

# PAGINACION VARIA

27  
leje.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

“ARAGON”

“ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO”

T E S I S

Que para obtener el Titulo de:

INGENIERO CIVIL

P r e s e n t a

**ALEJANDRA LOPEZ ESPINOZA**

**Aseor de Tesis Ing. José Luis Rodríguez Torres**

San Juan de Aragón, Edo. de Méx.

1994

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN





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

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

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ARAGÓN  
DIRECCION

ALEJANDRA LOPEZ ESPINOZA  
P R E S E N T E .

En contestación a su solicitud de fecha 18 de junio del año en curso, relativa a la autorización que se le debe conceder para que el señor profesor, Ing. JOSE LUIS RODRIGUEZ TORRES, pueda dirigirle el -- trabajo de Tesis denominado "ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE --- CHALCO", con fundamento en el punto 6 y siguientes del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido -- aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

ATENTAMENTE . .  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
San Juan de Aragón, Edo.de Méx., Julio 29, 1993.  
EL DIRECTOR



M. en F. CLAUDIO C. MERRIFIELD CASTRO

C.c.p. Lic. Alberto Ibarra Rosas.- Jefe de la Unidad Académica.  
c.c.p. Ing. Manuel Martínez Ortiz.- Jefe del Departamento de Servicios Escolares.  
c.c.p. Ing. José Paulo Mejorada.- Jefe de Carrera de Ingeniería Civil.  
c.c.p. Ing. José Luis Rodríguez Torres.- Asesor de Tesis.



CCMC\*AIR\*eom.

## **DEDICATORIAS**

**A mis padres:**

**FELIPE LOPEZ HERNANDEZ**

**M<sup>ra</sup>. MAGDALENA ESPINOSA RAMOS**

**Gracias al ING. JOSE LUIS RODRIGUEZ TORRES  
por la ayuda prestada en la realización de este  
trabajo y como profesor.**

**Gracias al M. en I. DANIEL VELAZQUEZ VAZQUEZ  
por su ayuda.**

**Gracias a mis PROFESORES de la ENEP ARAGON.**

**A mis hermanos:**

**LAURA**

**ALBERTO**

**M<sup>ra</sup>. GUADALUPE**

**ALFREDO**

**JUANITA**

**M<sup>ra</sup>. DEL PILAR**

**ROCIO**

**GRACIAS.....**

**ESTRATIGRAFIA  
DEL  
VALLE DE CHALCO**

## INDICE

1.- INTRODUCCION.....	2
2.- ANTECEDENTES.....	4
3.- GEOLOGIA REGIONAL.....	9
4.- EXPLORACION Y MUESTREO.....	14
a) Pozos a cielo abierto.....	14
b) Sondeos mixtos.....	14
c) Sondeos exploratorios de penetración estándar.....	18
5.- TRABAJOS DE LABORATORIO.....	38
a) Contenido de humedad.....	38
b) Límite y plástico.....	39
c) Densidad de sólidos.....	53
d) Resistencia a la compresión simple.....	55
e) Compresión triaxial.....	61
f) Consolidación unidimensional.....	70
6.- APLICACIONES.....	77
6.1.- ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO.....	77
a) Instalación de tubería.....	114
b) Pozo indio.....	118
c) Muro milan.....	118
d) Lumbrera flotada.....	122
7.- CONCLUSIONES.....	128
BIBLIOGRAFIA.....	127

## **CAPITULO 1**

### **INTRODUCCION**

El Valle de Chalco al igual que en la Ciudad de México, el crecimiento urbano se ha extendido hacia las zonas que ocupaba, el lago cuyo subsuelo es problemático, ya que están constituidos por suelos blandos y compresibles, motivo por el cual es de suma importancia conocer la estratigrafía y propiedades del subsuelo para que los proyectos, construcción, operación y mantenimiento de las obras ingenieriles resulten funcionales, económicas y seguras.

En el capítulo 2 se describen brevemente los períodos en que se formaron las sierra que convirtieron al Valle de México en un vaso de almacenamiento natural, así como los tipos de suelos que podemos encontrar que son muy semejantes a los que existen en el Valle de Chalco.

En el tercer capítulo se limita la zona en estudio y en base a los últimos eventos tectónicos ocurridos se da una descripción más detallada del tipo de suelo existente.

