LA LOSA PRESENTARON FILTRACIONES O HUMEDADES POR LA JUNTA FRÍA EN EL CONCRETO.

**8. PUNTALES AHOGADOS:** EN ALGUNOS CASOS ES NECESARIO DEJAR PERDIDOS EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL CAJÓN, LOS PUNTALES UTILIZADOS DURANTE LA EXCAVACIÓN GENERANDO JUNTAS FRÍAS EN EL CONCRETO.

**9. TAQUETES DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS:** AL LLEVAR A CABO LA PERFORACIÓN PARA INSTALAR TAQUETES EN LOS MUROS, SE LLEGAN A PROVOCAR FISURAS O GRIETAS EN ÉSTE QUE PUEDEN SER PUNTOS DE FILTRACIÓN O HUMEDAD.

#### **4.8.2 SOLUCIONES PARA CADA CASO.**

PREVIO AL INICIO DE CUALQUIER TRATAMIENTO, SE OBTURARON LAS CANALIZACIONES EXISTENTES ATRÁVÉS DE LAS CUALES SE DIÓ UNA SOLUCIÓN PROVISIONAL A LAS FILTRACIONES. ESTA OBTURACIÓN CONSISTIÓ EN CORTAR Y DOBLAR LAS MANGUERAS

POR SU EXTREMO SUPERIOR Y AMARRAR LAS MISMAS, ES DECIR, LAS CANALIZACIONES SE CANCELARON.

A CONTINUACIÓN SE DESCRIBE CADA UNA DE LAS SOLUCIONES ASÍ COMO EN QUE CASO SE APLICÓ CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS. EL TIPO DE TRATAMIENTO A UTILIZAR DEPENDIÓ DEL SITIO DONDE QUEDÓ UBICADA LA FILTRACIÓN, ASÍ COMO DE LA MAGNITUD QUE PRESENTÓ ÉSTA.

CON EL OBJETO DE PODER CLASIFICAR LA FILTRACIÓN EN CUANTO A SU MAGNITUD, SE UTILIZÓ LA SIGUIENTE NOMENCLATURA:

**H - F HUMEDADES FUERTES.** TIENEN APARIENCIA BRILLOSA EN EL ÁREA AFECTADA Y ADEMÁS UNA LIGERA CAPA DE AGUA PERCEPTIBLE AL TACTO.

**H - M HUMEDADES MEDIAS.** SON AQUELLAS QUE SE PERCIBEN VISUALMENTE Y PRESENTAN UNA APARIENCIA BRILLOSA EN EL ÁREA AFECTADA.

**H - L HUMEDADES LIGERAS.** SON HUMEDADES SÓLO PERCEPTIBLES AL TACTO.

**F - F FILTRACIONES FUERTES.** TIENEN APARIENCIA BRILLOSA EN LA SUPERFICIE Y UN ESCURRIMIENTO INTENSO EN LA ZONA.

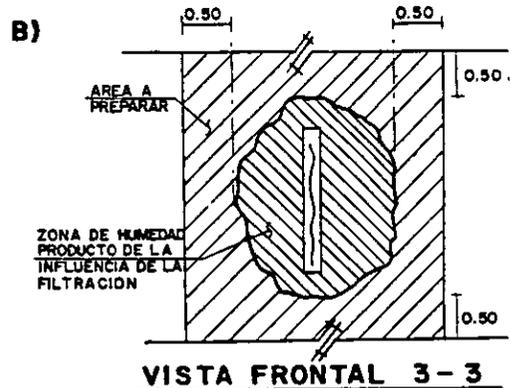
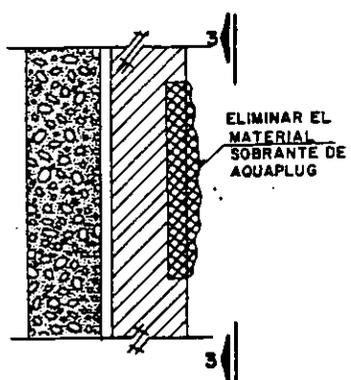
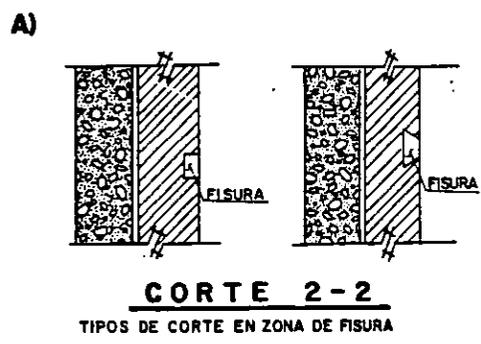
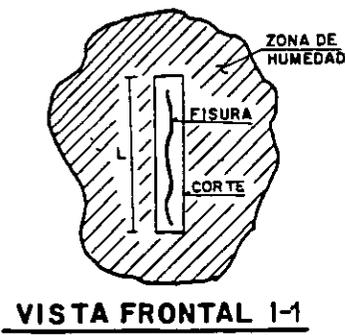
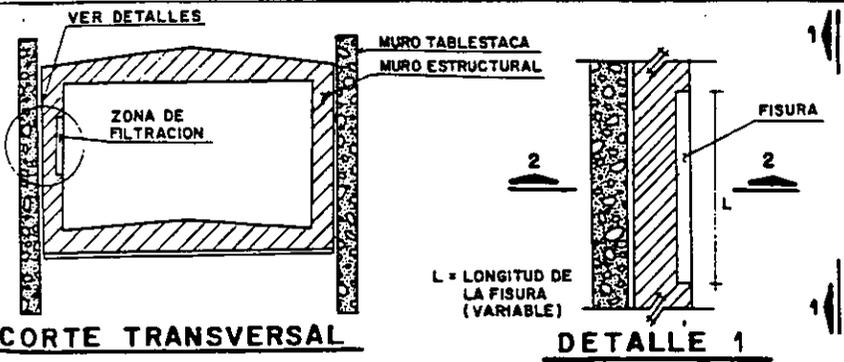
**F - M FILTRACIONES MEDIAS.** LA SUPERFICIE PRESENTA UNA APARIENCIA BRILLOSA Y ESCURRIMIENTO LIGERO.

**F - L FILTRACIONES LIGERAS.** TIENEN APARIENCIA BRILLOSA EN LA SUPERFICIE Y UN ESCURRIMIENTO APENAS PERCEPTIBLE.

UNA VEZ UBICADO EL SITIO DE LA FILTRACIÓN Y CLASIFICADA ÉSTA DE ACUERDO CON SU MAGNITUD, SE APLICÓ EL TRATAMIENTO CORRESPONDIENTE DE ACUERDO CON LO QUE A CONTINUACIÓN SE INDICA:

**CASO A.** PARA LOS CASOS DONDE LA FILTRACIÓN QUEDÓ UBICADA EN EL CUERPO DE LOS MUROS TABLESTACA, JUNTA TRANSVERSAL DE LOSA DE FONDO, JUNTA DE COLADO EN MUROS ESTRUCTURALES, ADEME DE POZOS DE BOMBEO Y/O PUNTALES AHOGADOS, CON UNA MAGNITUD CORRESPONDIENTE AL F-L Ó H-F.

1. UNA VEZ LOCALIZADA LA ZONA POR DONDE SE INTRODUCE EL AGUA AL CAJÓN DEL METRO, SE PROCEDIÓ A REALIZAR CORTES EN EL CONCRETO, YA SEA SESGADOS O CUADRADOS, COMO SE MUESTRA EN LA FIGURA No. 4.20.
2. PARA LLENAR EL ESPACIO DE LOS CORTES REALIZADOS EN EL CONCRETO, SE UTILIZÓ UN CEMENTO HIDRÁULICO DE FRAGUADO INSTANTÁNEO LLAMADO AQUAPLUG.
3. DIEZ MINUTOS DESPUÉS DE APLICADO EL AQUAPLUG, SE PROCEDIÓ A ENRASAR LA SUPERFICIE DESDE EL CENTRO Y HACIA LAS ORILLAS DE LA MISMA EN EL SENTIDO LONGITUDINAL.
4. CONCLUIDO LO ANTERIOR, SE PREPARÓ LA SUPERFICIE PARA RECIBIR EL RECUBRIMIENTO IMPERMEABLE, LIMPIANDOLA CON CEPILLO DE ALAMBRE HASTA DEJAR UNA SUPERFICIE ÁSPERA.
5. EL RECUBRIMIENTO IMPERMEABLE ERA SELLOTEX GRIS CON AGUA; EL PROPORCIONAMIENTO DE ESTA MEZCLA ERA DE 25 Kg DE SELLOTEX GRIS POR 8 LITROS DE AGUA LIMPIA.



B) HUMEDECIMIENTO Y PREPARACION DE LA SUPERFICIE PARA LA APLICACION DEL RECUBRIMIENTO IMPERMEABLE

FIGURA No 4.20

6. CUARENTA MINUTOS DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL SELLOTEX GRIS, SE HUMEDECIÓ NUEVAMENTE LA SUPERFICIE TRATADA.

7. DESPUÉS DE SEIS HORAS, SE APLICÓ UNA CAPA DE REFUERZO, INTEGRADA POR SELLOTEX UH (USO HIDRÁULICO) A RAZÓN DE 2 Kg/m<sup>2</sup>.

8. FINALMENTE, CUARENTA Y CINCO MINUTOS DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE LA CAPA DE REFUERZO, SE HUMEDECIÓ NUEVAMENTE LA SUPERFICIE.

9. EL AGUA QUE SE UTILIZÓ PARA LA ELABORACIÓN DE AMBAS MEZCLAS, NO CONTENÍA MATERIA ORGÁNICA O SEDIMENTOS QUE RESULTARAN NOCIVOS O PERJUDICIALES A LA MEZCLA.

**CASO B.** ESTE CASO SE APLICÓ CUANDO LA FILTRACIÓN QUEDÓ LOCALIZADA EN EL CUERPO DEL MURO TABLESTACA O MURO ESTRUCTURAL, EN LA JUNTA DE COLADO DE LA LOSA DE FONDO O MURO ESTRUCTURAL Y EN LA JUNTA ENTRE MURO TABLESTACAY LOSA DE FONDO, PARA UNA MAGNITUD DE FILTRACIÓN DEL TIPO H-M Ó H-L.

1. ESTE TIPO DE SELLADO CONSISTIÓ ÚNICAMENTE EN LA APLICACIÓN DE LAS INDICACIONES DESCRITAS A PARTIR DEL INCISO 4 DEL CASO "A", APLICANDO EL RECUBRIMIENTO Y SU REFUERZO EN TODA EL ÁREA POR IMPERMEABILIZAR.

**CASO C.** ESTE TRATAMINETO SE APLICÓ CUANDO LA FILTRACIÓN SE UBICABA EN LA JUNTA ENTRE LA LOSA DE FONDO Y EL MURO TABLESTACA Y SU MAGNITUD CORRESPONDIÓ AL TIPO H-F, F-L, F-M Y F-F.

1. UNA VEZ LOCALIZADA LA ZONA POR DONDE SE INTRODUCÍA EL AGUA, SE REALIZÓ UNA LIMPIEZA CON CEPILLO DE ALAMBRE HASTA DEJAR UNA SUPERFICIE ÁSPERA, PARA PROCEDER A COLAR UN CHAFLAN DE CONCRETO SIMPLE CON UN ADITIVO ESTABILIZADOR DE VOLUMEN EN IMPERMEABILIZANTE INTEGRAL (FIGURA No. 4.21).

2. UNA VEZ QUE EL CHAFLAN DE CONCRETO ALCANZÓ SU FRAGUADO, SE INSPECCIONÓ EL SITIO, CON EL OBJETO DE VERIFICAR SI SE PRESENTABAN HUMEDADES LIGERAS QUE EN SU CASO SE TRATARON CON EL PROCEDIMIENTO DEL CASO "B".

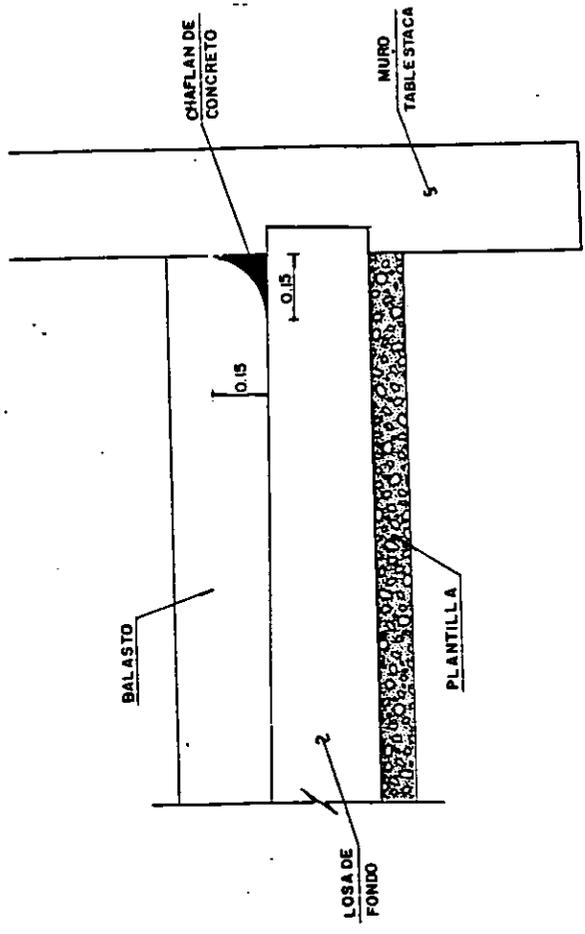
**CASO D.** PARA PREVENIR POSIBLES FILTRACIONES EN LAS PERFORACIONES PARA FIJAR INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN LOS MUROS DEL CAJÓN, SE INSTALÓ UN TAQUETE QUE A LA VEZ SELLÓ EL BARRENO DEL MURO.

SE INSTALÓ UN TAQUETE CON UN EMPAQUE QUE AL INTRODUCIRLO EN EL BARRENO, CERRÓ LOS HUECOS, PERO TAMBIÉN SE PODÍA APLICAR SELLADOR COMO SILICÓN DENTRO DEL BARRENO,PREVIAMENTE A LA COLOCACIÓN DEL TAQUETE.

**CASO E.** ESTE CASO CORRESPONDE AL TRATAMIENTO QUE SE APLICA A LAS FILTRACIONES QUE SE LOCALIZAN EN LA JUNTA DE LOSA DE TECHO Y MURO.

1. PARA LA REPARACIÓN DE ESTE TIPO DE FILTRACIÓN, SE PROCEDIÓ A CALAFATEAR LA RANURA ENTRE LA LOSA DE TECHO Y EL MURO CON UN SELLADOR A BASE DE MATERIALES BITUMINOSOS DE CONSISTENCIA PASTOSA COMO "SELLALIT 300 DE PROCONSA".

2. PREVIAMENTE SE LIMPIÓ LA SUPERFICIE A SELLAR DEJANDOLA LIBRE DE POLVO Y GRASA.



SELLADO DE JUNTA DE LOSA DE FONDO  
Y MURO TABLESTACA

FIGURA No 4.21

3. SE PROCEDIÓ A APLICAR SELLALIT 300 CON ESPATULA, PISTOLA CALAFATEADORA O LLANA METÁLICA PROCURANDO MOJAR LA HERRAMIENTA CON PETRÓLEO DIAFANO PARA EVITAR QUE SE ADHIRIERA EL SELLALIT A LAS MISMAS.

**CASO F.** ESTE PROCEDIMIENTO SE APLICÓ A LAS FILTRACIONES QUE SE LOCALIZARON EN LA JUNTA ENTRE LOS MUROS TABLESTACA O EN EL CUERPO DE LOS MISMOS, CUYA MAGNITUD ERA F-F Y F-M.

EL PROCEDIMIENTO CONSISTIÓ EN CALAFATEAR LA ZONA DE FILTRACIONES O INYECTAR EN LA PARTE POSTERIOR DEL MURO. A CONTINUACIÓN SE DESCRIBEN LOS TRABAJOS QUE SE REALIZARON PARA LA EJECUCIÓN DE ESTE TRATAMIENTO.

#### **1. CALAFATEO.**

A) UNA VEZ DETECTADA LA ZONA DE FILTRACIONES, SE PROCEDIÓ A CALAFATEAR ESTA ÁREA, PARA LO CUAL SE HIZO UNA LIMPIEZA DE LA MISMA HASTA DEJARLA LIBRE DE LODO Y RESTOS DE SUELO PEGADO AL CONCRETO.

B) CONCLUIDO LO ANTERIOR, SE RELLENARON LOS HUECOS QUE SE DETECTARON EN LA JUNTA ENTRE MUROS, MEDIANTE UN CONCRETO CON ADITIVO ESTABILIZADOR DE VOLUMEN, EL CUAL SE APLICÓ EN ETAPAS DE COLADO DE 1.00 m DE ABAJO HACIA ARRIBA HASTA ALCANZAR EL NIVEL INTRADOS DEL CAJÓN.

C) PARA LAS ZONAS DONDE LA FILTRACIÓN SE LOCALIZÓ EN EL CUERPO DEL MURO TABLESTACA, SE EFECTUÓ UNA DEMOLICIÓN DE LA PARTE CONTAMINADA DEL MURO Y SE RECOLÓ DE ACUERDO CON LO INDICADO EN EL INCISO ANTERIOR.

D) UNA VEZ QUE EL CONCRETO ADQUIRIÓ SU FRAGUADO INICIAL, SE PROCEDIÓ A APLICAR UN TRATAMIENTO EN LA SUPERFICIE A BASE DE SELLOTEX DE ACUERDO CON LO INDICADO EN EL CASO "B".

## **2. PERFORACIÓN.**

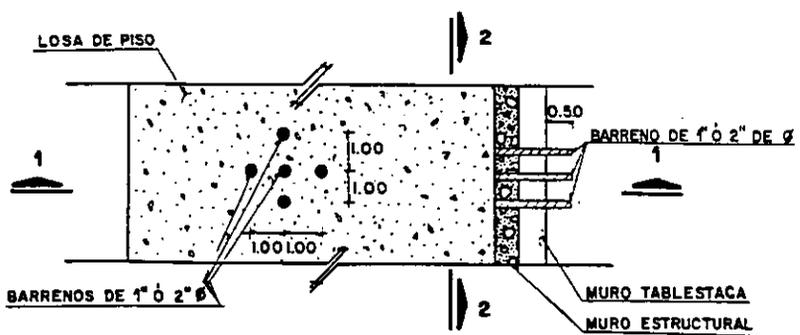
CUANDO EL TRATAMIENTO DE CALAFATEO NO LOGRÓ SELLAR TOTALMENTE LAS FILTRACIONES, SE APLICÓ UN TRATAMIENTO DE INYECCIÓN EN LA PARTE POSTERIOR DEL MURO DE ACUERDO CON LO QUE SE INDICA A CONTINUACIÓN:

DEFINIDA LA ZONA DE FILTRACIONES, SE REALIZARON PERFORACIONES (BARRENOS) CON UN DIÁMETRO COMPRENDIDO ENTRE 1" Y 2"; LAS PERFORACIONES PENETRARON EN EL TERRENO 0.50 m CONTADOS A PARTIR DEL PAÑO EXTERIOR DEL DEL MURO TABLESTACA (FIGURA No. 4.22) COLOCANDOSE EN ELLAS SEGMENTOS DE TUBO GALVANIZADO POR LOS CUALES SE INYECTÓ LA MEZCLA.

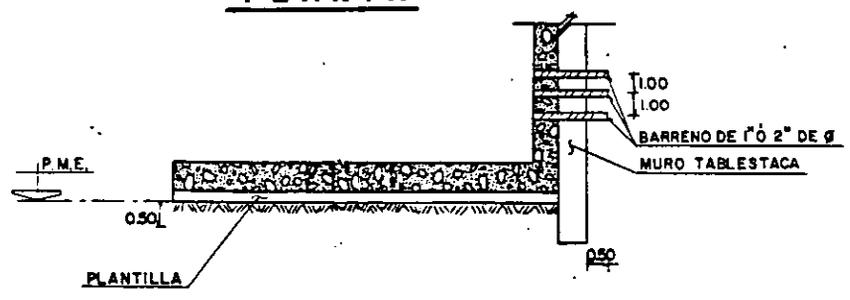
## **3. MEZCLA DE INYECCIÓN.**

LA MEZCLA UTILIZADA SE PREPARÓ CON LOS MATERIALES Y PROPORCIONES SIGUIENTES:

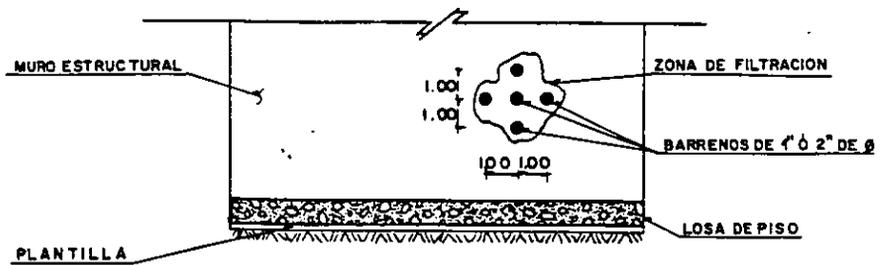
AGUA CEMENTO EN PESO	3 : 1
BENTONITA	3% MÁXIMO EN PESO DEL CEMENTO.
SIKA SIGUNIT	2 A 4% EN PESO DEL CEMENTO.



**PLANTA**



**CORTE 1-1**



**CORTE 2-2**

**INYECCION LOCAL**

FIGURA No 4.22

#### **4. VOLUMEN Y PRESIÓN DE INYECCIÓN.**

SE INICIÓ LA INYECCIÓN DE LA MEZCLA ESPECIFICADA Y SE SUSPENDIÓ CUANDO SE INYECTÓ UN VOLUMEN MÁXIMO DE 1.0 m<sup>3</sup> EN CADA BARRENO.

CUANDO DESPUÉS DE HABER EFECTUADO ESTE PROCESO DE INYECCIÓN EN UNA DETERMINADA ZONA DE FILTRACIONES, ÉSTAS AÚN CONTINUABAN APARECIENDO, SE INYECTÓ UN VOLUMEN ADICIONAL A LA MEZCLA PROVISTA DE MATERIAL OBTURANTE COMO MICA CUYA PROPORCIÓN ESTABA EN FUNCIÓN DE LA MAGNITUD DE LAS FILTRACIONES.