El capítulo cuatro trata sobre la exploración y el muestreo que son las acciones importantes para poder determinar el perfil de los suelos que queremos estudiar para posteriormente con los resultados de las pruebas de laboratorio y los análisis de mecánica de suelos determinar las alternativas ingenieriles más idóneas.

Para obtener resultados confiables, se debe tener cuidado que la obtención de las pruebas se lleve a cabo con el método de exploración adecuado y con la herramienta de muestreo apropiada para el tipo de suelo y condiciones del mismo en el momento en que se está realizando el trabajo de campo.

Los trabajos de laboratorio efectuados a las muestras obtenidas y sus resultados se describen en el capítulo cinco. Las pruebas que se realizaron a las muestras fueron las de contenido de humedad, límite líquido y plástico, densidad de sólidos, resistencia a la compresión simple, compresión triaxial y consolidación unidimensional.

El objetivo de este trabajo es poder determinar la estratigrafía del suelo del Valle de Chalco, mediante las pruebas realizadas por lo que en el capítulo seis se muestran los perfiles obtenidos en base a los resultados de los trabajos de laboratorio y además se explican brevemente los procedimientos constructivos que está utilizando la COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO (CEAS), para la instalación de la tubería y construcción de los cárcamos de las plantas de bombeo que forman parte del proyecto del drenaje combinado en el Valle de Chalco.



## CAPITULO 2

### ANTECEDENTES

El Valle de México se encuentra delimitado por un conjunto de sierras, que aparecieron a raíz de esfuerzos tectónicos, propiciando un vaso de almacenamiento natural. Se han realizado levantamientos con lo que ha sido posible subdividir este gran número de volcanes y depósitos del mismo origen en tres periodos, el primero es el Mioceno; a fines del cual se inician los esfuerzos que provocaron grietas por las que fluyeron lavas, creandose hacia el norte las Sierras de Pachuca, Tezontlalpan, Tepotzotlán, Guadalupe y Patlachique. Durante el Plioceno se formó la Sierra de las Cruces hacia el Oeste y al Este la Sierra Nevada. En el Pleistoceno se inicia un último ciclo de vulcanismo, las fracturas producidas principalmente en dirección W-E, en la zona de Puebla y al sur de Toluca permitieron el paso a grandes efusiones de basalto que formaron la Sierra de Chichinautzin. Antes de la formación de esta última, el Valle drenaba al Sur, hacia el río Amacuzac por dos cañadas, una que pasaba por el lugar que hoy ocupa la Ciudad de México hasta llegar a Cuernavaca y al Oeste de la Sierra de El Tepozteco; la segunda recorría el pie de la Sierra Nevada, atravezaba Chalco y Amecameca para alcanzar la cuenca del Alto Amacuzac en Cuautla.(fig. 2.1).

Cerrado el espacio entre el Popocatepetl y la Sierra de Zempoala por la formación de la Sierra de Chichinautzin, modificó el drenaje transformando el Valle de México en un vaso de almacenamiento natural, formando los lagos de Zumpango, Xaltocan, Texcoco, Xochimilco y Chalco a los cuales llegaron las aguas de los ríos que bajaban de las Sierras que formaban el parteaguas, depositando materiales muy diversos que regularizaron rápidamente la topografía abrupta que se había generado por erosión. Una vez formados estos valles se inició la formación de los depósitos lacustres, principalmente por la sedimentación de cenizas volcánicas transportadas por aire o por corrientes de agua hacia los lagos de la cuenca.

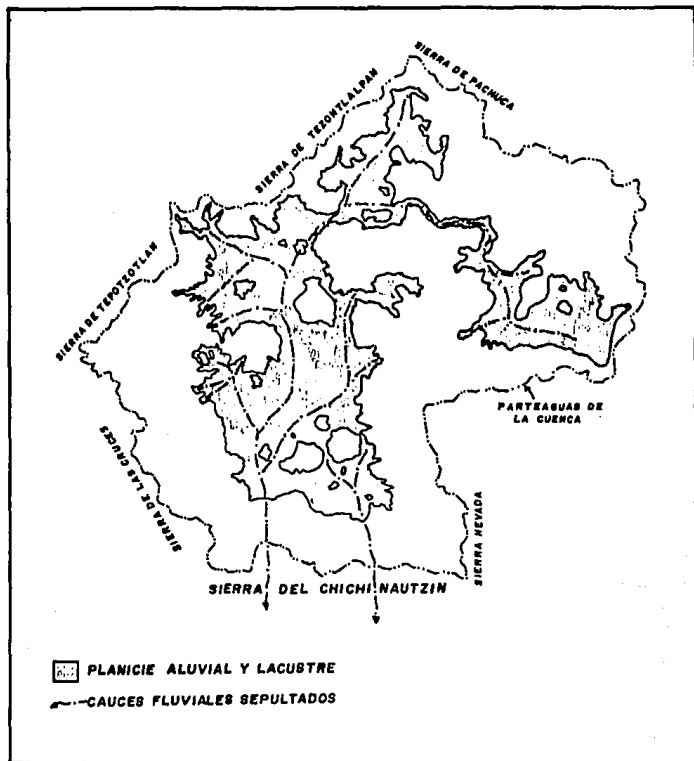


FIG 2.1 POSIBLE RED FLUVIAL PRE-CHICHINAUTZIN

Con la cuenca cerrada el equilibrio hidrológico se mantenía en forma natural, aumentando el área lacustre en años lluviosos y reduciéndose en años secos. Lo que provocaba serios problemas de inundaciones en época de lluvia. Para solucionar el problema se construyeron obras de drenaje que convirtieron al Valle de México en una cuenca abierta mediante el tajo de Nochistongo, el gran canal y los túneles de Tequexquiac (fig. 2.2).

Lo anterior provocó que la función reguladora de los lagos se modificara reduciendo el área inundable y permitiendo el crecimiento urbano a dichas áreas.

En el Valle de México se efectuaron diferentes exploraciones, con lo cual se obtuvo una información bastante precisa de las características estratigráficas y mecánicas que presenta el subsuelo, con estos datos se ha dividido este en tres zonas:

#### a) ZONA LACUSTRE.

Esta zona se caracteriza por estar formada de arcillas blandas de alta compresibilidad en capas de grandes espesores, a consecuencia de los depósitos y la descomposición química, de materiales aluviales y de cenizas volcánicas en el medio lacustre, esto es debido a los períodos de intensa sequía, en los que el nivel del lago bajó, formándose capas endurecidas por deshidratación, además de las etapas de acidez volcánica que cubrieron la cuenca con mantos de arenas basálticas.

Debido a lo anterior se formaron estratos de arcillas blandas separadas por arcillas arenosas, limos duros de forma lenticular, capas secas por deshidratación y arenas basálticas producto de emisiones volcánicas. En la topografía del fondo del lago los espesores de las capas