#### **5. SECUENCIA DE INYECCIÓN.**

EL PROCESO DE INYECCIÓN EN LOS BARRENOS SE INICIÓ EN AQUELLOS QUE SE LOCALIZABAN EN LA PERIFERIA DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE DICHAS FILTRACIONES, TERMINANDO LA INYECCIÓN EN LOS BARRENOS DEL CENTRO DE LA MISMA.

ESTE TRATAMIENTO SE APLICÓ EN LA FILTRACIONES CUYA NOMENCLATURA CORRESPONDIÓ A F-F Y F-M Y SE PRESENTARON EN LOS MUROS TABLESTACA ESTRUCTURALES DEL CAJÓN.

#### **4.8.3 NOTAS IMPORTANTES.**

1. PARA UNA DETERMINADA ZONA DE FILTRACIONES, EL PROCESO DE INYECCIÓN EN LOS BARRENOS SE INICIÓ EN AQUELLOS QUE SE LOCALIZABAN EN LA PERIFERIA DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE DICHAS FILTRACIONES, TERMINANDO LA INYECCIÓN EN LOS BARRENOS DEL CENTRO DE LA MISMA.

2. UN BARRENO SE CONSIDERÓ SELLADO CUANDO SE LE INYECTÓ EL VOLUMEN TOTAL ESPECIFICADO O BIEN CUANDO SE ALCANZÓ LA PRESIÓN MÁXIMA ESPECIFICADA.

3. LOS BARRENOS SE REALIZARON EN FORMA PERPENDICULAR AL ÁREA AFECTADA, Y SÓLO EN LOS CASOS EN QUE NO FUÉ POSIBLE, SE HIZO CON LA INCLINACIÓN NECESARIA PARA FACILITAR SU EJECUCIÓN.

4. CUANDO EL BARRENO NO PERFORÓ EL MURO ESTRUCTURAL EN SU TOTALIDAD, ÉSTE SE RELLENO CON UN MORTERO CEMENTO-ARENA EN PROPORCIÓN 1 : 3 APLICANDO FINALMENTE SOBRE DICHO MORTERO CAPAS DE SELLADORES SELLOTEX GRIS Y SELLOTEX UH EN FORMA SIMILAR A LA INDICADA ANTERIORMENTE.

#### **4.9 RELLENOS SOBRE EL CAJÓN SUBTERRÁNEO.**

EL RELLENO SOBRE EL CAJÓN SUBTERRÁNEO DEL TRAMO LA VIGA - CHABACANO, SE EFECTUÓ DESPUÉS DE QUE SE CONSTRUYÓ LA LOSA DE TECHO Y EL FIRME DE COMPRESIÓN CORRESPONDIENTE ALCANZÓ SU PRIMER FRAGUADO. LA CALIDAD Y COLOCACIÓN DE LOS MATERIALES PARA LOS RELLENOS CUMPLIÓ CON LOS REQUISITOS ESTABLECIDOS EN ESTAS ESPECIFICACIONES.

##### **4.9.1 CALIDAD DEL MATERIAL.**

LOS MATERIALES QUE SE EMPLEARON PARA FORMAR LOS RELLENOS SOBRE LAS TABLETAS PRECOLADAS DEL CAJÓN SUBTERRÁNEO DEL METRO, FUERON APROBADOS POR LA DIRECCIÓN DE LA OBRA Y CUMPLIERON CON LOS REQUISITOS DE CALIDAD QUE A CONTINUACIÓN SE MENCIONAN:

A) EL MATERIAL UTILIZADO FUÉ PREDOMINANTEMENTE ARENO - LIMOSO TIPO TEPETATE.

B) NO CONTENÍA TRONCOS, RAMAS, RAÍCES, ETC. Y Y EN GENERAL ESTABA LIBRE DE TODA MATERIA ORGÁNICA EN PARTES O CANTIDADES VISIBLES; NO CONTENÍA CASCAJO , FRAGMENTOS DE MATERIALES EXTRAÑOS, NI PIEDRAS MAYORES DE 7.5 cm DE DIÁMETRO.

C) LA CONTRACCIÓN LINEAL MÁXIMA ADMISIBLE FUÉ DE 3% Y UN LÍMITE LÍQUIDO MÁXIMO DEL MATERIAL EQUIVALENTE A 50%.

D) EL VALOR RELATIVO DE SOPORTE FUÉ COMO MÍNIMO DE 15%.

E) EL PORCENTAJE MÁXIMO DE PARTÍCULAS QUE PASARON LA MALLA No. 200, NO FUÉ MAYOR AL 50%.

#### **4.9.2 EQUIPO DE ACOMODO Y COMPACTACIÓN.**

EL EQUIPO QUE SE EMPLEÓ PARA LA FORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE LAS CAPAS DE RELLENO SOBRE LAS TRABES PRECOLADAS DEL CAJÓN SUBTERRÁNEO, CUMPLIÓ CON LOS SIGUIENTES REQUISITOS:

A) SE EMPLEÓ CUALQUIER EQUIPO MANUAL PARA LA COMPACTACIÓN, PERO LOGRANDO EL PESO VOLUMÉTRICO "IN SITU" ESPECIFICADO.

B) EL EQUIPO AUTOPROPULSADO QUE SE EMPLEÓ PARA EL ACOMODO Y COMPACTACIÓN DEL MATERIAL FUÉ DE RUEDA NEUMÁTICA, METÁLICA O A BASE DE ORUGAS. PERO NO DEBIÓ ARROJAR SOBRE LA LOSA DE TECHO UNA PRESIÓN MAYOR A 3 Ton./m<sup>2</sup>, TOMANDO

EN CONSIDERACIÓN EL PESO DEL EQUIPO Y DEL MATERIAL DE LA PRIMERA CAPA, CUYO ESPESOR COMPACTO MÁXIMO FUÉ DE 30 cm.

C) SE CONTÓ CON EL EQUIPO SUFICIENTE PARA COMPACTAR LAS ZONAS (POR EJEMPLO LAS ORILLAS), DONDE NO PODÍA PASAR EL EQUIPO VOLUMINOSO EMPLEADO PARA LA COMPACTACIÓN GENERAL.

D) SE UTILIZÓ EQUIPO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO DESPUÉS DE HABER CONSTRUIDO LA SEGUNDA CAPA DE RELLENO.

#### **4.9.3 PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN.**

##### **A) TENDIDO DEL MATERIAL.**

EL TENDIDO DEL MATERIAL SE REALIZÓ CON EL EQUIPO NECESARIO PARA GARANTIZAR UNA BUENA INCORPORACIÓN EN EL MATERIAL TÉRREO, DEL AGUA REQUERIDA PARA ALCANZAR LA HUMEDAD ÓPTIMA CORRESPONDIENTE AL MATERIAL EMPLEADO. EL PESO DEL EQUIPO NO FUÉ MAYOR AL ESPECIFICADO EN EL INCISO 4.9.2.

##### **B) COMPACTACIÓN DEL MATERIAL.**

PRIMERA CAPA. LA CAPA QUE SE CONFORMÓ DIRECTAMENTE SOBRE LAS TRABES QUE TECHARON EL CAJÓN SUBTERRÁNEO, TUVIERON UN ESPESOR COMPACTO MÁXIMO DE 30 cm. LA COMPACTACIÓN DE LA PRIMERA CAPA ALCANZÓ EL 90% DE SU PESO VOLUMÉTRICO SECO MÁXIMO, OBTENIDO MEDIANTE LA NORMA AASHTO T99-74.

DESPUÉS DE LA PRIMERA CAPA, LOS RELLENOS SE HICIERON POR CAPAS DE ESPESOR COMPACTO NO MAYOR DE 30 cm, EN CADA CAPA ALCANZÓ POR LO MENOS EL 90% DEL PESO VOLUMÉTRICO SECO MÁXIMO DEL MATERIAL OBTENIDO MEDIANTE LA NORMA ANTES MENCIONADA.

ÚLTIMA CAPA. LA COMPACTACIÓN DE LA ÚLTIMA CAPA, QUE HIZO LAS VECES DE SUBRASANTE, SE EFECTUÓ AL 95% DEL PESO VOLUMÉTRICO SECO MÁXIMO DEL MATERIAL CON RESPECTO A LA NORMA MENCIONADA.

#### **4.9.4 CONTROL DE CALIDAD.**

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

SE LLEVÓ UN CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES QUE SE UTILIZÓ EN LOS RELLENOS, MISMOS QUE FUERON SATISFACTORIOS LOS REQUISITOS ESPECIFICADOS EN EL INCISO 4.9.1.

SE REALIZARON MUESTREOS DEL MATERIAL DEL FRENTE DE EXPLORACIÓN EN EL BANCO CADA 2000 m<sup>3</sup> O FRACCIÓN, SIN EMBARGO SE RECOMENDÓ EFECTUAR COMO MÍNIMO UNA SERIE DE PRUEBAS POR SEMANA, PARA DETERMINAR LA CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL QUE SE ESPECIFICARON EN EL INCISO 4.9.1.

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

SE REQUIRIÓ DE UN MÍNIMO DE TRES DETERMINACIONES DEL GRADO DE COMPACTACIÓN Y DEL ESPESOR DE LA CAPA COMPACTADA, POR CADA 180 m<sup>2</sup> Ó FRACCIÓN DE CADA CAPA TENDIDA Y COMPACTADA.

#### **4.9.5 NOTAS IMPORTANTES.**

1. PARA LA DETERMINACIÓN DE LA COMPACTACIÓN SE UTILIZÓ LA NORMA AASHTO T99-74 VARIANTE A UNA ENERGÍA DE COMPACTACIÓN DE 6.03 Kg-cm/cm<sup>3</sup>.

#### **4.10 CONSTRUCCIÓN Y RESTITUCIÓN DE PAVIMENTOS.**

LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ESTUVO CONSTITUIDA POR UNA CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO, APOYADA SOBRE UNA CAPA DE BASE, DE SUB-BASE Y UNA DE SUB-RASANTE, CUYAS CARACTERÍSTICAS Y ESPESORES SE INDICAN MÁS ADELANTE.

##### **4.10.1 PROCESO CONSTRUCTIVO.**

###### **A) CAPA SUB-RASANTE.**

SOBRE EL TERRENO DESPALMADO O BIEN SOBRE EL PAVIMENTO EXISTENTE , SE COLOCÓ LA SUB-RASANTE CON UN ESPESOR MÍNIMO DE 30 cm, LA CUAL SE COLOCÓ EN DOS CAPAS DE 15 cm DE ESPESOR MÁXIMO COMPACTO CADA UNA, ALCANZANDO EL 95% DE SU P.V.S.M. OBTENIDO MEDIANTE LA NORMA AASHTO T99-74.

EL MATERIAL UTILIZADO PARA CONFORMAR LA CAPA SUB-RASANTE CUMPLIÓ CON LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS:

TAMAÑO MÁXIMO DE PARTÍCULAS	7.6 cm (3")
PORCENTAJE QUE PASA LA MALLA No. 200	35%
LÍMITE LÍQUIDO	IGUAL O MENOR QUE 50%
LÍMITE PLÁSTICO	IGUAL O MENOR QUE 25%
EXPANSIÓN	3% MÁXIMO
V.R.S.	15% MÍNIMO

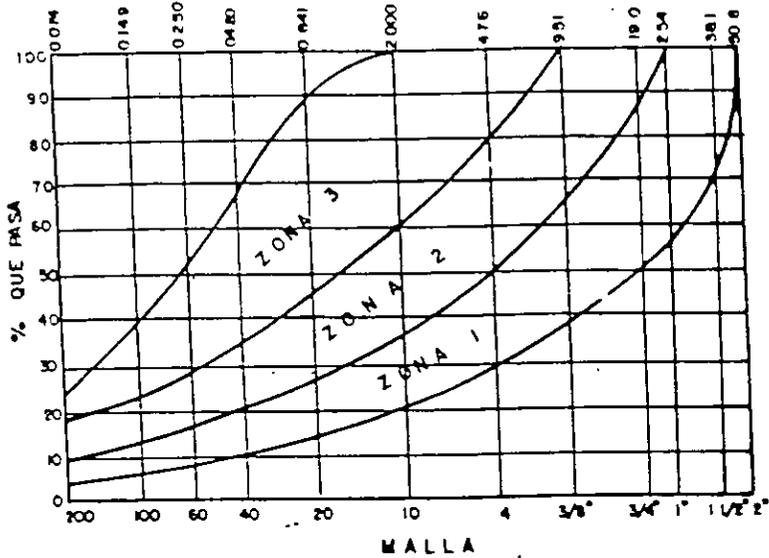
EL V.R.S. SE MIDIÓ SOBRE ESPECÍMENES COMPACTADOS DINÁMICAMENTE AL 100% DEL PESO VOLUMÉTRICO SECO MÁXIMO CON RESPECTO A LA NORMA ANTES MENCIONADA.

#### **B) CAPA DE SUB-BASE.**

SOBRE LA CAPA SUBRASANTE COMPACTADA, SE TENDIÓ LA SUB-BASE LA CUAL TUVO UN ESPESOR DE 15 cm Y SE COLOCÓ EN UNA SOLA CAPA, COMPACTÁNDOLA HASTA ALCANZAR EL 95% DE SU P.V.S.M. OBTENIDO RESPECTO A LA NORMA AASHTO T 180-74, VARIANTE "D". LA CURVA GRANULOMÉTRICA DE ESTA CAPA QUEDÓ COMPRENDIDA ENTRE EL LÍMITE INFERIOR DE LA ZONA 1 Y EL LÍMITE SUPERIOR DE LA ZONA 3 DE LAS CURVAS MOSTRADAS EN LA FIGURA No.4.23. EL PORCENTAJE DE MATERIAL QUE PASÓ LA MALLA No.200 NO FUÉ MAYOR AL 25% ; LA RELACIÓN ENTRE EL PORCENTAJE QUE PASÓ LA MALLA No. 200 Y EL PORCENTAJE DEL MATERIAL QUE PASÓ LA MALLA No. 40, NO FUÉ MAYOR DE 65 CENTÉSIMOS (0.65).

EN RELACIÓN CON EL LÍMITE LÍQUIDO, VALOR RELATIVO DE SOPORTE EQUIVALENTE DE ARENA, CONTRACCIÓN LINEAL Y CEMENTANTE DEBIERON SATISFACER LOS VALORES INDICADOS EN LA FIGURA No.4.23.

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA  
DE MATERIALES PARA SUB-BASE



CARACTERISTICAS GRANULOMETRICAS  
PARA EL MATERIAL DE SUB-BASE

LIMITE LIQUIDO (%)	30 MAXIMO
VALOR RELATIVO DE SOPORTE (%)	80 MINIMO
EQUIVALENTE DE ARENA (%)	30 MINIMO
CONTRACCION LINEAL (%)	6 MAXIMO
VALOR CEMENTANTE (kg/cm <sup>2</sup> )	3.5 MINIMO

FIGURA No 4.23

### **C) CAPA DE BASE.**

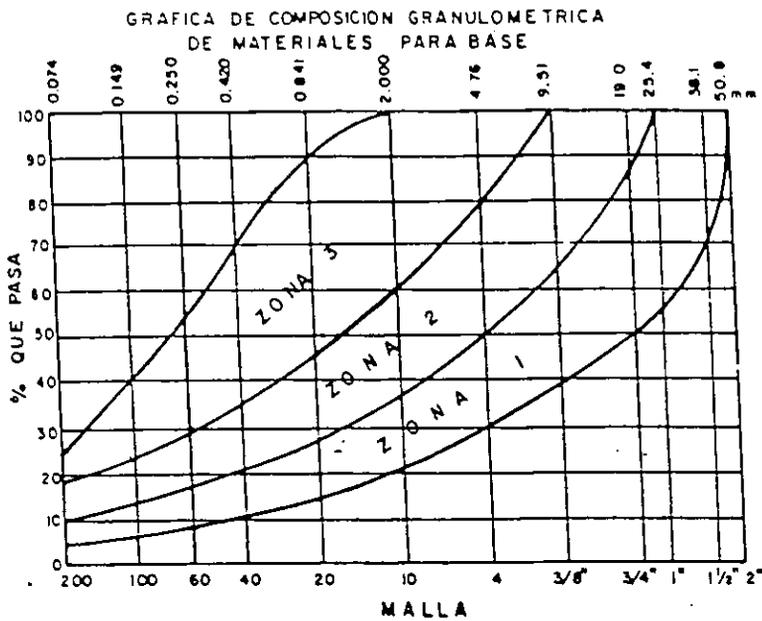
SOBRE LA SUB-BASE SE COLOCÓ UN MATERIAL DE BASE , CUYO ESPESOR FUÉ DE 15 cm . ESTE MATERIAL SE COLOCÓ EN UNA SOLA CAPA Y CUMPLIÓ SATISFACTORIAMENTE LAS ESPECIFICACIONES DE CALIDAD QUE SE RESUMEN A CONTINUACIÓN:

LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEL MATERIAL QUEDÓ COMPRENDIDA ENTRE LOS LÍMITES INFERIOR DE LA ZONA 1 Y SUPERIOR DE LA ZONA 2 MOSTRADAS EN LA FIGURA No. 4.24. LA RELACIÓN DEL PORCENTAJE EN PESO QUE PASÓ LA MALLA No. 200 AL QUE PASÓ LA MALLA No. 40 FUÉ MENOR DE 0.65. EL PORCENTAJE EN PESO QUE PASÓ LA MALLA No. 200 FUÉ IGUAL O MENOR QUE 15%. EL TAMAÑO MÁXIMO DE LAS PARTÍCULAS FUÉ DE 50.8 mm (2"). EN RELACIÓN CON EL LÍMITE LÍQUIDO, VALOR RELATIVO DE SOPORTE, EQUIVALENTE DE ARENA Y VALOR CEMENTANTE SATISFIZO LOS VALORES INDICADOS EN LA FIGURA No. 4.24. EN LAS ZONAS CON DIFICULTAD PARA COMPACTAR CON EQUIPO PESADO, COMO SON ESQUINAS Y ORILLAS, FUÉ FACTIBLE ALCANZAR COMO MÍNIMO UNA COMPACTACIÓN DEL 98% DE SU P.V.S.M., OBTENIDO CON RESPECTO A LA NORMA AASHTO T 180-74.

EL V.R.S. SE MIDIÓ SOBRE ESPECÍMENES COMPACTADOS DINÁMICAMENTE AL 100% DE SU PESO VOLUMÉTRICO SECO MÁXIMO CON RESPECTO A LA NORMA ANTES CITADA.

### **D) RIEGOS ASFÁLTICOS.**

1. RIEGO DE IMPREGNACIÓN. SOBRE LA BASE HIDRÁULICA, SUPERFICIAL SECA Y BARRIDA, SE APLICÓ UN RIEGO DE IMPREGNACIÓN USANDO UN PRODUCTO ASFÁLTICO REBAJADO DEL TIPO FM-1, A RAZÓN DE 1.5 A 1.8 L/m<sup>2</sup>. EL RIEGO DE MATERIAL ASFÁLTICO SE REALIZÓ EN LAS HORAS MÁS CALUROSAS DEL DÍA. LA SUPERFICIE IMPREGNADA PRESENTÓ UN ASPECTO UNIFORME Y EL MATERIAL ASFÁLTICO ESTUVO SUPERFICIALMENTE BIEN



CARACTERISTICAS GRANULOMETRICAS PARA EL MATERIAL DE BASE	
LIMITE LIQUIDO (%)	25 MAXIMO
VALOR RELATIVO DE SOPORTE (%)	100 MINIMO
EQUIVALENTE DE ARENA (%)	40 MINIMO
VALOR CEMENTANTE (kg/cm <sup>2</sup> )	3.5 MINIMO

FIGURA No. 4.24

ADHERIDO AL MATERIAL DE LA BASE HIDRÁULICA, LA PENETRACIÓN DEL RIEGO NO FUÉ MENOR DE 4 mm Y LA ABSORCIÓN TOTAL SE PRESENTÓ EN NO MÁS DE 24 HORAS.

LA BASE IMPREGNADA FUÉ CERRADA AL TRÁNSITO POR UN LAPSO MÍNIMO DE 48 HORAS.

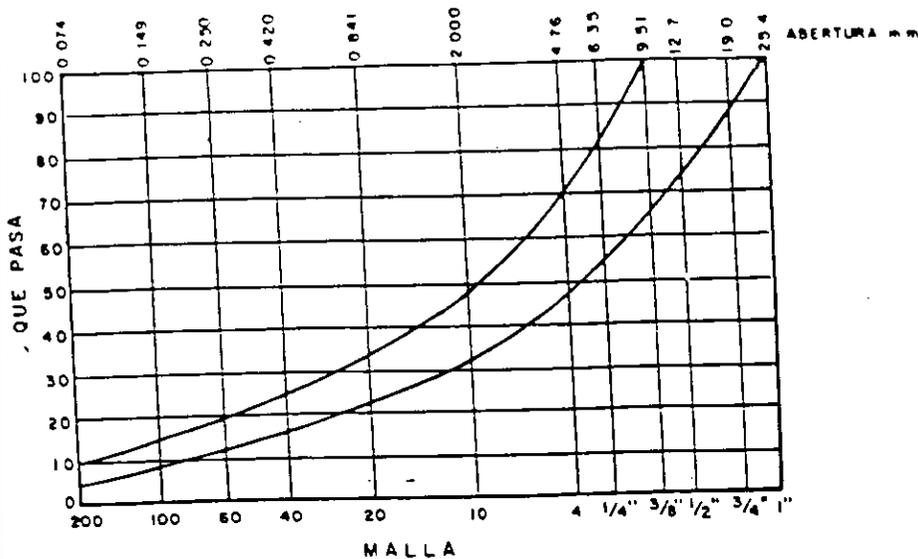
2. RIEGO DE LIGA. PREVIO AL TENDIDO DE LA CARPETA Y 48 HORAS DESPUÉS DEL RIEGO DE IMPREGNACIÓN, SE APLICÓ UN RIEGO DE LIGA CON PRODUCTO ASFÁLTICO FR-3 A RAZÓN DE 0.5 A 0.7  $l/m^2$  APROXIMADAMENTE. ANTES DE APLICAR EL RIEGO DE LIGA SOBRE LA BASE IMPREGNADA, ÉSTA FUÉ BARRIDA PARA DEJARLA EXCENTA DE MATERIAS EXTRAÑAS Y POLVO.