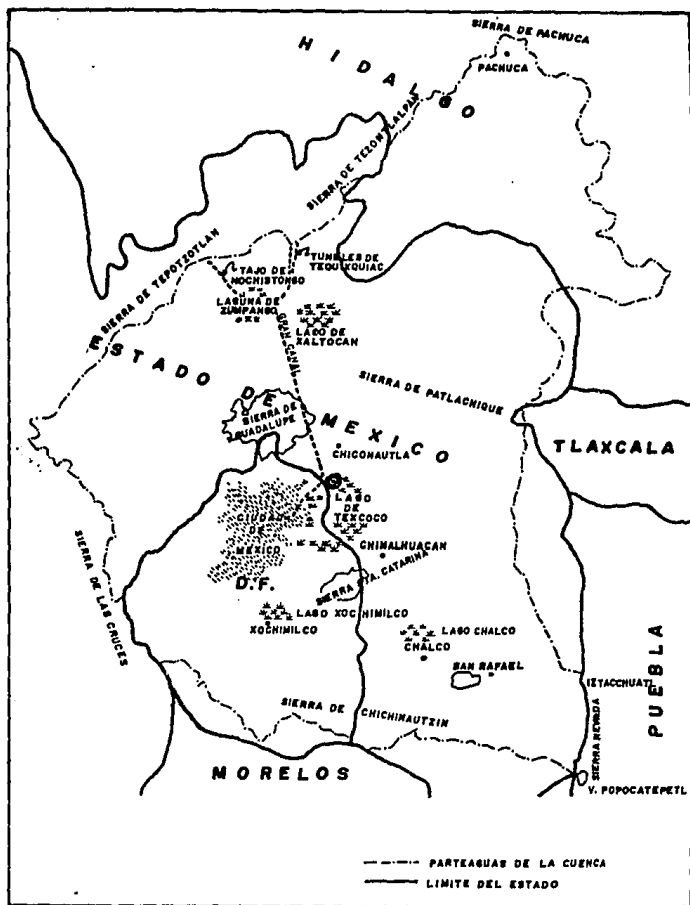


FIGURA 2.2

duras tienen cambios graduales; alcanzan su mayor espesor hacia las orillas del vaso y llegan a desaparecer en el centro del mismo.

#### b) ZONA PETREA.

Está formada por las sierras que limitan a la cuenca del Valle de México hacia el norte y al poniente, además de los derrames del Xitle al suroeste, en estas serranías predominan tobas compactadas de cementación variable, depósitos de origen glacial y aluviales. Comúnmente se encuentran rellenos no compactados, utilizados para nivelar terrenos cerca de las barrancas y cerrar accesos a galerías de minas antiguas.

Estos materiales presentan condiciones irregulares de compactación.

#### c) ZONA DE TRANSICION.

En esta zona se encuentran estratos de arcillas lacustres alternando con suelos gruesos de origen aluvial.

En el suelo de transición más cercano a la zona de lomas, existen irregularidades estratigráficas formadas por depósitos de origen aluvial y capas de arcilla lacustre.

En los suelos próximos a la zona del lago se encuentran arcillas intercaladas con estratos limo-arenosos de origen aluvial.

Con respecto al Valle de Chalco existe una gran similitud con las del Valle de México, ya que presenta las tres zonas con características similares y este estudio va enfocado principalmente a la zona del lago.

## CAPITULO 3

### GEOLOGIA REGIONAL

El área del ex-lago de Chalco se encuentra ubicada al sureste de la cuenca del Valle de México (fig. No. 3.1), hacia el norte lo limita la Sierra de Santa Catarina constituida principalmente por lavas basálticas y tobas, al Oeste el Lago de Xochimilco, hacia el Este la Sierra Nevada y al Sur la Sierra de Chichinautzin. Ésta estructura está constituida por tobas, andesitas y riolitas. Precisamente los eventos tectónicos que propiciaron la formación de esta última Sierra son los que convierten al Valle en una cuenca cerrada.

Los materiales que se depositaron principalmente en esta zona fueron arcillas con diferentes cantidades de sales, cenizas volcánicas y al formarse la Sierra Chichinautzin se producen derrames de lava basáltica.

En esta zona se podrán encontrar con frecuencia arenas, esto es porque estos volcanes activos hasta épocas recientes en sus explosiones arrojaron arenas y cenizas volcánicas. Las arenas se encuentran en mayor proporción en las regiones cercanas a los volcanes y las cenizas fueron transportadas a regiones más lejanas.

El Valle de Chalco se encuentra en la región norte de la zona que ocupaba este lago. Al norte se encuentra limitado por la autopista Federal México-Puebla, al Sur por el camino Chalco-Tlahuac, al Oriente por la Cabecera Municipal y al Poniente por la delegación Tlahuac (fig. 3.2).

En este Valle existen grandes acumulaciones de suelo lacustre pertenecientes al ex-lago de Chalco. El subsuelo está constituido por arcillas de alta compresibilidad y se encuentran