#### **E) CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO.**

SOBRE LA BASE HIDRÁULICA A LA QUE PREVIAMENTE SE LE APLICARON LOS RIEGOS DE IMPREGNACIÓN Y DE LIGA, SE CONSTRUYÓ LA CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO CUYO ESPESOR FUÉ DE 7.5 cm PARA CALLES DE PRIMERA IMPORTANCIA Y 5.0 cm PARA CALLES SECUNDARIAS. EL MATERIAL QUE SE EMPLEÓ PARA ESTA CARPETA SE PREPARÓ CON CEMENTO ASFÁLTICO Y MATERIAL PETREO TRITURADO CUYO TAMAÑO MÁXIMO FUÉ DE 25.4 mm (1"). ESTA CAPA SE COMPACTÓ AL 95% DE SU PESO VOLUMÉTRICO DE PROYECTO DE LA MEZCLA DETERMINADO CON EL PROCESAMIENTO MARSHALL EN ESPECÍMENES COMPACTADOS CON 75 GOLPES POR CARA.

LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEL MATERIAL PETREO CUMPLIÓ CON LOS LÍMITES INDICADOS EN LA FRANJA QUE SE MUESTRA EN LA FIGURA No. 4.25, CON LAS TOLERANCIAS QUE SE MUESTRAN EN LA TABLA UBICADA EN LA MITAD INFERIOR DE LA MISMA. ADICIONALMENTE DICHO MATERIAL CUMPLIÓ CON LO INDICADO EN EL SIGUIENTE INCISO.

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA  
DE MATERIALES PARA CARPETA



TAMANO DEL MATERIAL PETREO CORRESPONDIENTE AL TAMANO MAXIMO.		TOLERANCIA EN PORCIENTO EN PESO DEL MATERIAL - PETREO.
	RETENIDO EN LA MALLA	
	4.76 MM. (NUM. 4).	+ 5 - 5
- 4.76 MM. (NUM. 4).	2 MM. (NUM. 10)	+ 4 - 4
2 MM, (NUM. 10)	0.42 MM. (NUM. 40)	+ 3 - 3
0.42 MM. (NUM. 40)	0.074 MM. (NUM. 200)	+ 1 - 1
0.074 MM. (NUM. 200)	- - - -	+ 1 - 1

FIGURA No 4.25

#### **F) RIEGO DE SELLO.**

UNA VEZ RECIBIDA LA CARPETA ASFÁLTICA Y QUE ÉSTA ADQUIRIÓ LA TEMPERATURA AMBIENTE, SE BARRIÓ Y SE DEJÓ LIBRE DE IMPUREZAS, PARA POSTERIORMENTE APLICAR CEMENTO PORTLAND TIPO I EN SECO A RAZÓN DE 0.75 Kg/m<sup>2</sup> TALLÁNDOSE ENÉRGICAMENTE CON CEPILLOS DE FIBRA CONTRA LA SUPERFICIE A FIN DE QUE PENETRARA EN LA CARPETA ASFÁLTICA. DESPUÉS SE ADICIONÓ AGUA A RAZÓN DE 1 A 1.5 lts/m<sup>2</sup> APROXIMADAMENTE, PARA FORMAR UNA LECHADA DE CONSISTENCIA MEDIA LA CUAL SE DISTRIBUYÓ Y TALLÓ EN LA FORMA DESCRITA Y CON LA MISMA HERRAMIENTA, HASTA LOGRAR UNA SUPERFICIE UNIFORME.

#### **4.10.2 REQUISITOS DE CALIDAD EN LOS MATERIALES PÉTREOS PARA CONCRETO ASFÁLTICO.**

LOS MATERIALES PÉTREOS QUE SE UTILIZARON PARA LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO ASFÁLTICO, CUMPLIERON COMO MÍNIMO CON LAS SIGUIENTES ESPECIFICACIONES DE CALIDAD:

1. LA CONTRACCIÓN LÍNEAL FUÉ MENOR DEL 2%.
2. EL DESGASTE EN PRUEBA "LOS ANGELES" FUÉ MENOR DE 40%.
3. LAS PARTÍCULAS QUE TENÍAN FORMA ALARGADA O DE LAJA NO EXCEDIERON DEL 35% TOTAL.
4. EL EQUIVALENTE DE ARENA FUÉ MAYOR DE 55%.

5. EN LO QUE RESPECTA A LA AFINIDAD DEL MATERIAL PÉTREO CON EL ASFALTO USADO, SE CUMPLIERON POR LO MENOS CON DOS DE LAS TRES SIGUIENTES ESPECIFICACIONES:

A) EL DESPRENDIMIENTO POR FRICCIÓN NO EXCEDIÓ DE 25%.

B) EL CUBRIMIENTO POR ASFALTO DETERMINADO POR EL MÉTODO INGLÉS NO FUÉ MENOR DE 90%.

C) LA PÉRDIDA DE ESTABILIDAD POR INMERSIÓN EN AGUA, NO FUÉ MAYOR DE 25%.

EL CONCRETÓ ASFÁLTICO QUE SE UTILIZÓ EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA CARPETA, CUMPLIÓ CON LOS SIGUIENTES REQUISITOS, DETERMINADOS POR EL MÉTODO MARSHALL EN ESPECÍMENES COMPACTADOS CON 75 GOLPES POR CARA.

1. ESTABILIDAD	700 Kg MÍNIMA.
2. FLUJO	2 A 4.0 mm.
3. % DE VACÍOS EN LA MEZCLA, RESPECTO AL VOLUMEN DEL ESPECÍMEN.	3 A 5.
4. % DE VACÍOS EN EL AGREGADO MINERAL (VAM) RESPECTO AL VOLUMEN DEL ESPECÍMEN.	12 MÍNIMO

#### **4.10.3 PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD Y TOLERANCIA EN LA CONSTRUCCIÓN.**

DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE LOS PAVIMENTOS SE EFECTUARON PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD QUE EN NÚMERO MÍNIMO SE INDICAN EN LA FIGURA No. 4.26. MEDIANTE ESTAS PRUEBAS SE CONSTATÓ QUE SE CUMPLIERON LAS ESPECIFICACIONES DE CALIDAD CONSIGNADAS EN LOS INCISOS 4.10.1 Y 4.10.2, SE LLEVARON A CABO MEDICIONES DE ESPESORES DE CAPAS Y NIVELACIONES, PARA VERIFICAR QUE LA GEOMETRÍA OBTENIDA EN EL PAVIMENTO ESTUVIERA DENTRO DE LAS TOLERANCIAS QUE TAMBIÉN SE ESTABLECEN EN ESTAS ESPECIFICACIONES.

DE NO CUMPLIRSE CON LOS REQUISITOS DE CALIDAD Y DE TOLERANCIA GEOMÉTRICAS, LAS CAPAS DEFECTUOSAS DEBIERON SER REPUESTAS CON CARGO AL CONTRATISTA.

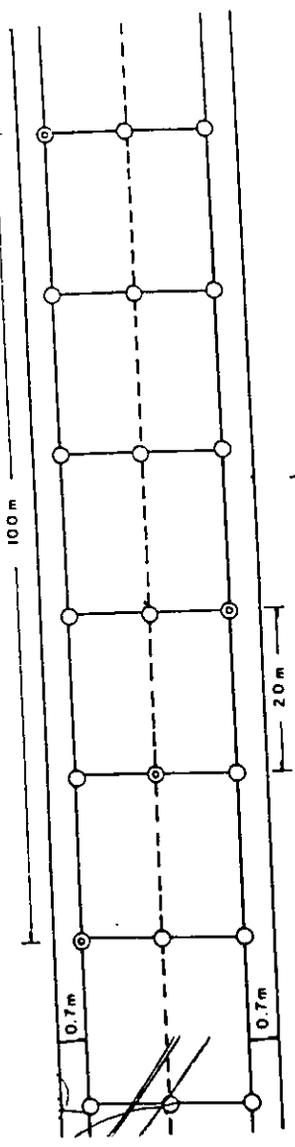
LAS PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD Y TOLERANCIA SON LAS QUE A CONTINUACIÓN SE MENCIONAN:

- A) PRUEBAS EN MATERIAL DE BANCOS DE PRÉSTAMO.
- B) MEDICIONES EN SUB-BASE Y BASE COMPACTADAS.
- C) PRUEBAS EN LA CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO.

#### **4.10.4 NOTAS IMPORTANTES.**

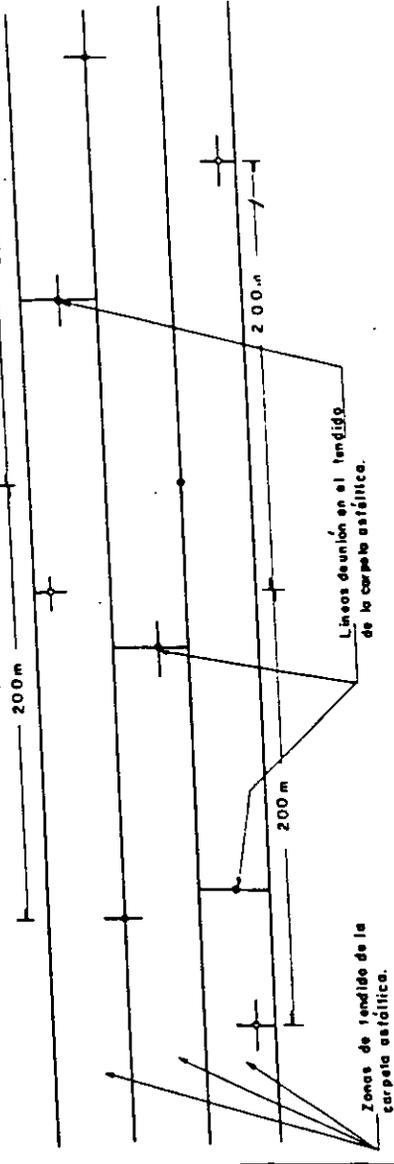
1. CUANDO EL MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACIÓN CUMPLIÓ CON LOS REQUERIMIENTOS DE MATERIAL ESTABLECIDOS PARA CADA CASO, PUDO SER UTILIZADO PARA SUBRASANTE O RELLENO, SEGÚN LAS NECESIDADES DE LA OBRA.

DISTRIBUCION DE LOS SONDEOS PARA VERIFICAR EL ESPESOR Y COMPACTACION DE LA SUB-BASE  
Y/O BASE HIDRAULICA



⊙ PUNTOS DE SONDEO Y NIVELACION  
○ PUNTOS DE NIVELACION

DISTRIBUCION DE LOS PUNTOS PARA EFECTUAR LA PRUEBA DE PERMEABILIDAD  
EN LA CARPETA



⊕ SITIOS PARA PRUEBA DE PERMEABILIDAD  
⊕ SITIOS PARA SONDEOS DE COMPACTACION Y ESPESOR

FIGURA No 4.26

2. LA PRUEBA AASHTO T99-74 MENCIONADA EN ESTA ESPECIFICACIÓN, SE ELABORÓ USANDO LA VARIANTE "A" CON UNA ENERGÍA DE 6.03 Kg-cm/cm<sup>3</sup>.

3. LA PRUEBA AASHTO T180-74 MENCIONADA EN ESTA ESPECIFICACIÓN, SE ELABORÓ USANDO LA VARIANTE "D" CON UNA ENERGÍA DE 16.4 Kg-cm/cm<sup>3</sup>.

**CAPITULO 5**  
**PROCEDIMIENTOS ESPECIALES**

# **CAPÍTULO 5**

## **PROCEDIMIENTOS ESPECIALES**

### **GENERALIDADES.**

DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DEL CAJÓN DEL METRO DEL TRAMO LA VIGA - CHABACANO, SE PRESENTARON CIERTO TIPO DE INSTALACIONES MUNICIPALES QUE INTERFERÍAN CON DICHA CONSTRUCCIÓN Y QUE DEBIDO A SU IMPORTANCIA REQUIRIERON DE UNA ESPECIAL ATENCIÓN PARA LOGRAR SU DESVÍO. EN ESTE CAPÍTULO SE TRATARÁN ESTOS PROCEDIMIENTOS ESPECIALES.

### **5.1 PUENTE DE DUCTOS DE ALTA TENSIÓN.**

EN ESTE PUNTO SE INDICAN LOS PROCEDIMIENTOS QUE SE DEBIERON SEGUIR PARA EFECTUAR EL PUENTE DE LOS DUCTOS DE ALTA TENSIÓN DE 23, 85 Y 230 Kv QUE INTERFERÍAN CON EL CAJÓN DEL METRO EN EL PROCESO DE EXCAVACIÓN Y CONSTRUCCIÓN.

LOS DIFERENTES PROCEDIMIENTOS SE DESARROLLARON EN FUNCIÓN DEL TIPO DE CRUCE QUE TENÍAN LOS DUCTOS DE ALTA TENSIÓN CON EL CAJÓN DEL METRO.

#### **5.1.1. PUENTE DE LOS DUCTOS DE CABLES DE ALTA TENSIÓN DE 23 Kv QUE CRUZAN PERPENDICULARMENTE EL CAJÓN DEL METRO.**

##### **1. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.**

LOS DUCTOS DE CABLES DE ALTA TENSIÓN DE 23 Kv QUE CRUZABAN LA ZONA CORRESPONDIENTE AL CAJÓN DEL METRO, SE PUENTEARON A BASE DE CABLES DE

ACERO QUE COLGABAN DE UNA TRABE METÁLICA, LA CUAL A SU VEZ SE APOYÓ SOBRE UNA CAMA DE POLÍNES DE MADERA DE 6" x 6" QUE SE COLOCÓ SOBRE LA SUPERFICIE DEL TERRENO, FUERA DE LA ZONA CORRESPONDIENTE AL CAJÓN DEL METRO, TAL COMO SE INDICA EN LOS INCISOS SIGUIENTES.

## **2. ELEMENTOS QUE INTEGRAN LA ESTRUCTURA DEL PUENTE.**

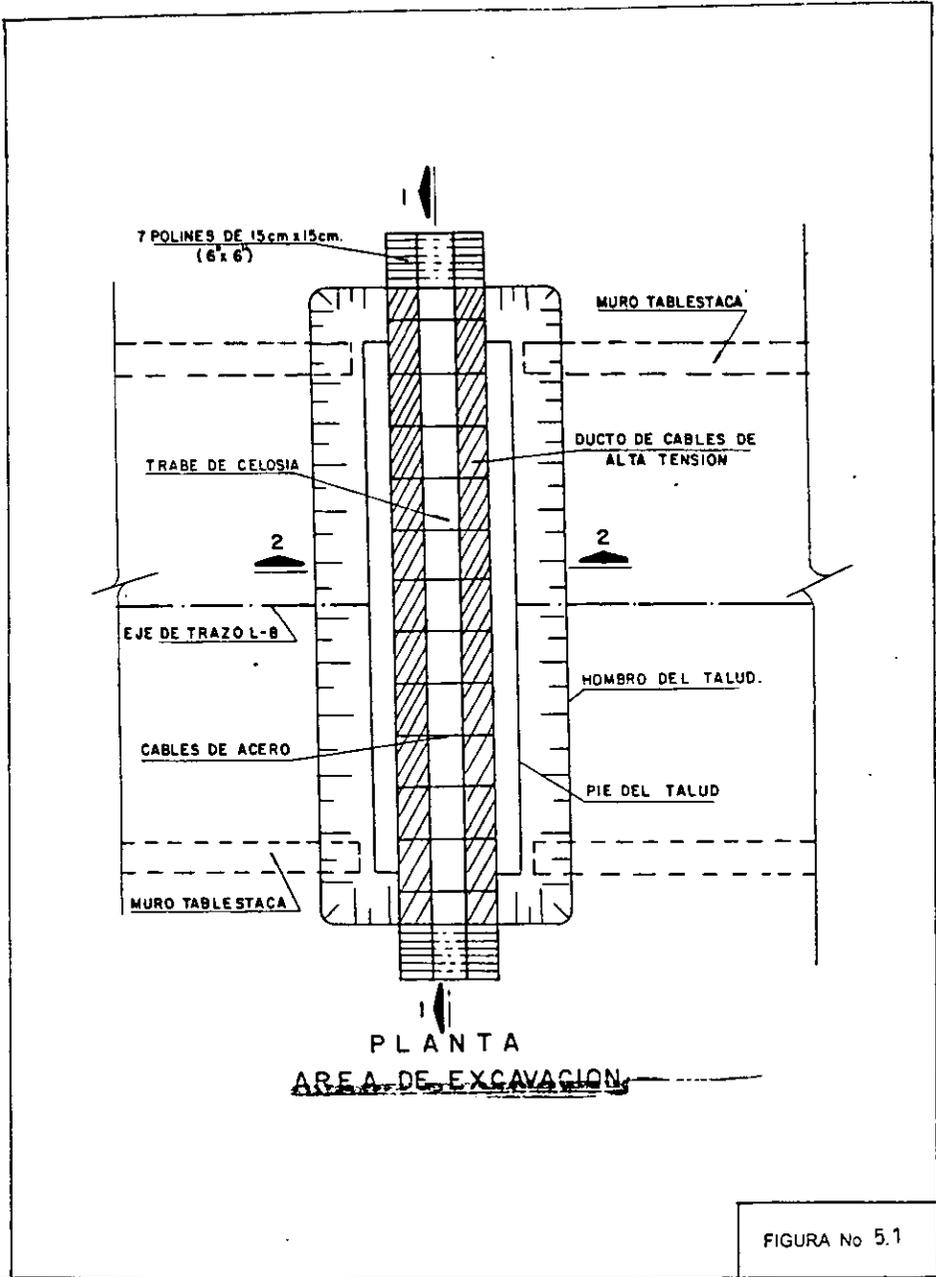
LOS ELEMENTOS QUE INTEGRARON LA ESTRUCTURA DE PUENTE FUERON LOS SIGUIENTES:

A. TRABE METÁLICA DE CELOSÍA INTEGRADA POR ÁNGULOS DE 4" x 3/8" PARA LONGITUDES DE 17.00 m Y DE 4" x 1/4" PARA LONGITUDES DE 11.00 m DE SECCIÓN CUADRADA DE 80 x 80 cm, REFORZADA EN LOS SITIOS DE APOYO. ESTA TRABE FUÉ EL ELEMENTO PRINCIPAL DE SOPORTE PARA EL PUENTE.

B. CABLE DE ACERO DE 1/2" DE DIÁMETRO ( 6 x 19 FILLER TIPO COBRA) CON SUS TEMPLADORES DE 1 1/4" DE DIÁMETRO Y SUS GRAPAS PARA CABLES DE ACERO.

C. POLÍNES DE MADERA DE 6" x 6" Y 2.00 m DE LONGITUD, SOBRE LOS QUE SE APOYÓ LA TRABE METÁLICA EN LA SUPERFICIE DEL TERRENO.

D. TABLONES DE MADERA DE 2" DE ESPESOR QUE FUNCIONARON COMO ELEMENTOS DE PROTECCIÓN DEL DUCTO. LA UBICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LOS ELEMENTOS ANTES DESCRITOS SE MUESTRAN EN LAS FIGURAS 5.1, 5.2 Y 5.3.



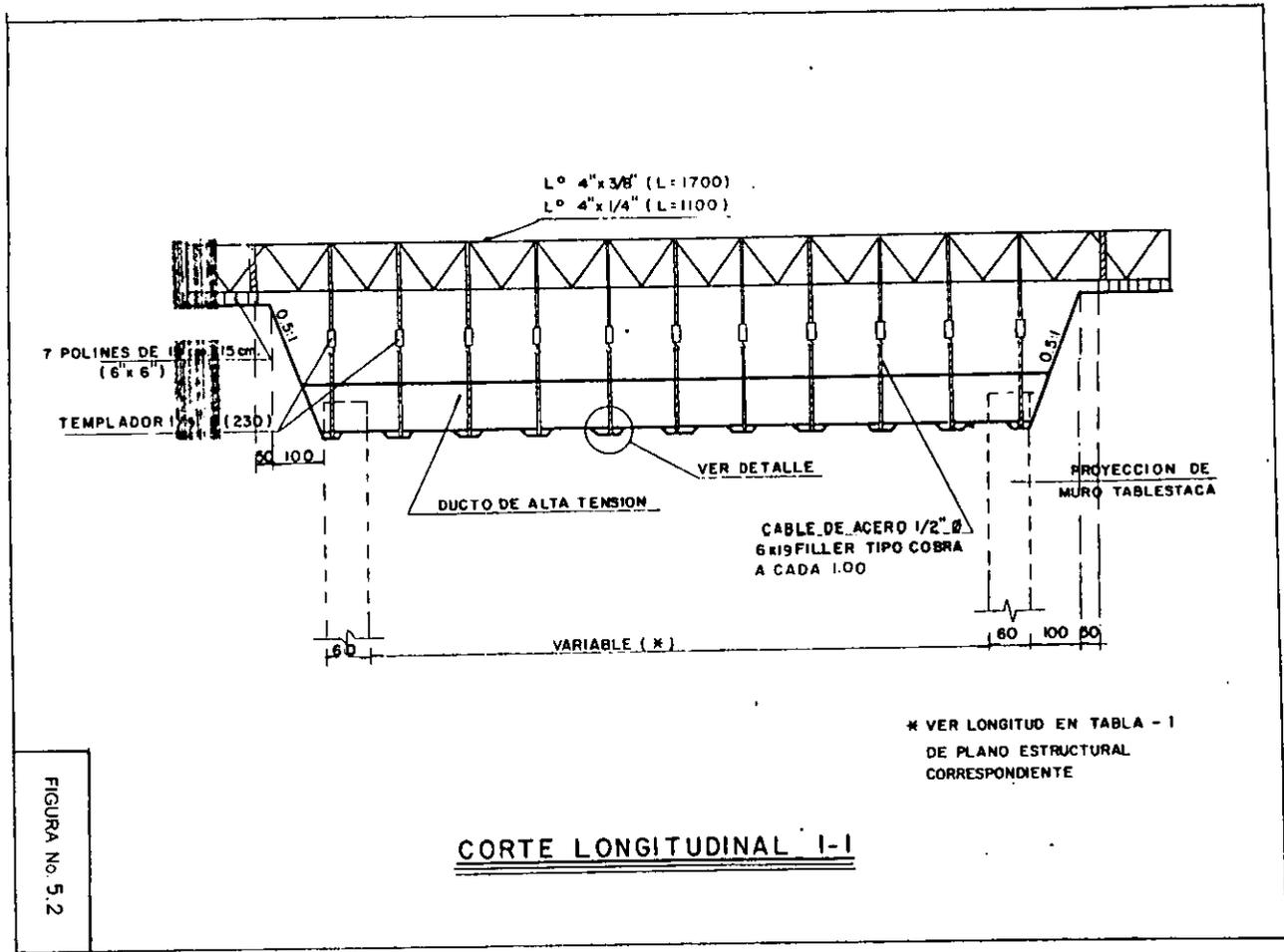
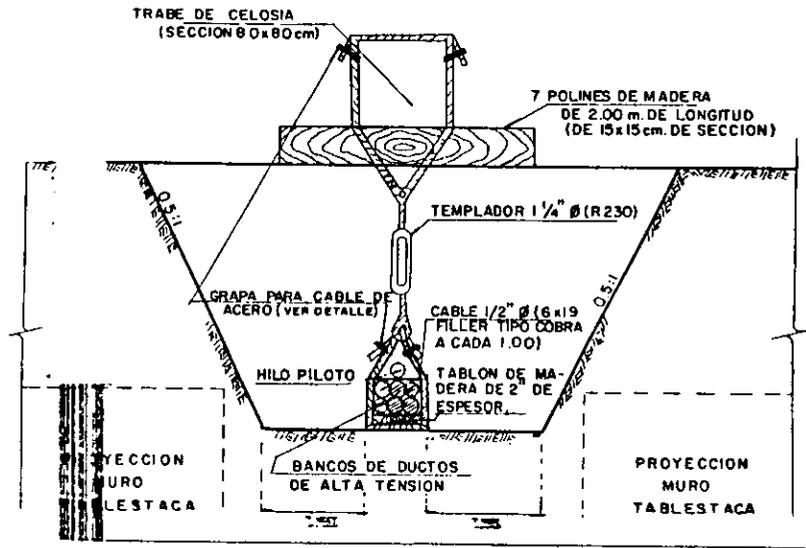


FIGURA NO. 5.2

CORTE LONGITUDINAL 1-1



CORTE TRANSVERSAL 2-2

FIGURA No. 5.3

### **3. DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.**

**A.** SE REALIZARON INICIALMENTE CALAS PARA DETECTAR LA TRAYECTORIA REAL DE LOS DUCTOS DE ALTA TENSIÓN.

**B.** DEFINIDA LA TRAYECTORIA DE LOS DUCTOS DE ALTA TENSIÓN DE 23 Kv Y PARA PODER EFECTUAR EL PUENTE DEL MISMO, SE COLOCÓ SOBRE EL TERRENO NATURAL Y EN LA POSICIÓN INDICADA EN LAS FIGURAS Nos. 5.1 Y 5.2, LA CAMA DE POLÍNES SOBRE LA QUE SE APOYÓ LA TRABE METÁLICA, PROCEDIENDO ENSEGUIDA A INSTALAR LA MISMA DE LA MANERA INDICADA EN LAS FIGURAS MENCIONADAS ANTERIORMENTE.

**C.** A CONTINUACIÓN SE INICIÓ LA EXCAVACIÓN A PARTIR DEL NIVEL DEL TERRENO NATURAL HASTA ALCANZAR EL NIVEL DE DESPLANTE DEL DUCTO DE ALTA TENSIÓN; EN DICHA PROFUNDIDAD SE SUSPENDIÓ MOMENTÁNEAMENTE EL PROCESO, CON EL FIN DE INICIAR LA EXCAVACIÓN DE PEQUEÑAS ZANJAS PERPENDICULARES AL EJE DEL DUCTO. LAS DIMENSIONES Y SEPARACIÓN DE DICHAS ZANJAS SE INDICAN EN LA FIGURA 5.3. Y EL ORDEN DE EJECUCIÓN DE LAS MISMAS FUÉ EN FORMA ALTERNADA.

**D.** UNA VEZ HECHAS LAS ZANJAS, SE COLOCARON EN EL INTERIOR DE ÉSTAS Y EN CONTACTO CON EL LECHO INFERIOR DEL BANCO DE DUCTOS, UNOS TABLONES DE 2" DE ESPESOR QUE SIRVIERON COMO PROTECCIÓN DE DICHO BANCO DURANTE EL PUENTE DEL MISMO. ENSEGUIDA SE COLOCARON LOS CABLES DE ACERO CUIDANDO DE QUE EL CONTACTO DE ÉSTOS CON EL BANCO DE DUCTOS FUERA EN FORMA INDIRECTA A TRAVÉS DE LOS TABLONES.

**E.** REALIZADO EL PUENTE DEL BANCO DE DUCTOS, SE PUDO CONTINUAR CON EL PROCESO DE EXCAVACIÓN DEL CAJÓN DEL METRO, SIGUIENDO PARA ELLO LAS INDICACIONES DE LAS ESPECIFICACIONES CORRESPONDIENTES.

**5.1.2 PUENTE DE DUCTOS DE CABLES DE ALTA TENSIÓN DE 23, 85 Y 230 Kv LOCALIZADOS LONGITUDINALMENTE SOBRE EL CAJÓN DEL METRO.**

**1. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.**

LOS CABLES DE ALTA TENSIÓN FUERON PUENTEADOS MEDIANTE UNA ESTRUCTURA METÁLICA, TANTO EN EL SENTIDO LONGITUDINAL COMO TRANSVERSAL CON RESPECTO A LOS CABLES; SOBRE ESTAS VIGUETAS SE COLOCÓ UNA CAMA DE TABLONES DE MADERA DE 2" DE ESPESOR LA CUAL SIRVIÓ PARA SOPORTAR DIRECTAMENTE LOS CABLES, VER FIGURA No. 5.4. A CONTINUACIÓN SE DESCRIBE EL PROCESO CONSTRUCTIVO:

A) SE REALIZARON INICIALMENTE CALAS PARA DETECTAR LA TRAYECTORIA REAL DE LOS DUCTOS DE ALTA TENSIÓN.

B) LOCALIZADO EL TRAZO CORRECTO DEL CABLE DE ALTA TENSIÓN, SE PROCEDIÓ A EXCAVAR EL ESPACIO COMPRENDIDO ENTRE LOS MUROS TABLESTACA, A PARTIR DEL NIVEL DE TERRENO NATURAL.

C) UNA VEZ REALIZADO LO ANTERIOR, SE PROCEDIÓ A DEMOLER LOS MUROS TABLESTACA EN LA ZONA EN LA CUAL SE APOYARON LAS VIGUETAS IPR 18" x 11 3/4" DE 143 Kg/m; ESTAS VIGUETAS SE COLOCARON EN FORMA PERPENDICULAR AL EJE DEL METRO Y SE LOCALIZARON A 0.50 m DE LA JUNTA DE LOS MUROS TABLESTACA, DE TAL MANERA QUE FUERAN PARALELOS A LOS PUNTALES DEL CAJÓN DEL METRO. LA SEPARACIÓN ENTRE LAS VIGUETAS FUE DE 7.20 m.

SIMULTÁNEAMENTE A LO ANTERIOR, SE EXCAVÓ UNA ZANJA PERPENDICULAR AL CABLE EN LA ZONA DONDE SE COLOCÓ LA VIGUETA CITADA ANTERIORMENTE, EL ANCHO EN EL FONDO DE LA ZANJA FUÉ DE 30 cm Y LA PROFUNDIDAD ERA TAL QUE PERMITÍA LA COLOCACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE PUENTE.

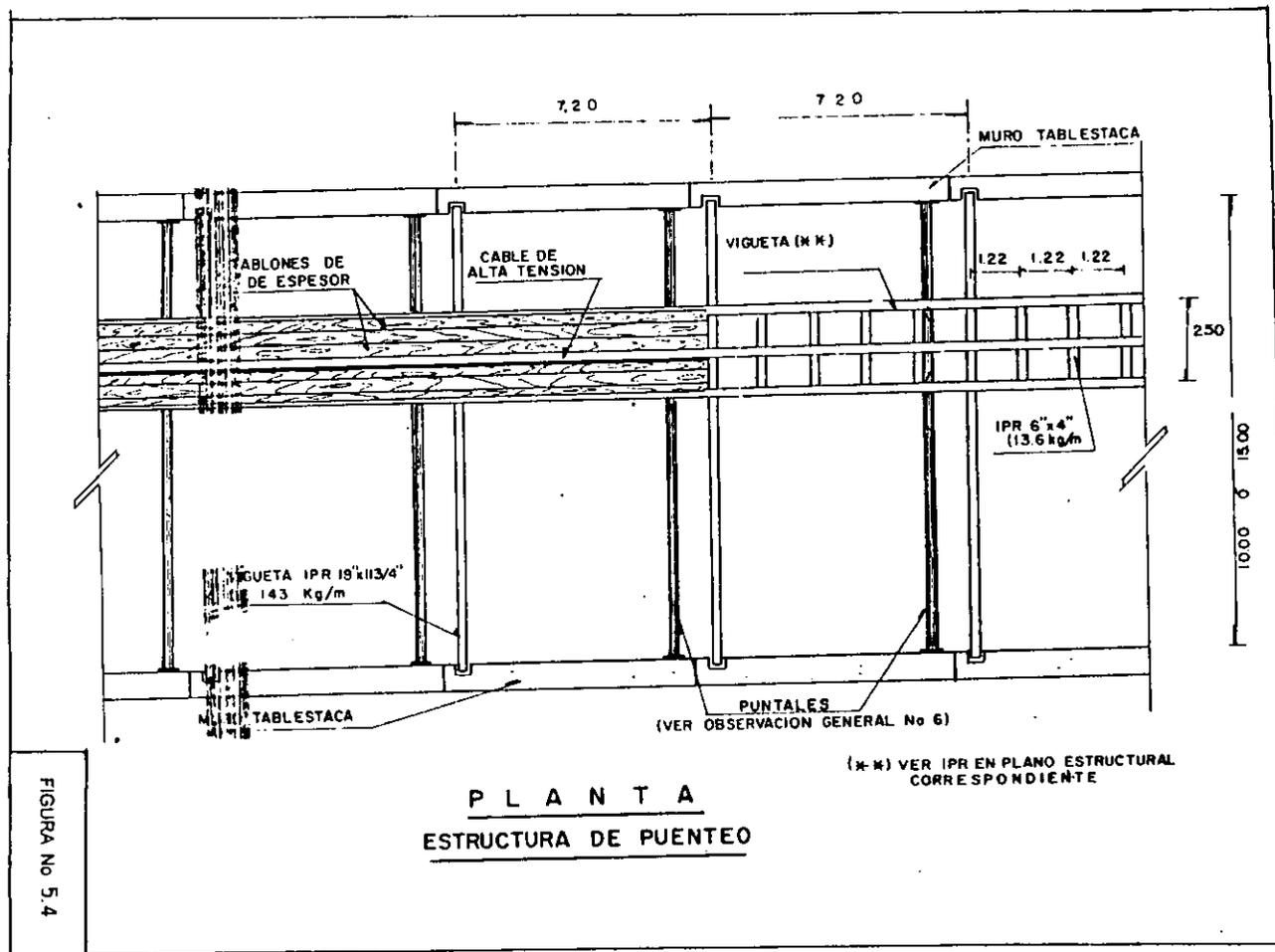


FIGURA No 5.4

D) UNA VEZ QUE SE TERMINÓ DE EXCAVAR LA ZANJA, SE PROCEDIÓ A COLOCAR DENTRO DE ÉSTA LA VIGUETA IPR 18" x 11 3/4", APOYANDOLA EN SUS EXTREMOS EN LA ZONA DEMOLIDADA DE LOS MUROS TABLESTACA.

E) POSTERIORMENTE SE DEBIÓ CONTINUAR CON LA EXCAVACIÓN Y CONFORME SE DESCUBRÍA EL CABLE DE ALTA TENSIÓN, SE COLOCARON LAS VIGUETAS IPR, DEBIÉNDOSE UNIR MEDIANTE SOLDADURA A LAS VIGUETAS LONGITUDINALES.

A CONTINUACIÓN SE PROCEDIÓ A COLOCAR LOS TABLONES DE MADERA DE 2" DE ESPESOR SOBRE LOS PATINES DE LAS VIGUETAS PERPENDICULARES, LAS CUALES SIRVIERON PARA SOSTENER DIRECTAMENTE LOS CABLES (FIGURAS Nos. 5.5 Y 5.6).

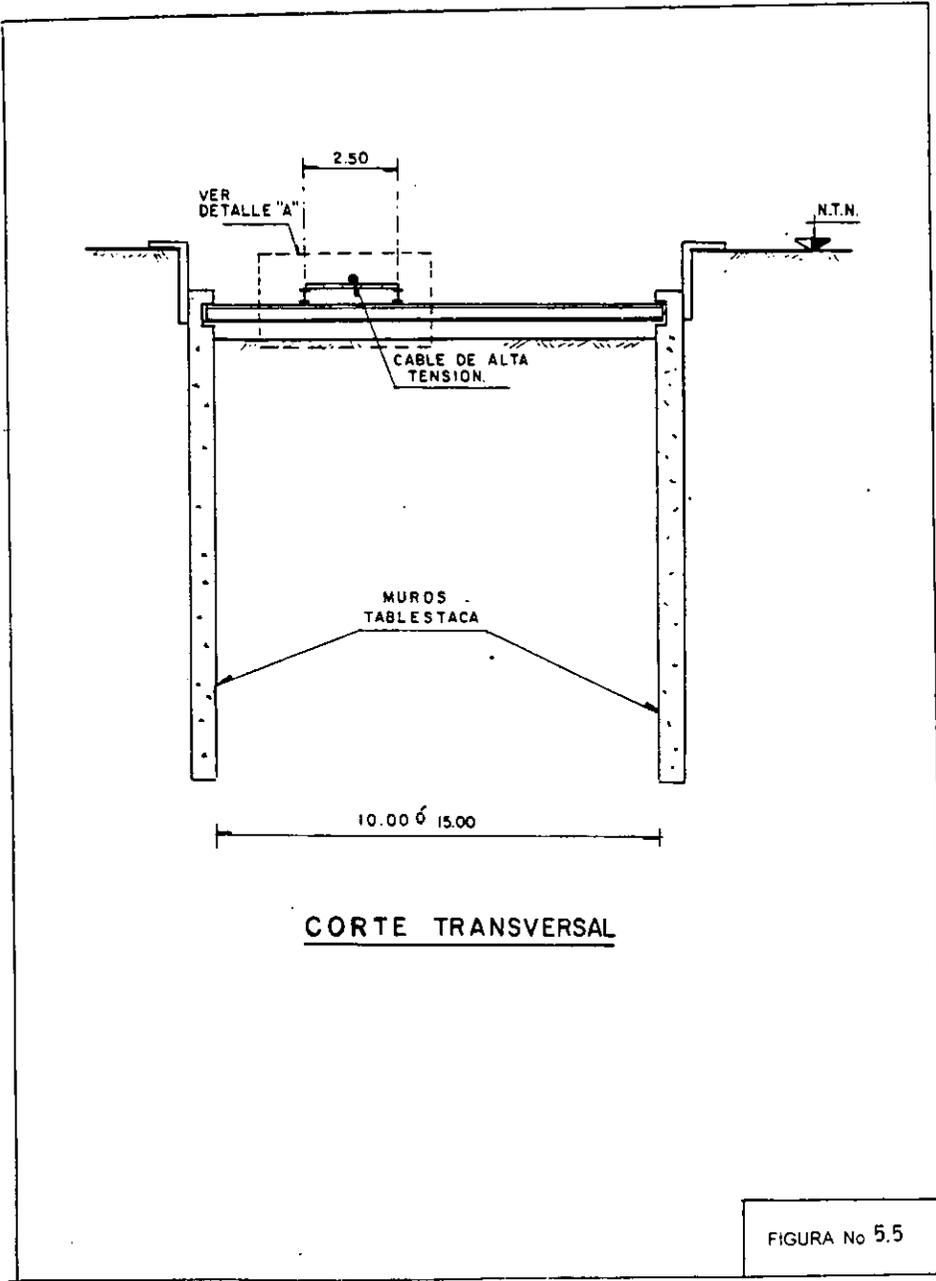
F) UNA VEZ QUE SE PUENTEÓ EL CABLE DE ALTA TENSIÓN, SE PROCEDIÓ A EFECTUAR LA EXCAVACIÓN DEL TRAMO.

### **5.1.3 NOTAS IMPORTANTES.**

1. EL NIVEL DE DESPLANTE DE LA ESTRUCTURA DE PUENTE ESTUVO EN FUNCIÓN DE LA POSICIÓN DE LOS CABLES DE ALTA TENSIÓN, CON EL OBJETO DE QUE EL CABLE CONSERVARA EN LO POSIBLE SU NIVEL.

2. LA EXCAVACIÓN EN LAS VECINDADES DE LA ESTRUCTURA DE PUENTE SE REALIZÓ CON PRECAUCIÓN, CON EL PROPÓSITO DE NO GOLPEARLA Y CREAR PROBLEMAS DE INESTABILIDAD DE LA MISMA.

3. SE LLEVÓ EL PUENTE DE LOS CABLES 15 m ADELANTE DE LA ETAPA MÁS PRÓXIMA EXCAVADA, CONTADOS A PARTIR DEL HOMBRO DEL TALUD.



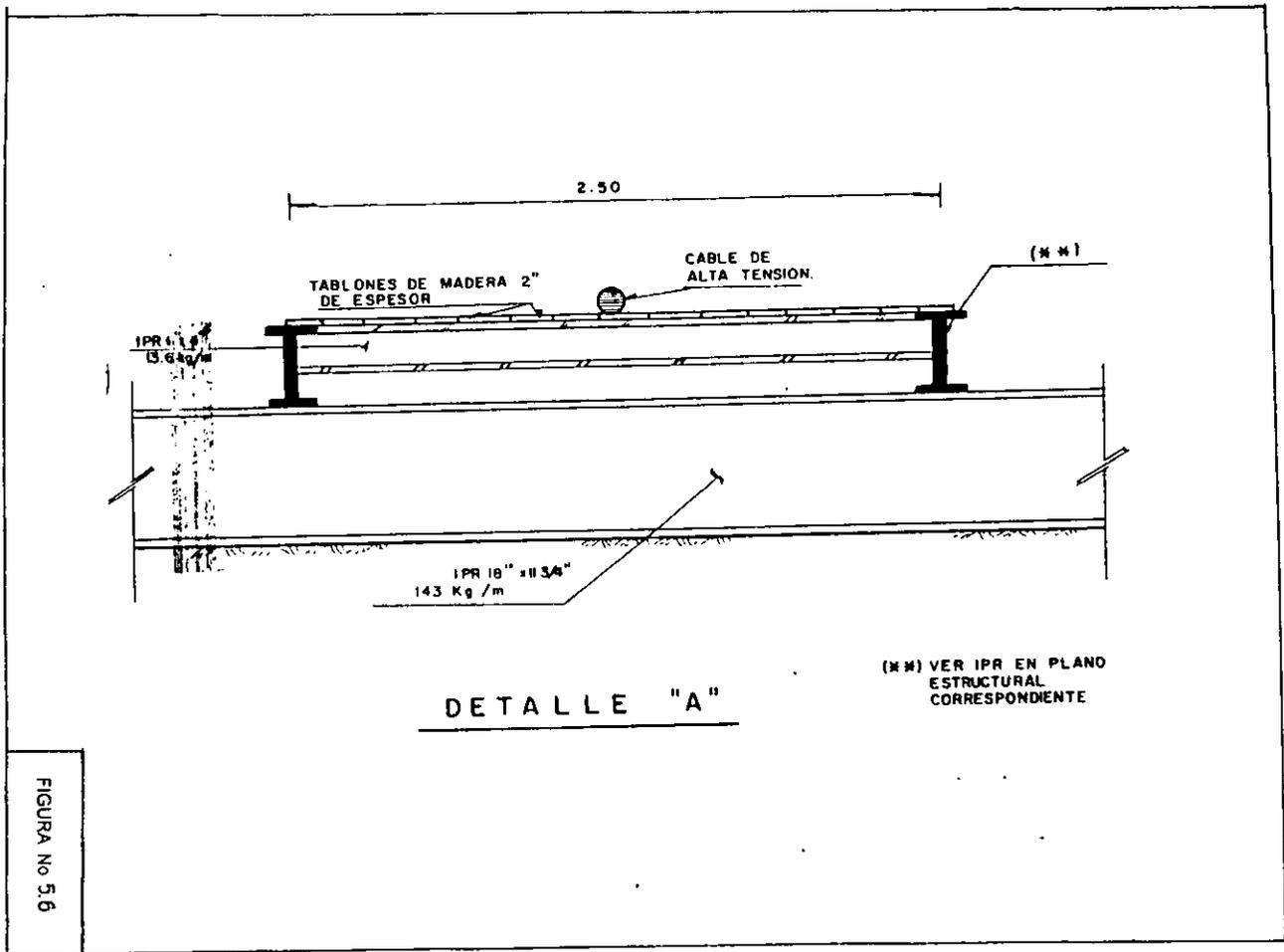


FIGURA NO 5.6

4. LA ESTRUCTURA DEL PUENTE SÓLO SE PUDO RETIRAR UNA VEZ CONSTRUÍDA LA LOSA DE TECHO DEL CAJÓN DEL METRO Y CUANDO EL RELLENO SOBRE LA MISMA ALCANZÓ EL NIVEL DE DESPLANTE DEL DUCTO DE ALTA TENSIÓN.

## **5.2 COLECTOR JOSÉ SOTERO CASTAÑEDA.**

EN ESTE INCISO SE INDICAN LOS DATOS COMPLEMENTARIOS AL INCISO 1.6 PARA LA EXCAVACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE LAS CAJAS DE CONECCIÓN ENTRE UNA ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN CORRESPONDIENTES AL DESVÍO DEL COLECTOR DE 1.22 m DE DIÁMETRO, UBICADO EN LA CALLE JOSÉ SOTERO CASTAÑEDA, EN EL CRUCE CON EL CAJÓN DEL METRO, CUYA LOCALIZACIÓN SE MUESTRA EN LA FIGURA No. 5.7.