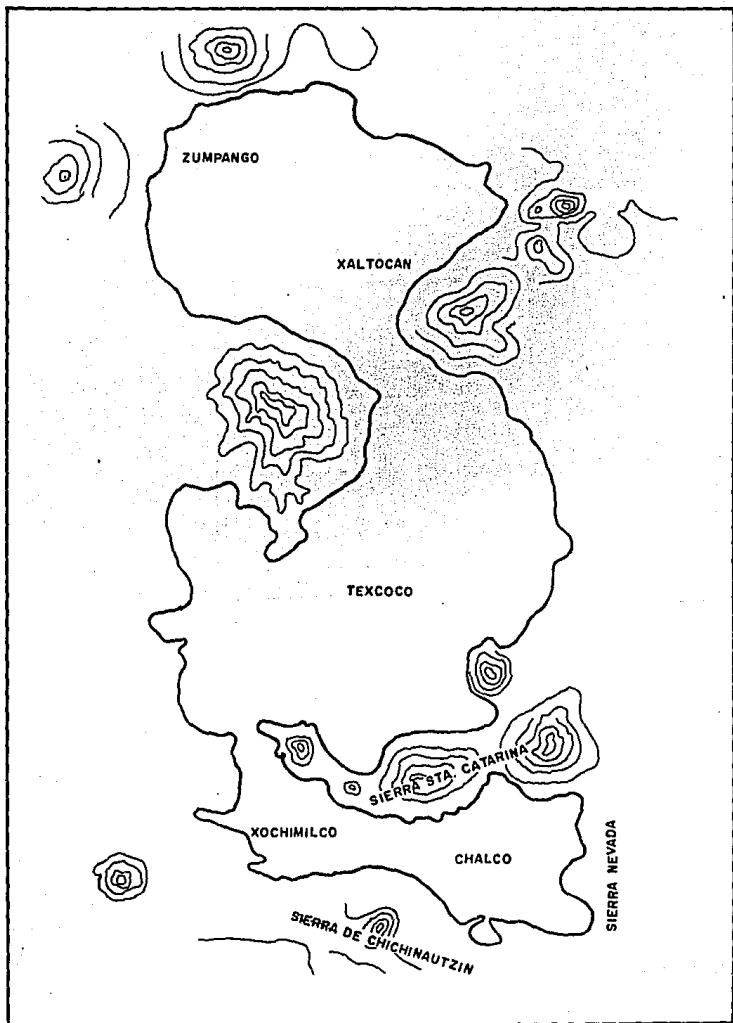
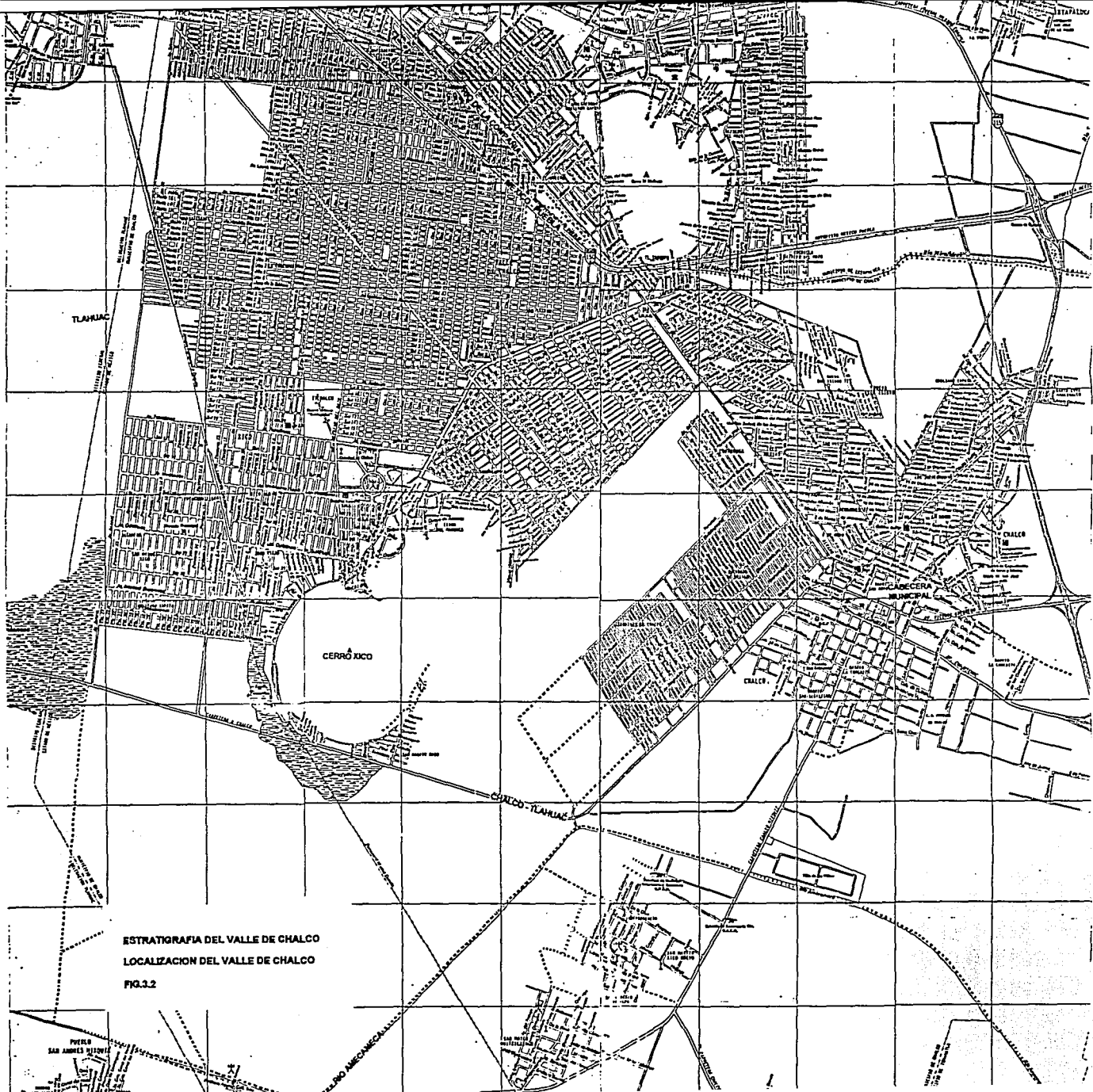