### **5.2.1 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.**

LOS ELEMENTOS QUE SIRVIERON COMO ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN DURANTE LA EXCAVACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS CAJAS, FUERON LAS SIGUIENTES:

1. VIGUETAS DE ACERO PERFIL IR - 12" x 4" DE 21.10 Kg/m, HINCADAS EN EL TERRENO A CADA 90 cm.
2. TABLONES DE MADERA DE 2" DE ESPESOR.
3. POLINES DE MADERA (LARGUEROS) DE 6" x 6" COLOCADOS A CADA 75 cm DE PROFUNDIDAD.
4. VIGUETAS DE ACERO PERFIL IR - 12" x 8" DE 59.6 Kg/m, FUNCIONANDO COMO VIGAS MADRINA.
5. PUNTALES TUBULARES DE ACERO, CÉDULA 30 DE 8" DE DIÁMETRO.

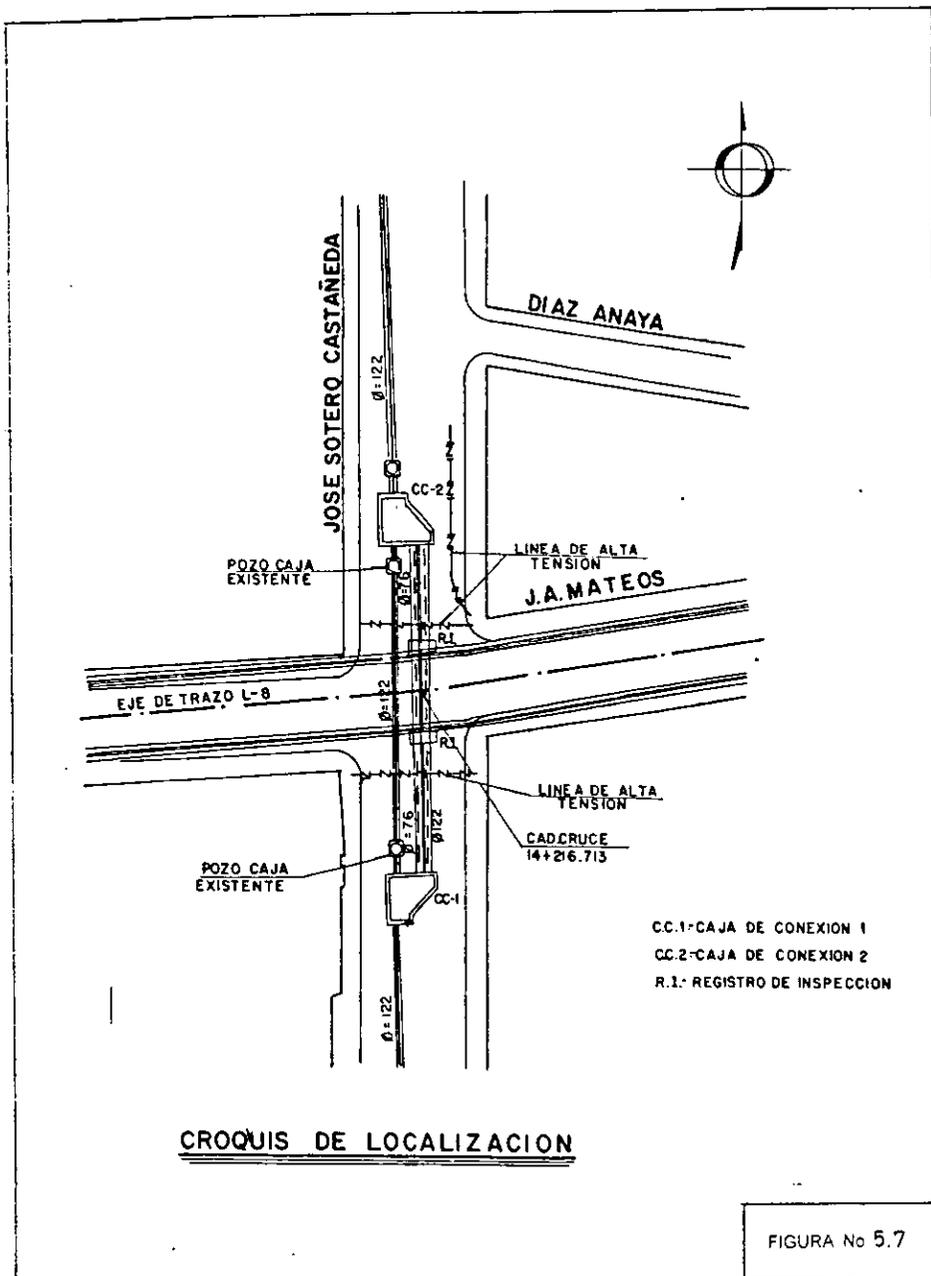


FIGURA No 5.7

LA DISTRIBUCIÓN DE LOS ELEMETOS MENCIONADOS Y LA ELEVACIÓN EN QUE SE COLOCARON LOS NIVELES DE PUNTALES PARA CADA UNA DE LAS CAJAS, SE INDICAN EN LAS FIGURAS Nos. 5.8 Y 5.9.

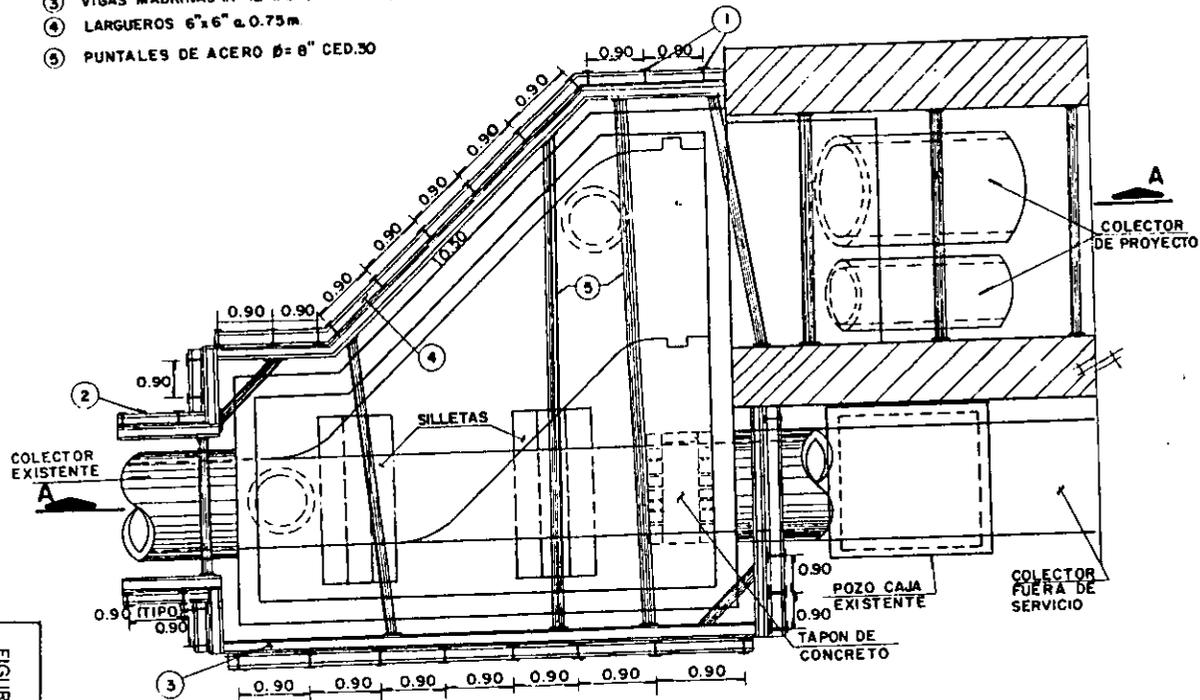
EN VISTA DE QUE EN LAS ZONAS DONDE SE CONSTRUYERON LAS CAJAS DE CONEXIÓN SE ENCONTRÓ UN COLECTOR, FUÉ NECESARIO CONSTRUIR SILLETAS QUE SOSTUVIERAN AL MISMO DURANTE EL PROCESO DE EXCAVACIÓN, DE ACUERDO A LAS INDICACIONES SIGUIENTES:

1. UNA VEZ COLOCADOS EL PRIMER Y SEGUNDO NIVEL DE PUNTALES A LAS PROFUNDIDADES ESPECIFICADAS, SE CONTINUÓ EXCAVANDO HASTA QUE SE DESCUBRIERON LAS TRES CUARTAS PARTES DEL DIÁMETRO EXTERIOR DEL COLECTOR EXISTENTE, PARA EFECTUAR A PARTIR DE ESTE NIVEL, LA EXCAVACIÓN DE LAS ZANJAS DONDE SE ALOJARON LAS SILLETAS CON LA FINALIDAD DE CONSTRUIR LAS MISMAS PARA SOPORTE DE DICHO COLECTOR.

2. DESPUÉS DE TERMINADA LA ZANJA, SE PROCEDIÓ A COLAR DENTRO DE ELLA UNA PLANTILLA DE CONCRETO SIMPLE DE 10 cm DE ESPESOR. TRES HORAS DESPUÉS DE COLADA LA PLANTILLA, SE EFECTUÓ EL ARMADO Y COLADO DE UN TRAMO DE LA LOSA DE PISO CON UN ANCHO DE 0.45 m A CADA LADO DEL EJE DE LA SILLETA. ENSEGUIDA SE ARMÓ Y COLÓ UNA SILLETA QUE SOSTENDRÍA A LA TUBERÍA.

DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE LA LOSA DE PISO EN LA ZANJA, SE DEJÓ PREPARADO EL ARMADO CORRESPONDIENTE, CON EL OBJETO DE QUE EXISTIERA LIGA ESTRUCTURAL ENTRE EL TRAMO DE LOSA YA COLADO Y EL RESTO DE LA MISMA QUE SE COLÓ POSTERIORMENTE.

- ① VIGUETAS IR-12" x 4" (w=21.10Kg/m) a 0.90 m
- ② TABLONES DE MADERA DE 2" DE ESPESOR
- ③ VIGAS MADRINAS IR-12" x 8" (w=59.8 Kg/m)
- ④ LARGUEROS 6" x 6" a 0.75 m
- ⑤ PUNTALES DE ACERO  $\phi = 8"$  CED.30



P L A N T A  
CAJAS DE CONEXION 1 y 2

FIGURA NO. 5.8

- ① VIGUETAS IR-12" x 4" (w=21.10 Kg/m) a 0.90 m.
- ② TABLONES DE MADERA DE 2" DE ESPESOR
- ③ VIGAS MADRINAS IR-12" x 8" (w=59.8 Kg/m)
- ④ LARGUEROS 6" x 6" a 0.75 m.
- ⑤ PUNTALES DE ACERO  $\phi=6"$  CED.40

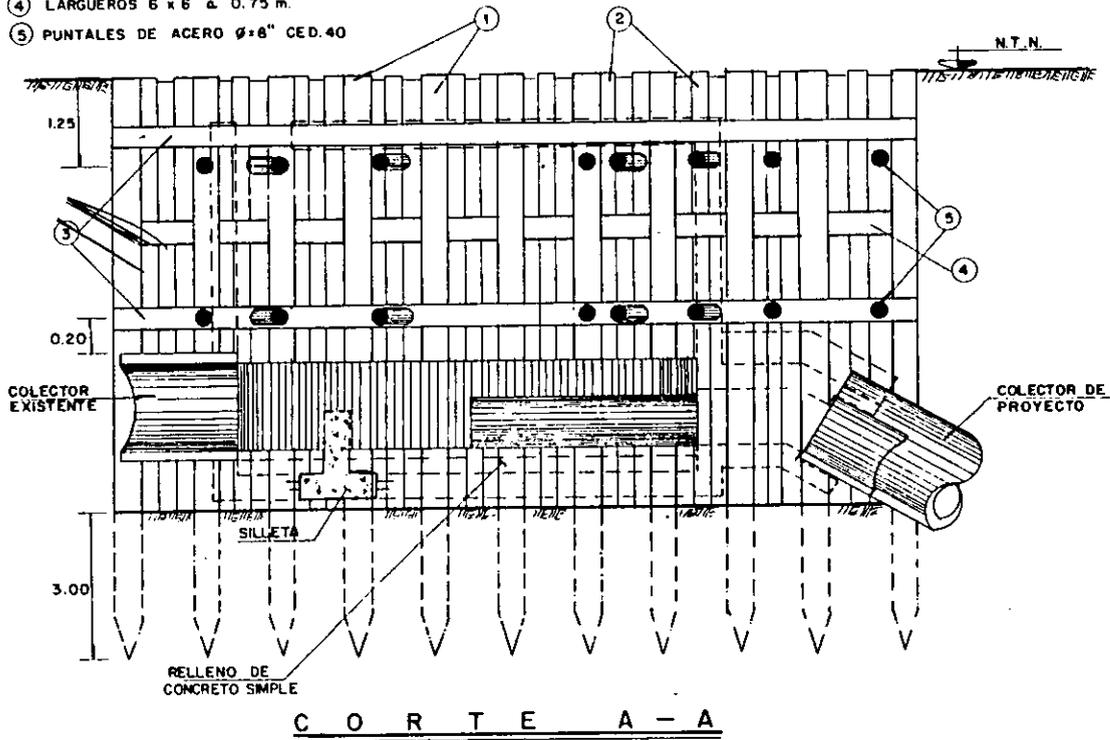


FIGURA No 5.9

3. DESPUÉS DE HABER CONSTRUÍDO LA PRIMER SILLETA, SE DEJÓ TRANSCURRIR UN LAPSO DE SETENTA Y DOS HORAS PARA PROCEDER A HACER OTRA ZANJA CON LAS MISMAS CARACTERÍSTICAS DE LA ANTERIOR EN EL SITIO QUE SE INDICA EN LAS FIGURAS Nos. 5.8 Y 5.9 PARA CONSTRUIR OTRA SILLETA SIGUIENDO EL MISMO PROCEDIMIENTO QUE SE INDICÓ PARA LA PRIMERA.

CUANDO EL COLECTOR EXISTENTE ESTUVO CONSTITUÍDO POR TRAMOS DE TUBERÍA, LAS SILLETAS SE CONSTRUYERON ABAJO DE CADA JUNTA DE UNIÓN. EN LOS TRAMOS DE LOSA QUE FUERON CONSTRUÍDOS JUNTO CON LAS SILLETAS, SE PREPARARON JUNTAS FRÍAS QUE GARANTIZABAN LA CONTINUIDAD ESTRUCTURAL DE TODA LA LOSA.

#### **5.2.2 NOTAS IMPORTANTES.**

1. CUANDO EN LA CONSTRUCCIÓN DE CUALQUIERA DE LAS CAJAS SE ENCONTRABAN INTERFERENCIAS AÚN NO DETECTADAS, SE EFECTUABA UN LEVANTAMIENTO Y SE MANDABA A ISTME, PARA EFECTUAR EL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO CORRESPONDIENTE.

2. EL AGUA PRODUCTO DE LAS FILTRACIONES QUE SE PRESENTÓ DURANTE LA EXCAVACIÓN PARA LA INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA, SE CONTROLÓ POR MEDIO DE PEQUEÑOS CÁRCAMOS DE BOMBEO RELLENOS DE GRAVA LIMPIA PARA EVITAR EL ARRASTRE DE FINOS, CONSTRUÍDOS EN EL FONDO DE LA EXCAVACIÓN, COMUNICADOS ENTRE SÍ POR MEDIO DE ZANJAS Y DESDE LOS CUALES SE EXTRAJO EL AGUA EMPLEANDO BOMBAS AUTOCEBANTES.

3. UNA VEZ QUE EL RELLENO ALCANZÓ EL NIVEL DE SUBRASANTE, SE PROCEDIÓ A RESTITUIR EL PAVIMENTO SIGUIENDO LOS LINEAMIENTOS DE LA ESPECIFICACIÓN COMPLEMENTARIA CORRESPONDIENTE (CAPÍTULO 4.10).

### **5.3 EXCAVACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE LA GALERÍA DE PUENTE PARA EL DUCTO DE TELMEX.**

A CONTINUACIÓN SE DESCRIBE EL PROCEDIMIENTO REALIZADO PARA LA EXCAVACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE LA GALERÍA QUE PUENTEÓ EL DUCTO DE TELMEX UBICADO EN LA AVENIDA CHABACANO QUE CRUZA CON LOS CAJONES DEL METRO DE LA VÍA DE ENLACE, LA LÍNEA 8 Y LA LÍNEA 9 (FIGURA No. 5.10).

#### **5.3.1 OBSERVACIONES GENERALES.**

1. LA GALERÍA QUE FUNCIONÓ COMO ESTRUCTURA DE PUENTE, FUÉ DE CONCRETO ARMADO Y ESTUVO CONSTITUÍDA POR UNA LOSA DE PISO, POR TRABES A CADA LADO DEL EJE LONGITUDINAL DEL DUCTO DE TELMEX Y POR UNA LOSA TAPA DE CONCRETO ARMADO PRECOLADA.
2. LA CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTILLA DE CONCRETO SIMPLE Y DE LA GALERÍA EN SÍ, ESTUVO APOYADA EN LOS MUROS TABLESTACA EN LA ZONA DE CRUCE CON LA VÍA DE ENLACE Y CON EL CAJÓN DE LA LÍNEA 8.
3. FUÉ CONDICIÓN NECESARIA PARA EFECTUAR LA EXCAVACIÓN DE LA GALERÍA, QUE PREVIAMENTE SE CONSTRUYERAN LOS MUROS TABLESTACA EN LA ZONA DONDE SE UBICÓ LA MISMA; ESTOS MUROS DEBIERON REMATAR HASTA EL NIVEL DE DESPLANTE DE LA LOSA DE PISO DE ÉSTA, TOMANDO EN CUENTA LA DEMOLICIÓN QUE SE LES REALIZÓ PARA ELIMINAR EL CONCRETO CONTAMINADO.
4. EN LA ZONA DE CRUCE DE LA GALERÍA CON EL CABLE DE 85 Kv, SE TOMARON LAS PRECAUCIONES NECESARIAS PARA PROTEGERLOS Y NO DAÑARLOS.



**5.3.2 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA GALERÍA (FUERA DE LA ZONA DE PASO VEHICULAR).**

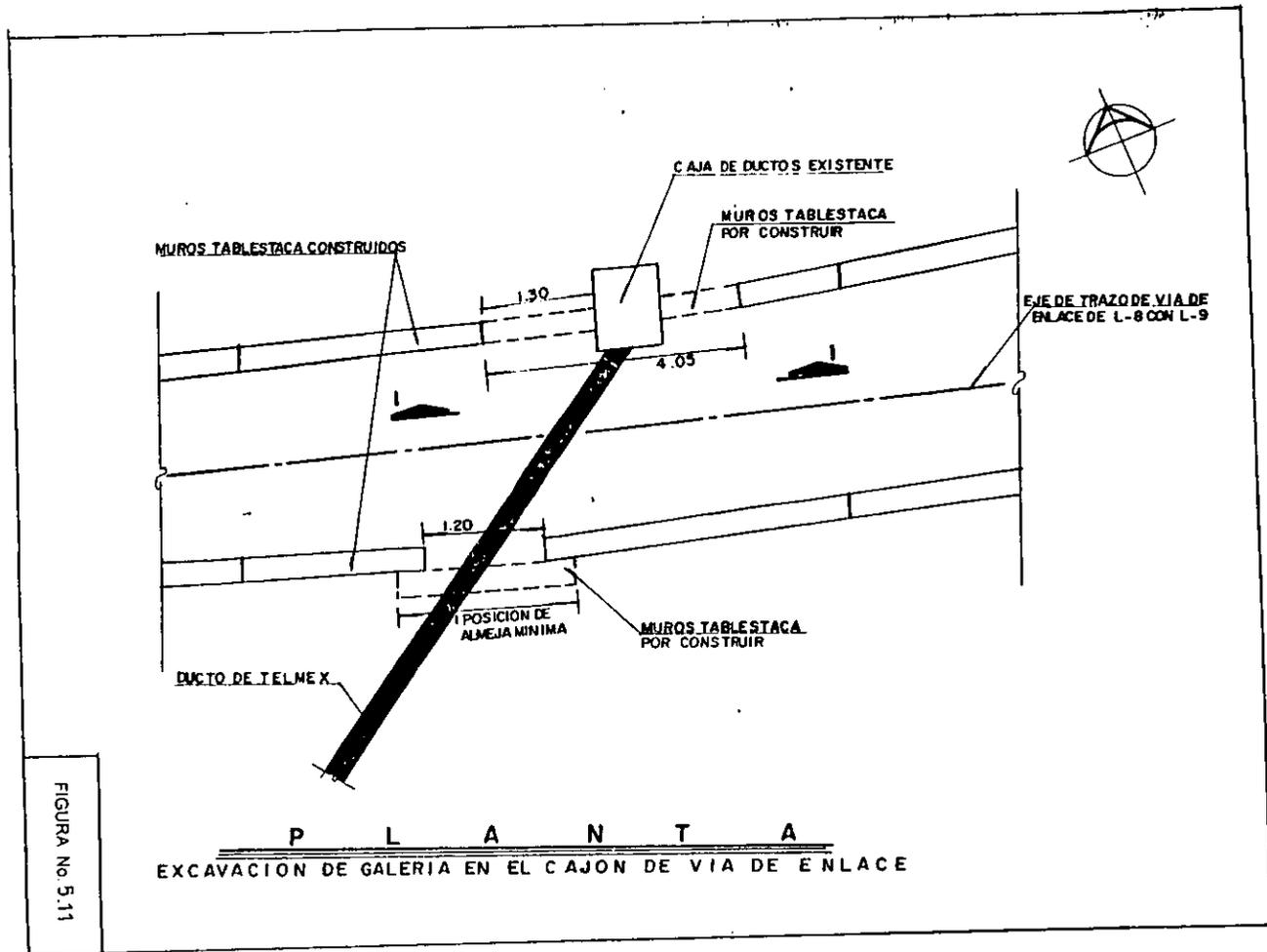
**A) EXCAVACIÓN DE LA GALERÍA.**

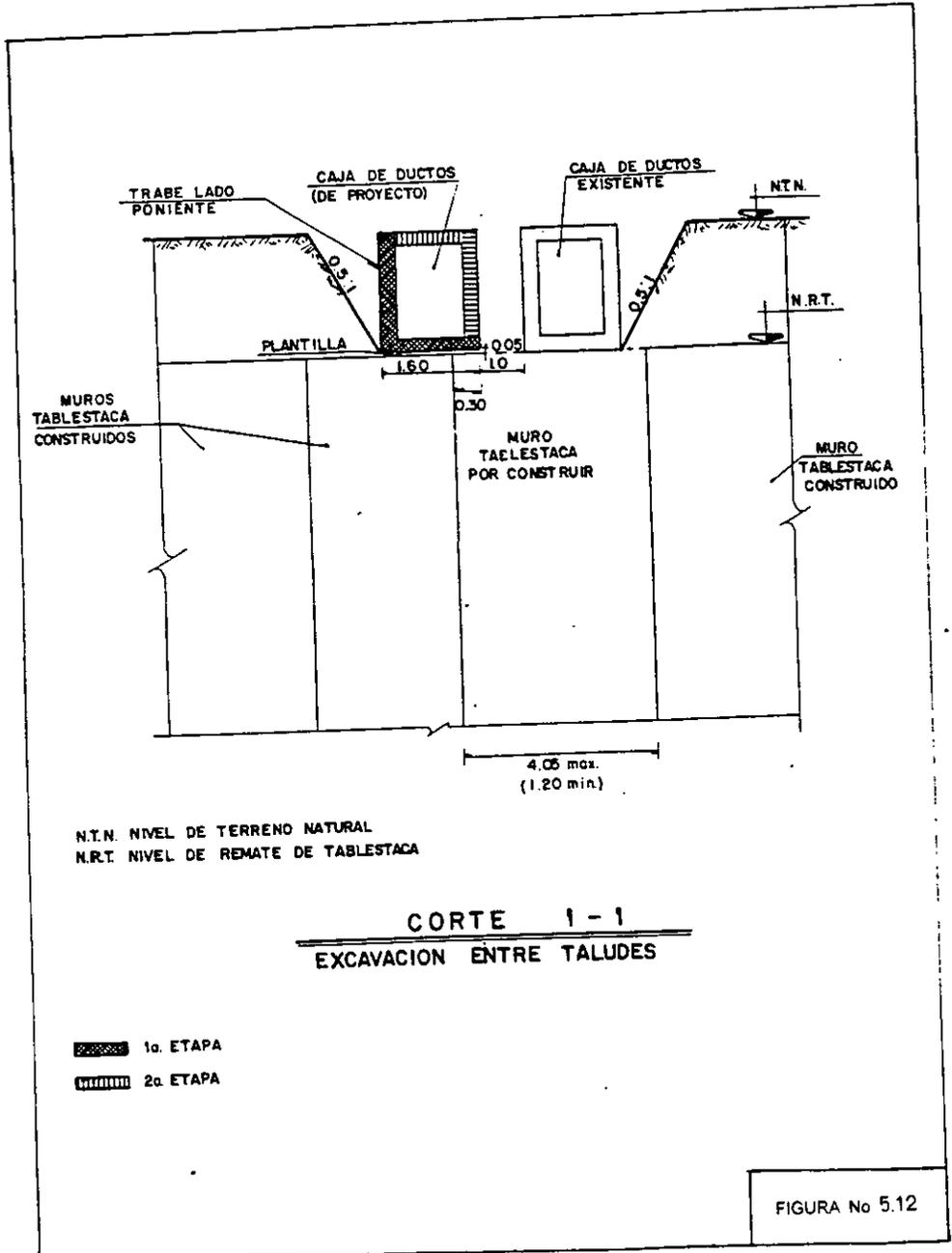
LA EXCAVACIÓN EN EL CAJÓN DE LA VÍA DE ENLACE DE LA LÍNEA 8 CON LA LÍNEA 9, SE INICIÓ EN EL LADO NORTE PARA DESCUBRIR LA CAJA EXISTENTE DE LOS DUCTOS DE TELMEX (FIGURA No. 5.11). LA EXCAVACIÓN SE REALIZÓ A MANO, ENTRE TALUDES CUYA INCLINACIÓN FUÉ DE 0.5 : 1 (HORIZONTAL A VERTICAL), VER FIGURA No. 5.12.

EN LA ZONA FUERA DEL CAJÓN DE LA VÍA DE ENLACE (NO INCLUIDA LA ZONA DEL PASO VEHICULAR), SE DEMOLIÓ LA ZONA DEL PAVIMENTO QUE ERA NECESARIA Y SE PROCEDIÓ A EXCAVAR DE LA FORMA DESCRITA ANTERIORMENTE.

**B) CONSTRUCCIÓN DE LA GALERÍA.**

1. UNA VEZ ALCANZADA LA PROFUNDIDAD MÁXIMA DE EXCAVACIÓN, SE PROCEDIÓ A COLAR UNA PLANTILLA DE CONCRETO SIMPLE DE 5 cm DE ESPESOR.
2. DOS HORA DESPUÉS DE COLADA LA PLANTILLA, SE PROCEDIÓ A ARMAR Y COLAR LA LOSA DE PISO DE LA GALERÍA, DEJANDO LAS PREPARACIONES NECESARIAS PARA SU LIGA POSTERIOR CON LA TRABES DE LA MISMA.
3. VEINTICUATRO HORAS DESPUÉS DE COLADA LA LOSA DE PISO, SE PROCEDIÓ AL ARMADO, CIMBRADO Y COLADO DE LA TRABE LOCALIZADA EN EL LADO PONIENTE RESPECTO A LOS DUCTOS (FIGURA No. 5.12).





4. DE ACUERDO A LAS FACILIDADES, NECESIDADES O PROBLEMAS QUE SE TUVIERON EN OBRA, EL PROCEDIMIENTO DESCRITO ANTERIORMENTE PODÍA REALIZARSE POR TRAMOS, LO IMPORTANTE ERA GARANTIZAR LA CONTINUIDAD ESTRUCTURAL EN LA GALERÍA.

5. UNA VEZ QUE LA TRABE DESCRITA EN EL PUNTO No. 3 ALCANZÓ LA RESISTENCIA ESPECIFICADA EN EL PROYECTO Y SE TUVO LA LONGITUD TOTAL DE LA MISMA, EL PERSONAL DE TELÉFONOS DE MÉXICO PUDO REALIZAR EL BANDEO DE SUS DUCTOS HACIA LA GALERÍA CONSTRUIDA. REALIZADO LO ANTERIOR, SE PROCEDIÓ AL ARMADO, CIMBRADO Y COLADO DE LA TRABE ORIENTE DE LA GALERÍA.

6. DESPUÉS DE QUE LA TRABE ORIENTE ALCANZÓ LA RESISTENCIA DE PROYECTO, SE COLOCARON LAS TABLETAS PRECOLADAS QUE FORMARON LA LOSA TAPA DE LA GALERÍA.

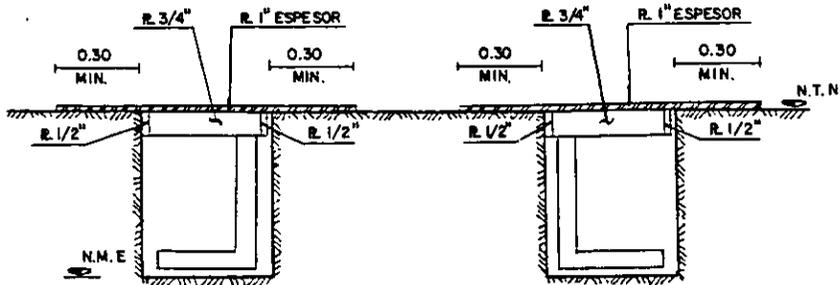
7. UNA VEZ TERMINADO LO ANTERIOR, SE PROCEDIÓ A COLOCAR EL RELLENO EN EL ESPACIO FORMADO POR LAS TRABES DE LA GALERÍA Y LOS TALUDES FORMADOS, ASÍ COMO LA LOSA TAPA DE LA MISMA HASTA ALCANZAR EL NIVEL DE SUBRASANTE, PARA PROCEDER A RESTITUIR EL PAVIMENTO, SIGUIENDO PARA ELLO LAS INDICACIONES DEL CAPÍTULO 4.10.

### **5.3.3 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA GALERÍA EN EL PASO VEHICULAR.**

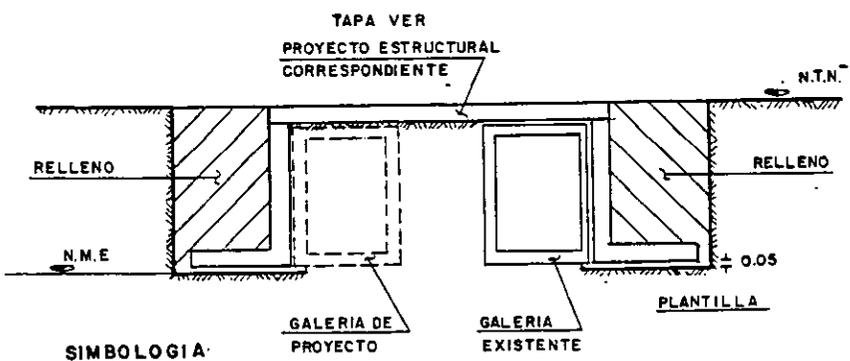
CON LA FINALIDAD DE NO INTERRUMPIR EL PASO VEHICULAR SOBRE LA AVENIDA CHABACANO, SE DESCRIBE A CONTINUACIÓN SU PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

#### **A) EXCAVACIÓN DE LAS ZANJAS.**

SE EXCAVARON POR TRAMOS ZANJAS VERTICALES CON LAS DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS MOSTRADAS EN LA FIGURA No. 5.13, TANTO EN LA CAJA DE DUCTOS DE TELMEX COMO EN LA DE PROYECTO. PREVIAMENTE A LO ANTERIOR SE DEMOLIÓ EL



**ETAPA 1**



**SIMBOLOGIA:**

N.M.E NIVEL MAXIMO DE EXCAVACION  
 N.T.N NIVEL DE TERRENO NATURAL

**ETAPA 2**

FIGURA No 5.13

PAVIMENTO EN LAS ZONAS DE LAS ZANJAS, DE TAL MANERA QUE SE LLEVARA A CABO LA EXCAVACIÓN DE LA MISMA. ESTA EXCAVACIÓN SE REALIZÓ A MANO, ENTRE PAREDES VERTICALES HASTA EL NIVEL DE LA MÁXIMA EXCAVACIÓN.

UNA VEZ REALIZADO LO ANTERIOR, SE PROCEDIÓ A COLAR UNA PLANTILLA DE CONCRETO SIMPLE DE 5 cm DE ESPESOR Y DOS HORAS DESPUÉS, SE ARMARON Y COLARON LAS ZAPATAS Y CUANDO EL CONCRETO ALCANZÓ LA RESISTENCIA DE PROYECTO, SE PROCEDIÓ A RELLENAR LAS ZANJAS DE ACUERDO CON LO QUE SE INDICA EN LA ESPECIFICACIÓN COMPLEMENTARIA CORRESPONDIENTE (CAPÍTULO 4.9).

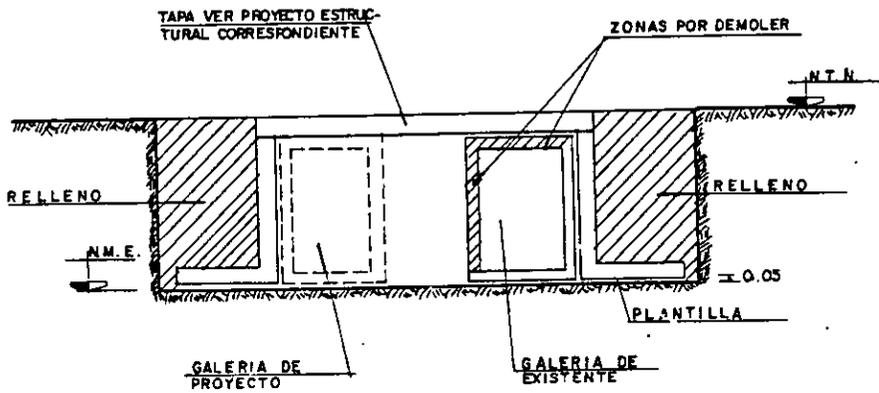
#### **B) CONSTRUCCIÓN DE LA GALERÍA.**

PRIMERAMENTE SE PROCEDIÓ A DEMOLER LA ZONA DE PAVIMENTO ENTRE LAS ZAPATAS CONSTRUÍDAS Y SE COLOCARON LAS TABLETAS PRECOLADAS QUE SIRVIERON COMO PUENTE PARA EL PASO VEHICULAR DURANTE EL DÍA, APOYADAS DIRECTAMENTE SOBRE LAS ZAPATAS. DURANTE LAS NOCHES SE RETIRABAN LAS TABLETAS PRECOLADAS Y SE REALIZABA LA EXCAVACIÓN DE LA FORMA COMO SE DESCRIBE A CONTINUACIÓN:

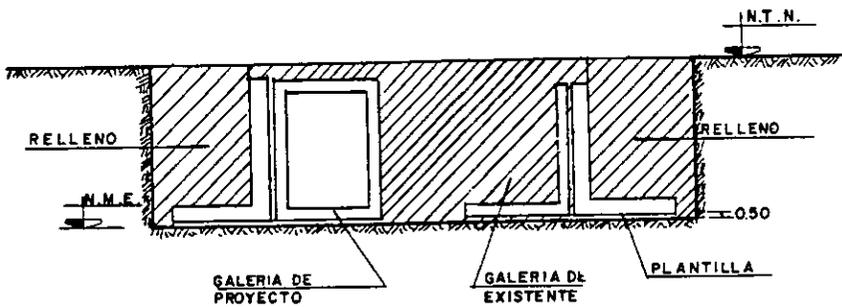
SE EXCAVÓ A MANO HASTA EL NIVEL DE LA MÁXIMA EXCAVACIÓN (FIGURA No. 5.14) Y YA REALIZADO LO ANTERIOR, SE PROCEDIÓ A CONSTRUIR LA GALERÍA POR ETAPAS TAL COMO SE INDICA EN EL INCISO B DEL PUNTO 5.3.2.

#### **5.3.4 CONTROL DE FILTRACIONES.**

EL AGUA PRODUCTO DE LAS FILTRACIONES QUE SE PRESENTARON DURANTE LA EXCAVACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA GALERÍA, SE CONTROLÓ POR MEDIO DE PEQUEÑOS CÁRCAMOS DE BOMBEO RELLENOS DE GRAVA LIMPIA PARA EVITAR EL ARRASTRE DE FINOS, CONSTRUÍDOS A LO LARGO DEL EJE LONGITUDINAL DE LA



E T A P A 3



E T A P A 4

FIGURA No 5.14

EXCAVACIÓN, COMUNICADOS ENTRE SÍ POR MEDIO DE ZANJAS Y DESDE LOS CUALES SE EXTRAJO EL AGUA EMPLEANDO BOMBAS AUTOCEBANTES.

### **5.3.5 NOTAS IMPORTANTES.**

1. ANTES DE EFECTUAR EL COLADO DE LAS TRABES, FUÉ NECESARIO PREPARAR LA JUNTA DE COLADO ENTRE LA LOSA DE PISO Y LA TRABE, DE TAL MANERA QUE PRESENTARA UNA SUPERFICIE RUGOSA Y LIMPIA, CON OBJETO DE GARANTIZAR LA CONTINUIDAD ESTRUCTURAL.

2. UNA VEZ QUE EL MATERIAL DE RELLENO ALCANZÓ EL NIVEL DE SUBRASANTE, SE PROCEDIÓ A RÉSTITUIR EL PAVIMENTO.

3. UNA VEZ REALIZADO EL BANDEO DE DUCTOS DE TELMEX EN LA NUEVA POSICIÓN DE LA GALERÍA, EN EL CAJÓN DE LA VÍA DE ENLACE DE LA LÍNEA 8 CON LA LÍNEA 9, SE PROCEDIÓ A EXCAVAR Y COLAR MUROS TABLESTACA PARA ELIMINAR LAS VENTANAS DE LA SIGUIENTE FORMA: EN EL LADO NORTE, SE CONSTRUYÓ EL MURO TABLESTACA NORMAL Y EN EL LADO SUR, SE CONSTRUYÓ EL MURO TABLESTACA A ESPALDAS DE LOS YA CONSTRÍDOS CON UNA POSICIÓN MÍNIMA DE ALMEJA, VER FIGURA No. 5.11.

4. PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL MURO TABLESTACA EN EL LADO NORTE DEL CAJÓN DE LA VÍA DE ENLACE, CERCA A LA GALERÍA DE PROYECTO, SE INTRODUJO LA ALMEJA DE TAL MANERA QUE EXCAVÓ LOS 30 cm DE INTERFERENCIA QUE SE TENÍA CON RESPECTO A LA MISMA ( FIGURA No. 5.12).

#### **5.4 PUENTE DE DUCTOS DE TELÉFONOS DE FIBRA ÓPTICA QUE CRUZAN CON EL CAJÓN DEL METRO.**

A CONTINUACIÓN SE DESCRIBE EL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL PUENTE QUE SE REALIZÓ EN EL BANCO DE DUCTOS DE TELÉFONOS DE FIBRA ÓPTICA DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DEL METRO EN LA ZONA DE CRUCE CON ÉSTOS.

##### **5.4.1 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.**

LOS DUCTOS DE CABLES DE FIBRA ÓPTICA QUE CRUZABAN LA ZONA CORRESPONDIENTE AL CAJÓN DEL METRO, SE PUENTEARON A BASE DE CABLES DE ACERO QUE COLGABAN DE UNA TRABE METÁLICA, LA CUAL A SU VEZ SE APOYÓ SOBRE UNA CAMA DE POLINES DE MADERA DE 6" x 6" QUE SE COLOCÓ EN LA SUPERFICIE DEL TERRENO, FUERA DE LA ZONA CORRESPONDIENTE AL CAJÓN DEL METRO, TAL COMO SE INDICA A CONTINUACIÓN.

##### **5.4.2 ELEMENTOS QUE INTEGRAN LA ESTRUCTURA DEL PUENTE.**

LOS ELEMENTOS QUE INTEGRARON LA ESTRUCTURA DE PUENTE FUERON LOS SIGUIENTES, DE ACUERDO CON EL NÚMERO DE DUCTOS A PUENTEAR:

1. TRABE METÁLICA DE CELOSÍA, COMO ELEMENTO PRINCIPAL DE SOPORTE.
2. CABLE DE ACERO DE 1/2" DE DIÁMETRO (6 x 19 FILLER TIPO COBRA) CON SUS GRAPAS PARA CABLE DE ACERO.
3. POLINES DE MADERA DE 6" x 6" CON 2.00 m DE LONGITUD, SOBRE LOS QUE SE APOYÓ LA TRABE METÁLICA EN LA SUPERFICIE DEL TERRENO.

4. TABLONES DE MADERA DE 2" DE ESPESOR QUE FUNCIONARON COMO ELEMENTOS DE PROTECCIÓN DEL DUCTO.

#### **5.4.3 DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.**

INICIALMENTE SE REALIZARON CALAS PARA DETECTAR LA TRAYECTORIA REAL DE LOS DUCTOS DE FIBRA ÓPTICA Y, UNA VEZ DEFINIDA ÉSTA Y PARA PODER EFECTUAR EL PUENTE DE LOS DUCTOS, SE COLOCÓ SOBRE EL TERRENO NATURAL LA CAMA DE POLINES SOBRE LA QUE SE APOYÓ LA TRABE METÁLICA, PROCEDIENDO ENSEGUIDA A INSTALAR LA MISMA.

A CONTINUACIÓN SE INICIÓ LA EXCAVACIÓN A PARTIR DEL NIVEL DEL TERRENO NATURAL HASTA ALCANZAR EL NIVEL DE DESPLANTE DEL BANCO DE DUCTOS DE FIBRA ÓPTICA; EN DICHA PROFUNDIDAD SE SUSPENDIÓ MOMENTÁNEAMENTE EL PROCESO, CON EL FIN DE INICIAR LA EXCAVACIÓN DE PEQUEÑAS ZANJAS PERPENDICULARES AL EJE DEL DUCTO. LAS ZANJAS TUVIERON LAS DIMENSIONES Y SEPARACIÓN TAL QUE PERMITÍAN LA COLOCACIÓN DE LOS TABLONES; EL ORDEN DE EJECUCIÓN DE LAS MISMAS FUÉ EN FORMA ALTERNADA.

UNA VEZ HECHAS LAS ZANJAS, SE COLOCARON EN EL INTERIOR DE ÉSTAS Y EN CONTACTO CON EL LECHO INFERIOR DEL BANCO DE DUCTOS, TABLONES DE 2" DE ESPESOR QUE SIRVIERON COMO PROTECCIÓN DE DICHO BANCO DURANTE EL PUENTE DEL MISMO. ENSEGUIDA SE COLOCARON LOS CABLES DE ACERO CUIDANDO DE QUE EL CONTACTO DE ÉSTOS CON EL BANCO DE DUCTOS FUERA DE FORMA INDIRECTA A TRAVÉS DE LOS TABLONES. CUANDO EL PUENTE DEL BANCO DE DUCTOS ESTUVO TERMINADO, SE PUDO CONTINUAR CON EL PROCESO DE EXCAVACIÓN DEL CAJÓN DEL METRO.

#### **5.4.4 OBSERVACIONES GENERALES.**

1. LA CONSTRUCCIÓN DE LOS MUROS TABLESTACA EN LA ZONA DE CRUCE DEL DUCTO DE FIBRA ÓPTICA SE EFECTUÓ DE LA SIGUIENTE FORMA:

A. LOS MUROS TABLESTACA SE CONSTRUYERON A 50 cm DEL PAÑO DEL DUCTO A AMBOS LADOS.

B. EN LA ZONA DE CRUCE, LA EXCAVACIÓN SE REALIZÓ A MANO, SE COLOCÓ UNA ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN A BASE DE VIGUETAS DE ACERO SOLDADAS A LOS MUROS TABLESTACA, ASÍ COMO DE TABLONES Y POLINES DE MADERA.

C. UNA VEZ EXCAVADO HASTA EL FONDO, SE COLÓ EL MURO.

2. EL NIVEL DE DESPLANTE DE LA ESTRUCTURA DE PUENTE ESTUVO EN FUNCIÓN DE LA POSICIÓN DE LOS CABLES DE FIBRA ÓPTICA, CON EL OBJETO DE QUE EL BANCO CONSERVARA EN LO POSIBLE SU NIVEL.