FIGURA 3.1







ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO  
LOCALIZACION DEL VALLE DE CHALCO

FIG.3.2

PUEBLO  
SAN ANDRES 1910

interestratificadas con lente de arena volcánica , vidrio de escaso espesor y materia orgánica.

La topografía de esta región es prácticamente plana presentando una pendiente de norte a sur y de este a oeste y en la parte más baja de esta zona, solo existe un promontorio que es el cerro de xico, que tiene una altura de 100m aproximadamente y 1500 m de diámetro.

Por las características topográficas este valle funcionaba como vaso regulador en épocas de lluvia; teniendo las aportaciones de los ríos de la compañía y amecameca este último nace en la parte sur del Iztlacihuatl.

El suelo del Valle de Chalco se ha formado a través de una serie de procesos como son el Intemperismo, erosión y la acumulación de sedimentos de cenizas volcánicas, que fueron transportadas hacia esta zona por aire o por corrientes de agua como se mencionò anteriormente.

**FALTA PAGINA**

**No.**

**13**

## **CAPITULO 4**

### **EXPLORACION Y MUESTREO**

En base a los proyectos de drenaje que se estan construyendo en el Valle de Chalco, surge la necesidad de obtener informaci3n detallada de la estratigrafia, de las propiedades indice y mecánicas del subsuelo por lo que en esta área se realizaron las siguientes exploraciones:

- a) POZOS A CIELO ABIERTO
- b) SONDEOS MIXTOS
- c) SONDEOS EXPLORATORIOS DE PENETRACION ESTANDAR

a) De los pozos a cielo abierto se efectuaron un total de 7, de los cuales 5 se encuentran a lo largo del canal general, 2 paralelos a la autopista México-Puebla y por último en Av. Chimalpopoca y Av. Lombardo Toledano, ver tabla No. 4.1.

Esta exploración consiste en excavar un pozo con las dimensiones adecuadas para permitir la entrada de un Técnico, para observar y clasificar las diferentes capas del suelo. En este caso los pozos se realizaron a una profundidad de 4 m.

A este método se le puede considerar como el más favorable para conocer las condiciones del subsuelo. Desafortunadamente no se puede llevar a cabo a grandes profundidades por la dificultad de controlar las filtraciones de agua, porque el nivel freático esta a 0.90m de profundidad.

b) De los sondeos mbtos se realizaron en total nueve de los cuales ocho los realizó la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento (CEAS) y uno la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

SONDEO	UBICACION
PCA-1	AV. BAHIA DE TODOS LOS SANTOS Y RIO DE LA COMPAÑIA.
PCA-2	AUTOPISTA MEXICO-PUEBLA Y AVENIDA TOLUCA.
PCA-3	AUTOPISTA MEXICO-PUEBLA Y AV. IGNACIO PAVON.
PCA-4	AV. HERMENEGILDO GALEANA Y AVENIDA ACAPOL.
PCA-5	AV. ACAPOL CERCA DE LA AVENIDA TEZOMOC.
PCA-6	AV. ACAPOL CERCA DE LA AVENIDA CHALCO-TLAHUAC.
PCA-7	AV. CHIMALPAIN Y CALLE PONIENTE 5.