3. LA EXCAVACIÓN EN LAS VECINDADES DE LA ESTRUCTURA DE PUENTE SE REALIZÓ CON PRECAUCIÓN, CON EL PROPÓSITO DE NO GOLPEARLA Y CREAR PROBLEMAS DE INESTABILIDAD DE LA MISMA.

#### **5.4.5 NOTAS IMPORTANTES.**

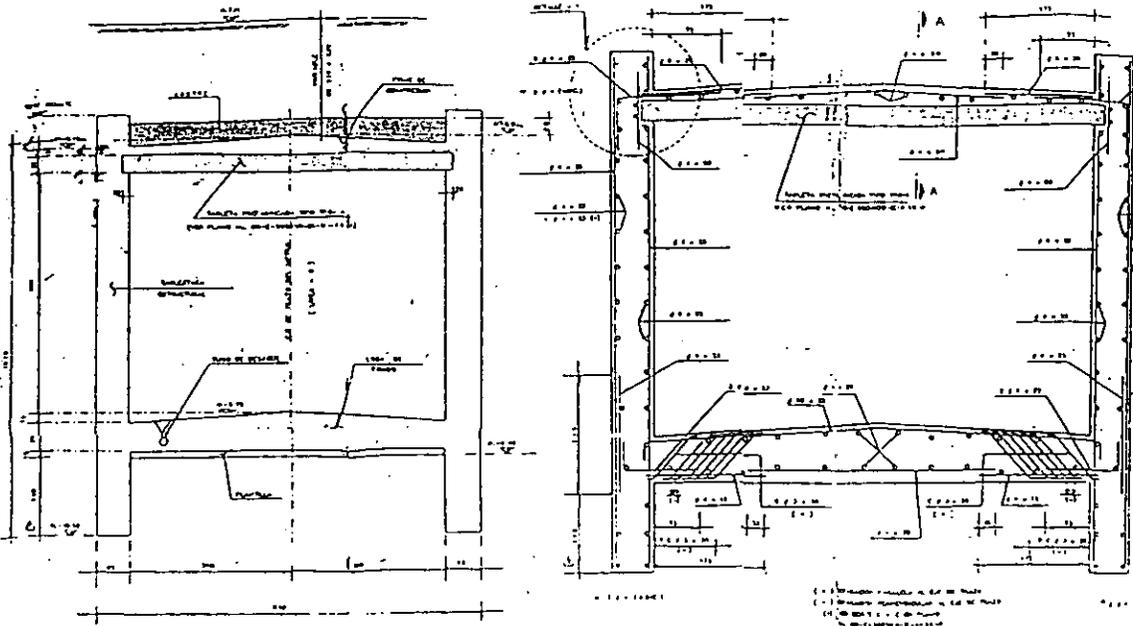
1. LA ESTRUCTURA DEL PUENTE SE RETIRÓ CUANDO SE CONSTRUYÓ LA LOSA DE TECHO DEL CAJÓN DEL METRO Y EL RELLENO SOBRE LA MISMA ALCANZÓ EL NIVEL DE DESPLANTE DEL DUCTO DE FIBRA ÓPTICA.

2. LOS MUROS TABLESTACA SE CONSTRUYERON A 50 cm DEL PAÑO EXTERIOR DE EL DUCTO CON LA FINALIDAD DE NO DAÑARLO CON LA CONSTRUCCIÓN DEL MISMO.

3. LOS DUCTOS CONSIDERADOS ERAN SECCIONES DE CONCRETO DE 30 X 30 cm.

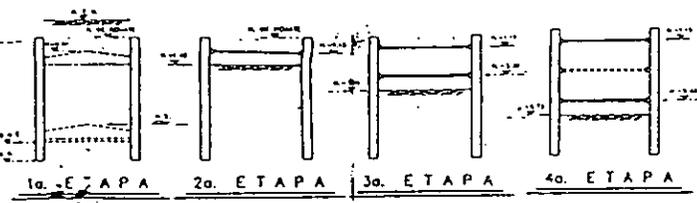
FALTA PAGINA

No. 213

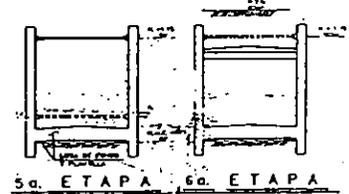


DIMENSIONES GENERALES

ARMADO DE CAJON



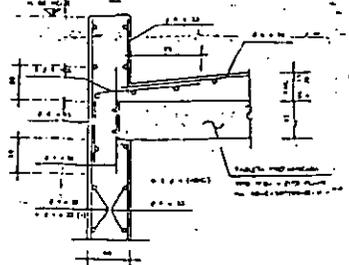
1a. ETAPA 2a. ETAPA 3a. ETAPA 4a. ETAPA



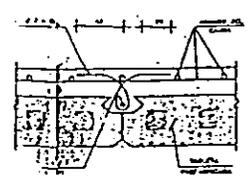
5a. ETAPA 6a. ETAPA

NOTAS ADICIONALES:  
 1. EL REFORZAMIENTO DEBEN SER DE ACERO DE CALIDAD Y DESEARSE DE LAS ARMAS DE ACERO.  
 2. EL REFORZAMIENTO DEBEN SER DE ACERO DE CALIDAD Y DESEARSE DE LAS ARMAS DE ACERO.  
 3. EL REFORZAMIENTO DEBEN SER DE ACERO DE CALIDAD Y DESEARSE DE LAS ARMAS DE ACERO.  
 4. EL REFORZAMIENTO DEBEN SER DE ACERO DE CALIDAD Y DESEARSE DE LAS ARMAS DE ACERO.  
 5. EL REFORZAMIENTO DEBEN SER DE ACERO DE CALIDAD Y DESEARSE DE LAS ARMAS DE ACERO.  
 6. EL REFORZAMIENTO DEBEN SER DE ACERO DE CALIDAD Y DESEARSE DE LAS ARMAS DE ACERO.

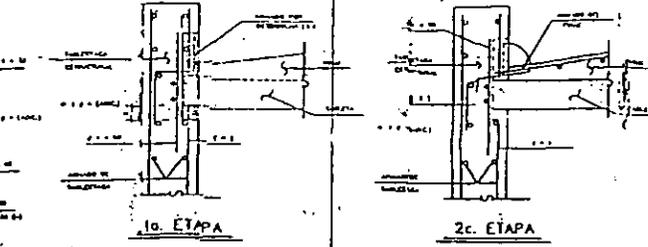
PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO



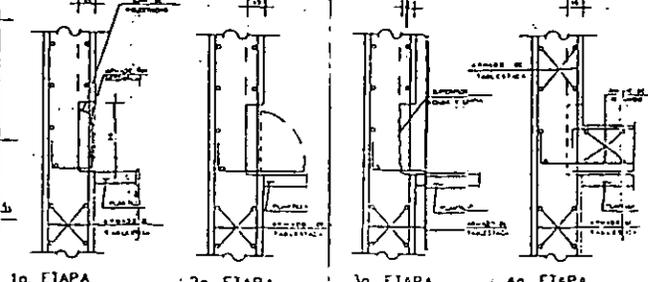
DETALLE - 1



DETALLE DE REFORZAMIENTO



PROCEDIMIENTO DE UNION DE TABLETICA Y LOSA DE TECHO



1a. ETAPA 2a. ETAPA 3a. ETAPA 4a. ETAPA

PROCEDIMIENTO PARA UNIR LOSA DE FONDO A TABLETICA ESTRUCTURAL



DETALLE DE REFORZAMIENTO DIAGONAL

NOTAS GENERALES

- 1. EL REFORZAMIENTO DEBEN SER DE ACERO DE CALIDAD Y DESEARSE DE LAS ARMAS DE ACERO.
- 2. EL REFORZAMIENTO DEBEN SER DE ACERO DE CALIDAD Y DESEARSE DE LAS ARMAS DE ACERO.
- 3. EL REFORZAMIENTO DEBEN SER DE ACERO DE CALIDAD Y DESEARSE DE LAS ARMAS DE ACERO.
- 4. EL REFORZAMIENTO DEBEN SER DE ACERO DE CALIDAD Y DESEARSE DE LAS ARMAS DE ACERO.
- 5. EL REFORZAMIENTO DEBEN SER DE ACERO DE CALIDAD Y DESEARSE DE LAS ARMAS DE ACERO.
- 6. EL REFORZAMIENTO DEBEN SER DE ACERO DE CALIDAD Y DESEARSE DE LAS ARMAS DE ACERO.

MATERIALES

- 1. EL REFORZAMIENTO DEBEN SER DE ACERO DE CALIDAD Y DESEARSE DE LAS ARMAS DE ACERO.
- 2. EL REFORZAMIENTO DEBEN SER DE ACERO DE CALIDAD Y DESEARSE DE LAS ARMAS DE ACERO.
- 3. EL REFORZAMIENTO DEBEN SER DE ACERO DE CALIDAD Y DESEARSE DE LAS ARMAS DE ACERO.
- 4. EL REFORZAMIENTO DEBEN SER DE ACERO DE CALIDAD Y DESEARSE DE LAS ARMAS DE ACERO.
- 5. EL REFORZAMIENTO DEBEN SER DE ACERO DE CALIDAD Y DESEARSE DE LAS ARMAS DE ACERO.
- 6. EL REFORZAMIENTO DEBEN SER DE ACERO DE CALIDAD Y DESEARSE DE LAS ARMAS DE ACERO.

REFUERZO

- 1. EL REFORZAMIENTO DEBEN SER DE ACERO DE CALIDAD Y DESEARSE DE LAS ARMAS DE ACERO.
- 2. EL REFORZAMIENTO DEBEN SER DE ACERO DE CALIDAD Y DESEARSE DE LAS ARMAS DE ACERO.
- 3. EL REFORZAMIENTO DEBEN SER DE ACERO DE CALIDAD Y DESEARSE DE LAS ARMAS DE ACERO.
- 4. EL REFORZAMIENTO DEBEN SER DE ACERO DE CALIDAD Y DESEARSE DE LAS ARMAS DE ACERO.
- 5. EL REFORZAMIENTO DEBEN SER DE ACERO DE CALIDAD Y DESEARSE DE LAS ARMAS DE ACERO.
- 6. EL REFORZAMIENTO DEBEN SER DE ACERO DE CALIDAD Y DESEARSE DE LAS ARMAS DE ACERO.

ESPECIFICACIONES

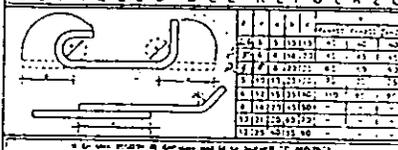
- 1. EL REFORZAMIENTO DEBEN SER DE ACERO DE CALIDAD Y DESEARSE DE LAS ARMAS DE ACERO.
- 2. EL REFORZAMIENTO DEBEN SER DE ACERO DE CALIDAD Y DESEARSE DE LAS ARMAS DE ACERO.
- 3. EL REFORZAMIENTO DEBEN SER DE ACERO DE CALIDAD Y DESEARSE DE LAS ARMAS DE ACERO.
- 4. EL REFORZAMIENTO DEBEN SER DE ACERO DE CALIDAD Y DESEARSE DE LAS ARMAS DE ACERO.
- 5. EL REFORZAMIENTO DEBEN SER DE ACERO DE CALIDAD Y DESEARSE DE LAS ARMAS DE ACERO.
- 6. EL REFORZAMIENTO DEBEN SER DE ACERO DE CALIDAD Y DESEARSE DE LAS ARMAS DE ACERO.

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
1	ACERO DE CALIDAD	...	...
2	ACERO DE CALIDAD	...	...
3	ACERO DE CALIDAD	...	...
4	ACERO DE CALIDAD	...	...
5	ACERO DE CALIDAD	...	...
6	ACERO DE CALIDAD	...	...

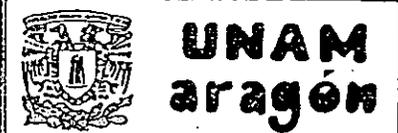
NOTAS ADICIONALES

- 1. EL REFORZAMIENTO DEBEN SER DE ACERO DE CALIDAD Y DESEARSE DE LAS ARMAS DE ACERO.
- 2. EL REFORZAMIENTO DEBEN SER DE ACERO DE CALIDAD Y DESEARSE DE LAS ARMAS DE ACERO.
- 3. EL REFORZAMIENTO DEBEN SER DE ACERO DE CALIDAD Y DESEARSE DE LAS ARMAS DE ACERO.
- 4. EL REFORZAMIENTO DEBEN SER DE ACERO DE CALIDAD Y DESEARSE DE LAS ARMAS DE ACERO.
- 5. EL REFORZAMIENTO DEBEN SER DE ACERO DE CALIDAD Y DESEARSE DE LAS ARMAS DE ACERO.
- 6. EL REFORZAMIENTO DEBEN SER DE ACERO DE CALIDAD Y DESEARSE DE LAS ARMAS DE ACERO.

DETALLES DEL REFORZAMIENTO



CANCHO EN ESTIBOS



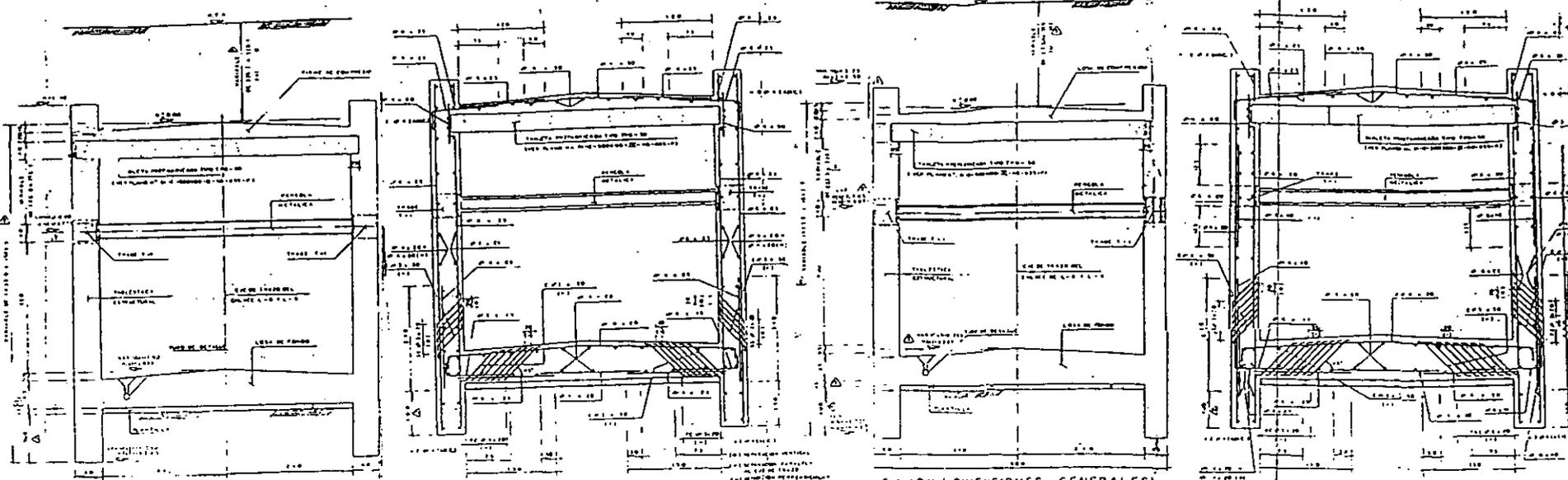
TRABAJO PROFESIONAL:  
**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO LA VIGA - CHABACANO.**

NO. PLANO:	ACTIVACIONES:	ESCALA:	OCT 1998
01	PRELIMINAR		

PROYECTO:  
**EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO**

ALUMNOS: MARCO ANTONIO ARCE RAMÍREZ  
 HERIBERTO MALDONADO SARMIENTO

**INGENIERIA CIVIL**



**NOTAS GENERALES**

1. El presente proyecto de estructura y detalles de acero, deberá ser aprobado por el Comité de Ingeniería y Ejecución de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la UNAM, antes de ser ejecutado.

2. El presente proyecto de estructura y detalles de acero, deberá ser aprobado por el Comité de Ingeniería y Ejecución de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la UNAM, antes de ser ejecutado.

3. El presente proyecto de estructura y detalles de acero, deberá ser aprobado por el Comité de Ingeniería y Ejecución de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la UNAM, antes de ser ejecutado.

**MATERIALES**

1. El acero a utilizar será el tipo A-36, con un límite de fluencia de 235 MPa y un límite de resistencia a la tracción de 375 MPa.

2. El acero a utilizar será el tipo A-36, con un límite de fluencia de 235 MPa y un límite de resistencia a la tracción de 375 MPa.

3. El acero a utilizar será el tipo A-36, con un límite de fluencia de 235 MPa y un límite de resistencia a la tracción de 375 MPa.

**REFUERZO**

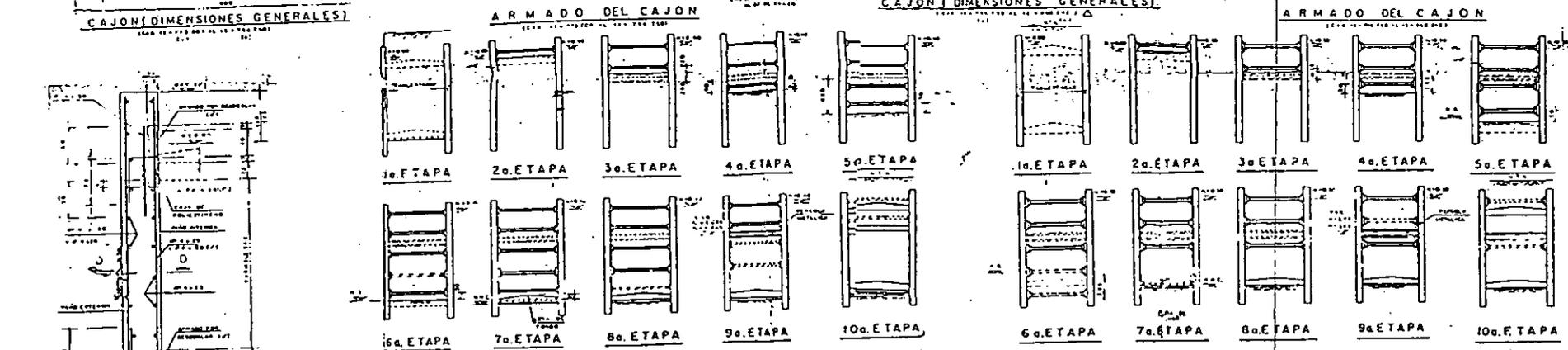
1. El refuerzo a utilizar será el tipo A-36, con un límite de fluencia de 235 MPa y un límite de resistencia a la tracción de 375 MPa.

2. El refuerzo a utilizar será el tipo A-36, con un límite de fluencia de 235 MPa y un límite de resistencia a la tracción de 375 MPa.

3. El refuerzo a utilizar será el tipo A-36, con un límite de fluencia de 235 MPa y un límite de resistencia a la tracción de 375 MPa.

**ESPECIFICACIONES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
ACERO A-36	kg	1000
REFUERZO A-36	kg	500



**NOTAS ADICIONALES**

1. El presente proyecto de estructura y detalles de acero, deberá ser aprobado por el Comité de Ingeniería y Ejecución de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la UNAM, antes de ser ejecutado.

2. El presente proyecto de estructura y detalles de acero, deberá ser aprobado por el Comité de Ingeniería y Ejecución de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la UNAM, antes de ser ejecutado.

3. El presente proyecto de estructura y detalles de acero, deberá ser aprobado por el Comité de Ingeniería y Ejecución de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la UNAM, antes de ser ejecutado.

**DETALLES DEL REFUERZO**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
REFUERZO A-36	kg	1000
REFUERZO A-36	kg	500

**CONEXIONES EN ESTIBOS**

**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO**

1. Se debe preparar el terreno y nivelarlo.

2. Se debe colocar la base de concreto.

3. Se debe colocar el refuerzo de acero.

4. Se debe colocar el concreto.

5. Se debe colocar el refuerzo de acero.

6. Se debe colocar el concreto.

7. Se debe colocar el refuerzo de acero.

8. Se debe colocar el concreto.

9. Se debe colocar el refuerzo de acero.

10. Se debe colocar el concreto.

**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO**

1. Se debe preparar el terreno y nivelarlo.

2. Se debe colocar la base de concreto.

3. Se debe colocar el refuerzo de acero.

4. Se debe colocar el concreto.

5. Se debe colocar el refuerzo de acero.

6. Se debe colocar el concreto.

7. Se debe colocar el refuerzo de acero.

8. Se debe colocar el concreto.

9. Se debe colocar el refuerzo de acero.

10. Se debe colocar el concreto.

**UNAM**  
**aragón**

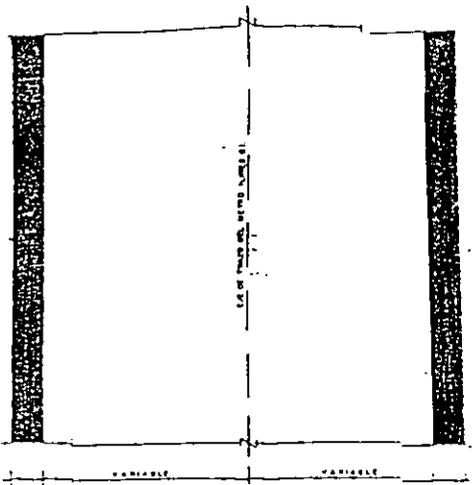
TESIS PROFESIONAL  
**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO LA VIGA - CHASACANO.**

NO. PLANO: 02      APLICACIONES: INDICADAS      ESCALA:      OCT 1998

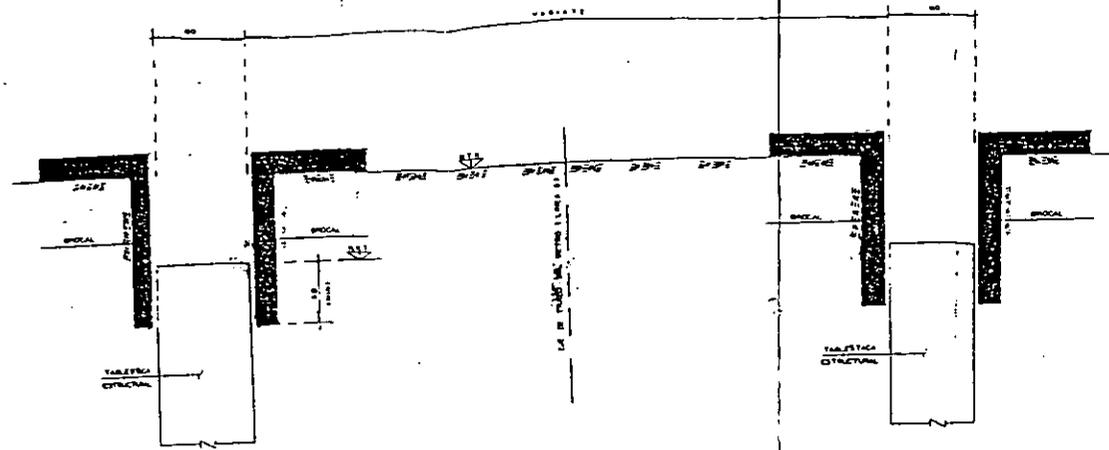
PROYECTO:  
**EXCAVACIÓN POR CELDAS**

ALUMNOS: MARCO ANTONIO ARCE RAMÍREZ  
HERIBERTO MALDONADO SARMIENTO

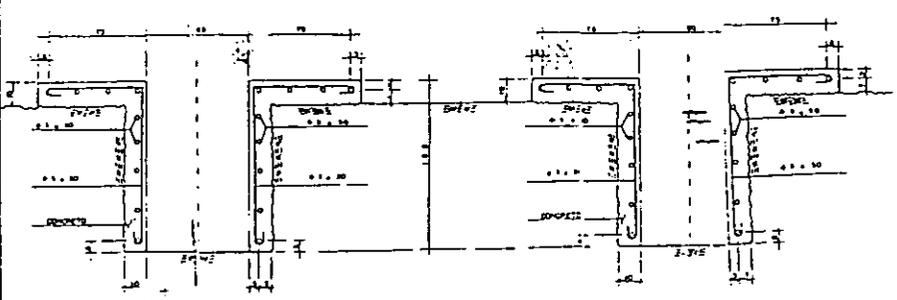
INGENIERIA CIVIL



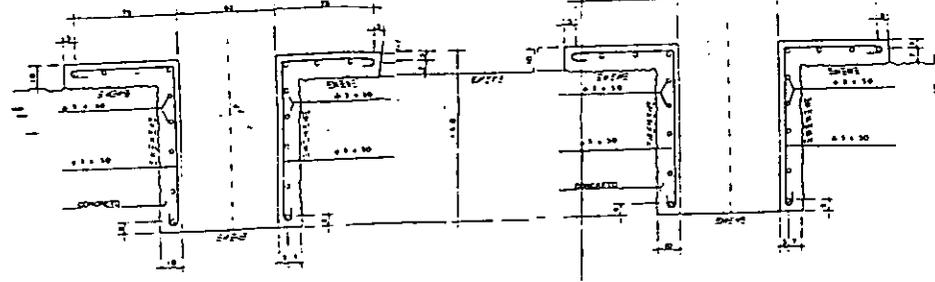
PLANTA



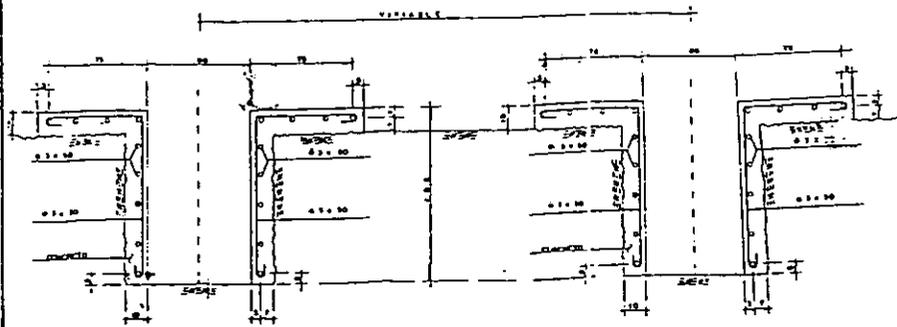
CORTE TRANSVERSAL DIMENSIONAL



SECCION A-A DE 100 cm



SECCION A-A DE 150 cm



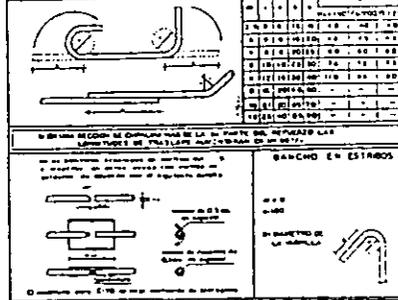
SECCION A-A DE 200 cm

NOTAS GENERALES

1. MATERIAL DE CONSTRUCCION: CEMENTO PORTLAND DE TRABAJO 4000 KG/CM<sup>2</sup>.
2. DIMENSIONES: 100 x 100 x 100 CM.
3. TIPO DE BROCAS: PARA TRABAJO EN TIERRA.
4. MATERIAL DE TRABAJO: HERRAMIENTAS DE TRABAJO.
5. TIPO DE BROCAS: PARA TRABAJO EN TIERRA.
6. MATERIAL DE TRABAJO: HERRAMIENTAS DE TRABAJO.
7. TIPO DE BROCAS: PARA TRABAJO EN TIERRA.
8. MATERIAL DE TRABAJO: HERRAMIENTAS DE TRABAJO.
9. TIPO DE BROCAS: PARA TRABAJO EN TIERRA.
10. MATERIAL DE TRABAJO: HERRAMIENTAS DE TRABAJO.

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
1	CEMENTO PORTLAND	100	KG
2	ACERO	100	KG
3	AGUJAS	100	KG
4	ALAMBRE	100	KG
5	ALAMBRE	100	KG
6	ALAMBRE	100	KG
7	ALAMBRE	100	KG
8	ALAMBRE	100	KG
9	ALAMBRE	100	KG
10	ALAMBRE	100	KG

DETALLES DEL REFUERZO



TESTE PROFESIONAL  
PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL  
TRAMO LA VIGA - CHABACANO.

NO. PLANO: 03  
ADAPTACIONES: INDICADAS  
ESCALA: 1/20  
OCT 1998

PROYECTO:  
BROCAL TIPO PARA GUÍA  
DE MÁQUINA EXCAVADORA

ALUMNOS: MARCO ANTONIO ARCE RAMÍREZ  
HERIBERTO MALDONADO SARMIENTO

INGENIERIA CIVIL

# CONCLUSIONES

## CONCLUSIONES

CUANDO SE HABLA DE LA CONSTRUCCIÓN DE UNA LÍNEA DE METRO, PUEDE SUPONERSE QUE NO EXISTIRÁN DIFICULTADES, YA QUE LA COMISIÓN DE VIALIDAD Y TRANSPORTE URBANO DE LA CIUDAD DE MÉXICO (*COVITUR*), HA ELABORADO LAS ESPECIFICACIONES PARA EL PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA DENOMINADA "SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO METRO (STC)". PERO EN REALIDAD, SU PROCESO CONSTRUCTIVO ES TAN COMPLICADO COMO INTERESANTE POR LA OBRA MISMA. POR QUE DURANTE SU DESARROLLO NOS ENCONTRAMOS CON SITUACIONES QUE NO SE CONTEMPLAN CON ANTERIORIDAD Y POR TANTO DEBEN TOMARSE DECISIONES FUERA DE ESPECIFICACIONES QUE COMPLICAN Y RETRASAN DICHO PROCESO.

PERO ES SOLAMENTE CUANDO SE PROFUNDIZA EN EL ESTUDIO DE SU PROCESO CONSTRUCTIVO, COMO PODEMOS CONOCER LA DIMENSIÓN REAL DE LA PROBLEMÁTICA DE ESTA OBRA, PUES APARTE DE LAS DIFICULTADES PROPIAS DE UNA CONSTRUCCIÓN DE ÉSTE TIPO, SURGEN PROBLEMAS SECUNDARIOS QUE SI BIEN SON MENORES, RESULTAN TAMBIÉN CONSIDERABLES DADO QUE OBLIGAN A PONERLES UNA ATENCIÓN ESPECIAL.

Y ASÍ, PODRÍAMOS MENCIONAR MUCHOS DE LOS PROBLEMAS QUE TUVIERON QUE RESOLVERSE CONFORME IBAN SURGIENDO DURANTE EL AVANCE DE OBRA Y QUE POR LO MISMO, NO EXISTEN ESPECIFICACIONES PARTICULARES PARA DICHS CASOS.

TAL ES EL CASO DE LAS QUEJAS CONSTANTES DE LOS VECINOS A LA OBRA, YA QUE DESDE EL MOMENTO MISMO DE PUBLICAR EL PROYECTO DE UNA LÍNEA DE METRO, LA POBLACIÓN COMIENZA A MANIFESTAR SU DESCONTENTO OBSTRUYENDO LAS MANIOBRAS ARGUMENTANDO LAS INCOMODIDADES QUE SURGEN DURANTE EL DESARROLLO CONSTRUCTIVO, COMO SON EL RUIDO, EL POLVO, LAS VARIACIONES ELÉCTRICAS, EL CIERRE DE CALLES Y AVENIDAS, ETC.; Y POR LO TANTO, SE DEBEN BUSCAR RÁPIDAS SOLUCIONES QUE NO PERJUDIQUEN A LOS HABITANTES DEL LUGAR. ES INDISPENSABLE APLICAR MEDIDAS PREVENTIVAS O EN SU CASO CORRECTIVAS QUE NO DAÑEN LOS INTERESE DE LA POBLACIÓN PARA QUE ÉSTOS PERMITAN LA CONTINUACIÓN DE LA OBRA.

CON ESTO, PODEMOS DARNOS CUENTA DE LO IMPORTANTE E IMPRESCINDIBLE QUE ES CONTAR CON LA APROBACIÓN DE LA POBLACIÓN PARA LLEVAR A CABO UNA OBRA DETERMINADA, SIENDO ÉSTA (APROBACIÓN) UNO DE LOS OBJETIVOS PRIMORDIALES DE CUALQUIER PROYECTO CONSTRUCTIVO.

CABE SEÑALAR QUE ESTE TIPO DE PROBLEMAS DEBE TENER UNA PRONTA SOLUCIÓN ADEMÁS DE SATISFACTORIA, YA QUE DE LO CONTRARIO, PUEDE LLEGARSE AL EXTREMO DE PARAR EL PROYECTO DEFINITIVAMENTE A CAUSA DE LAS PRESIONES DE LA POBLACIÓN EN DESACUERDO.

OTRO ASPECTO IMPORTANTE AL QUE SE LE DEBE PONER GRAN INTERÉS ES EL DE LOS ESTUDIOS PREVIOS AL PROYECTO; ESTOS ESTÁN ENCAMINADOS A LA INVESTIGACIÓN DE LAS NECESIDADES DE TRANSPORTE DE LA ZONA.

PARA TRAZAR LA RUTA DE UNA LÍNEA, ES INDISPENSABLE CONOCER LOS PUNTOS ESTRATÉGICOS DE LOS LUGARES A DONDE ACUDE LA GENTE Y LA FRECUENCIA CON QUE LO HACE, PARA ASÍ DETERMINAR EL MEJOR LUGAR PARA LAS ESTACIONES, PARADEROS DE AUTOBUSES, CORRESPONDENCIAS CON OTRAS LÍNEAS, ETC.; ESTA RUTA DEBERÁ PLANEARSE DE TAL FORMA QUE LOS BENEFICIOS DEL TRANSPORTE, ALCANCE AL MAYOR NÚMERO DE USUARIOS POSIBLE Y ASÍ MAXIMIZAR EL RENDIMIENTO DE LA LÍNEA EN GENERAL.

PERO TAMBIÉN EXISTE OTRO ASPECTO TAN IMPORTANTE COMO LOS ANTERIORES, QUE EN ÉSTOS ÚLTIMOS AÑOS SE HA MANIFESTADO ENORMEMENTE COMO UN PROBLEMA QUE DÍA CON DÍA SE AGRAVA MÁS Y QUE SIN EMBARGO NO SE LE HA PUESTO LA ATENCIÓN QUE MERECE. SE TRATA DEL IMPACTO AMBIENTAL QUE PROVOCAN LAS GRANDES CONSTRUCCIONES EN LA CIUDAD DE MÉXICO.

EL IMPACTO QUE PROVOCA UNA CONSTRUCCIÓN DE ESTA MAGNITUD EN EL MEDIO AMBIENTE, LLEGA A SER EN OCASIONES TAN SEVERO QUE LOS DAÑOS SON IRREVERSIBLES, A GRADO TAL QUE LOS BENEFICIOS QUE PUDIERAN CONSEGUIRSE CONSTRUYENDO UNA LÍNEA DE METRO, PUEDEN LLEGAR A SER IRRELEVANTES EN COMPARACIÓN CON LOS DAÑOS QUE GENERAN PARA LA SOCIEDAD Y SU MEDIO AMBIENTE.

POR TAL RAZÓN ES IMPRESCINDIBLE QUE LAS AUTORIDADES CORRESPONDIENTES PONGAN UNA ESPECIAL ATENCIÓN Y MAYOR ÉNFASIS A LOS ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL Y A LA REALIZACIÓN DE PROGRAMAS DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE; YA QUE EN ESTAS ULTIMAS DÉCADAS, EL PROBLEMA HA ALCANZADO UNA MAGNITUD TAL, QUE YA NO ES POSIBLE MENOSPRECIAR LAS CONSECUENCIAS QUE SE GENERAN A RAÍZ DE LAS GRAVES VIOLACIONES A LA NATURALEZA.

CON RESPECTO A LA CONSTRUCCIÓN, ES MUY IMPORTANTE REALIZAR LAS MANIOBRAS SIGUIENDO LOS LINEAMIENTOS DE LAS ESPECIFICACIONES CORRESPONDIENTES, YA QUE DE LO CONTRARIO, EXISTE EL RIESGO DE NO SATISFACER LAS EXIGENCIAS DE PROYECTO E INCLUSO DE PROVOCAR ACCIDENTES DE TRABAJO CON CONSECUENCIAS GRAVES; AÚN SIGUIENDO LOS LINEAMIENTOS CORRECTAMENTE, LA PROBABILIDAD DE QUE SURJA UNA FALLA EN LA CONSTRUCCIÓN ES CONSIDERABLE.

TAL FUE EL CASO DURANTE LA EXCAVACIÓN DE UNA CELDA DEL TRAMO "LA VIGA - CHABACANO", EN LA CUAL SE LLEVABA A CABO LA ETAPA DE EXCAVACIÓN DEL NÚCLEO Y POR DIFERENTES CIRCUNSTANCIAS SE QUEDÓ SIN CONCLUIR; EL PORCENTAJE MÍNIMO DE EXCAVACIÓN REQUERIDO PARA LA SUSPENSIÓN DE DICHA ETAPA NO SE HABÍA ALCANZADO, Y ESTO PROVOCÓ EL EMPUJE DEL SUELO CON LO CUAL LOS PREDIOS ALEDAÑOS A LA CELDA SUFRIERON UN CONSIDERABLE DESLIZAMIENTO, TRAYENDO COMO CONSECUENCIA DAÑOS A LAS ESTRUCTURAS DE LAS CASAS HABITACIÓN CUYOS COSTOS DE REPARACIÓN FUERON ABSORBIDAS POR LA CONSTRUCTORA RESPONSABLE.

INDISCUTIBLEMENTE LA SUPERVISIÓN JUEGA UN PAPEL MUY IMPORTANTE EN LOS PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS EN GENERAL, YA QUE SIN SU COLABORACIÓN, SERÍA CASI IMPOSIBLE OBTENER UN CONTROL DE CALIDAD SATISFACTORIO A LA ALTURA DE UNA OBRA DE ESTA ÍNDOLE. ESTO QUIERE DECIR QUE LA CAUSA DE QUE SUCEDIERA EL ACCIDENTE ANTES MENCIONADO, FUE EN GRAN MEDIDA A LA INOPERANCIA Y FALTA DE CAPACIDAD DE LA SUPERVISIÓN, YA QUE A ELLOS CORRESPONDE EL EXIGIR QUE SE CUMPLAN LAS ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN Y VIGILAR QUE EL PROCEDIMIENTO

CONSTRUCTIVO SE LLEVE A CABO CORRECTAMENTE; AMÉN DE LA GRAN RESPONSABILIDAD DE LA CONSTRUCTORA EN TURNO.

POR OTRO LADO, EXISTE EL GRAN PROBLEMA DE LOS ACCIDENTES LABORALES, PUES ES IMPORTANTE SEÑALAR QUE EN UNA OBRA CIVIL LOS RIESGOS DE TRABAJO SON EXCESIVOS Y POR TAL MOTIVO SE TRATA POR TODOS LOS MEDIOS DE MINIMIZAR EL NÚMERO DE ACCIDENTES EXIENDOLES A LOS TRABAJADORES EL USO DEBIDO DE SU EQUIPO DE PROTECCIÓN (CASCO, GUANTES, BOTAS, CARETAS, GAFA, ETC. ) Y POR OTRO LADO NO PERMITIENDO DISTRACCIONES DURANTE LAS MANIOBRAS.

LA CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 8 FUE EVALUADA COMO UNA OBRA BLANCA, ES DECIR, HUBO POCOS ACCIDENTES Y UN MÍNIMO DE ELLOS DE TRASCENDENCIA, CONSIDERÁNDOSE ESTO UN LOGRO IMPORTANTE PARA EL RAMO DE LA CONSTRUCCIÓN, DEBIDO A QUE SE CUENTA CON MANO DE OBRA NO CALIFICADA, ES DECIR, QUE TÉCNICAMENTE NO ESTÁ CAPACITADA DE ACUERDO A LAS EXIGENCIAS DE LA OBRA METRO Y POR TAL RAZÓN, LAS PROBABILIDADES DE PERCANCES AUMENTAN.

DE ACUERDO AL PERIODO NECESARIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA LÍNEA DE METRO, SERIA MUY IMPORTANTE Y ÚTIL REALIZAR UN PROGRAMA DE CAPACITACIÓN TÉCNICA PARA LOS TRABAJADORES PARTICIPANTES EN LA OBRA QUE PERMITIERA MAXIMIZAR EL RENDIMIENTO DE ESTOS Y DISMINUIR EL NUMERO DE ACCIDENTES EN EL CAMPO DE TRABAJO, CONSIGUIENDO CON ELLO BENEFICIOS MUY IMPORTANTES EN TODOS LOS ASPECTOS.

ESTOS SON SOLO ALGUNOS EJEMPLOS DE LOS TANTOS PROBLEMAS QUE FORMAN PARTE DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA LÍNEA DE METRO Y QUE NECESARIAMENTE DEBEN RESOLVERSE SATISFACTORIAMENTE PARA SU CONCLUSIÓN.

POR TODO LO ANTERIOR, PODEMOS CONCLUIR QUE EL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO " LA VIGA- CHABACANO " DE LA LÍNEA 8 DEL METRO, SE LLEVO A CABO CON EFICIENCIA, CUMPLIENDO CON EL PROGRAMA DE OBRA ESTABLECIDO, SORTEANDO CORRECTAMENTE LOS PROBLEMAS SURGIDOS DURANTE SU DESARROLLO HASTA SU CONCLUSIÓN; Y LO MÁS IMPORTANTE , QUE LA LÍNEA 8 DEL METRO ESTÁ CUMPLIENDO CON SUS FINALIDADES PRINCIPALES;

LA PRIMERA QUE ES LA DE TRANSPORTAR AL MAYOR NUMERO DE PUBLICO USUARIO CON RAPIDEZ, EFICIENCIA Y COMODIDAD COMO DEBE DE SER UN MEDIO DE TRANSPORTE DIGNO DE UNA CIUDAD COMO LA NUESTRA; SEGUNDO POR QUE DE ACUERDO A LO PLANEADO, ESTÁ ATENUANDO UNO DE LOS MAS GRANDES PROBLEMAS QUE AQUEJAN A LA CIUDAD DE MÉXICO COMO ES EL DE TRANSPORTE PUBLICO; Y TERCERO POR QUE ES UNO DE LOS POCOS MEDIOS DE TRANSPORTE QUE NO PRODUCE CONTAMINACIÓN ALGUNA AL MEDIO AMBIENTE.

FINALMENTE SERIA PRUDENTE RECOMENDAR A LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA QUE REALIZARAN ALGUNAS VISITAS A LA OBRA METRO CON EL FIN DE CONOCER MÁS DETALLADAMENTE SU PROCESO CONSTRUCTIVO, YA QUE SERÍA DE GRAN UTILIDAD PARA SU PREPARACIÓN ACADÉMICA Y SU POSTERIOR FORMACIÓN PROFESIONAL, PUES INDUDABLEMENTE LAS VISITAS A CAMPO DE CUALQUIER OBRA Y MÁS TRATÁNDOSE DE LA OBRA METRO RESULTA SER DE GRAN APOYO A SUS CONOCIMIENTOS ACADÉMICOS, POR QUE UNA OBRA CIVIL DE ÉSTA MAGNITUD ES DE LAS MÁS COMPLETAS EN TODOS LOS ASPECTOS DENTRO DEL ÁMBITO DE LA INGENIERÍA CIVIL.

# BIBLIOGRAFÍA

## **BIBLIOGRAFÍA**

- \* ESPECIFICACIONES PARA EL PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DE LAS LÍNEAS DE METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO.  
(COVITUR)
- \* ENSAYES PARA DEFINIR LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS CONCRETOS ESTRUCTURALES EN EL D. F.  
(COVITUR)
- \* DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE CAMBIO DE TEMPERATURAS EN TROQUELES METÁLICOS DE EXCAVACIONES ADEMADAS.  
(COVITUR)
- \* MÉTODOS, PLANEAMIENTO Y EQUIPOS DE CONSTRUCCIÓN.  
AUTOR: R. L. PEURIFOY  
EDITORIAL: DIANA
- \* MANUAL DE PAVIMENTOS.  
AUTOR: JESÚS MONCAYO V.  
EDITORIAL: CECSA
- \* TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN.  
EDICIONES CEAC
- \* MATERIALES Y ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN.  
EDICIONES CEAC