TABLA 4.1

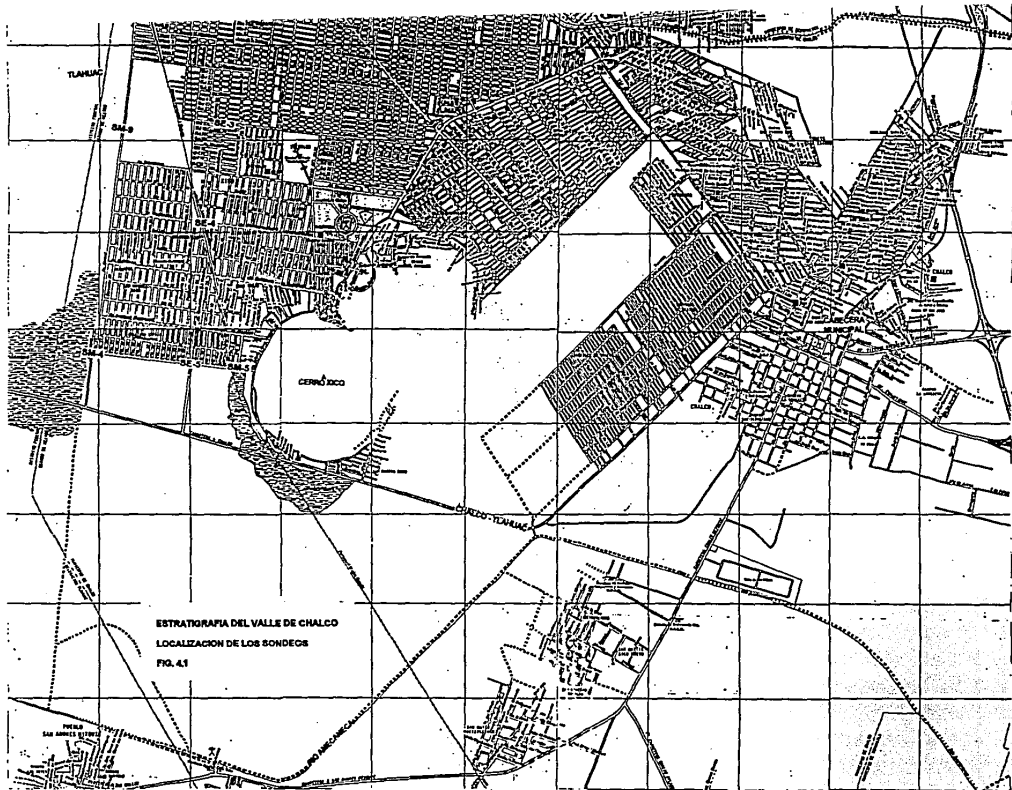
A lo largo del canal general se encuentran las plantas de bombeo que desalojan las aguas negras y pluviales del Valle de Chalco hacia el río de la compañía, motivo por el cual se realizaron los siguientes sondeos: SM-2, SM-3, SM-4, SM-8 Y SM-9; paralelos a la autopista México-Puebla se localizan los sondeos SM-1 y SM-7, a lo largo de la Avenida Chimalpain se localiza el dren 46 en donde se realizaron dos sondeos SM-4 y SM-5 este último se encuentra cerca de la planta de bombeo PB-5 que desaloja las aguas negras y pluviales de la zona de Xico y de la laguna de regulación hacia este dren y finalmente el sondeo de la CFE SM-6 se localiza en la Avenidad Cuauhtémoc esquina con la Avenida Hermenegildo Galeana, estos sondeos se muestran en la fig. No. 4.1, además en la tabla No. 4.2 se muestran las profundidades a las cuales se llevaron a cabo cada uno de ellos.

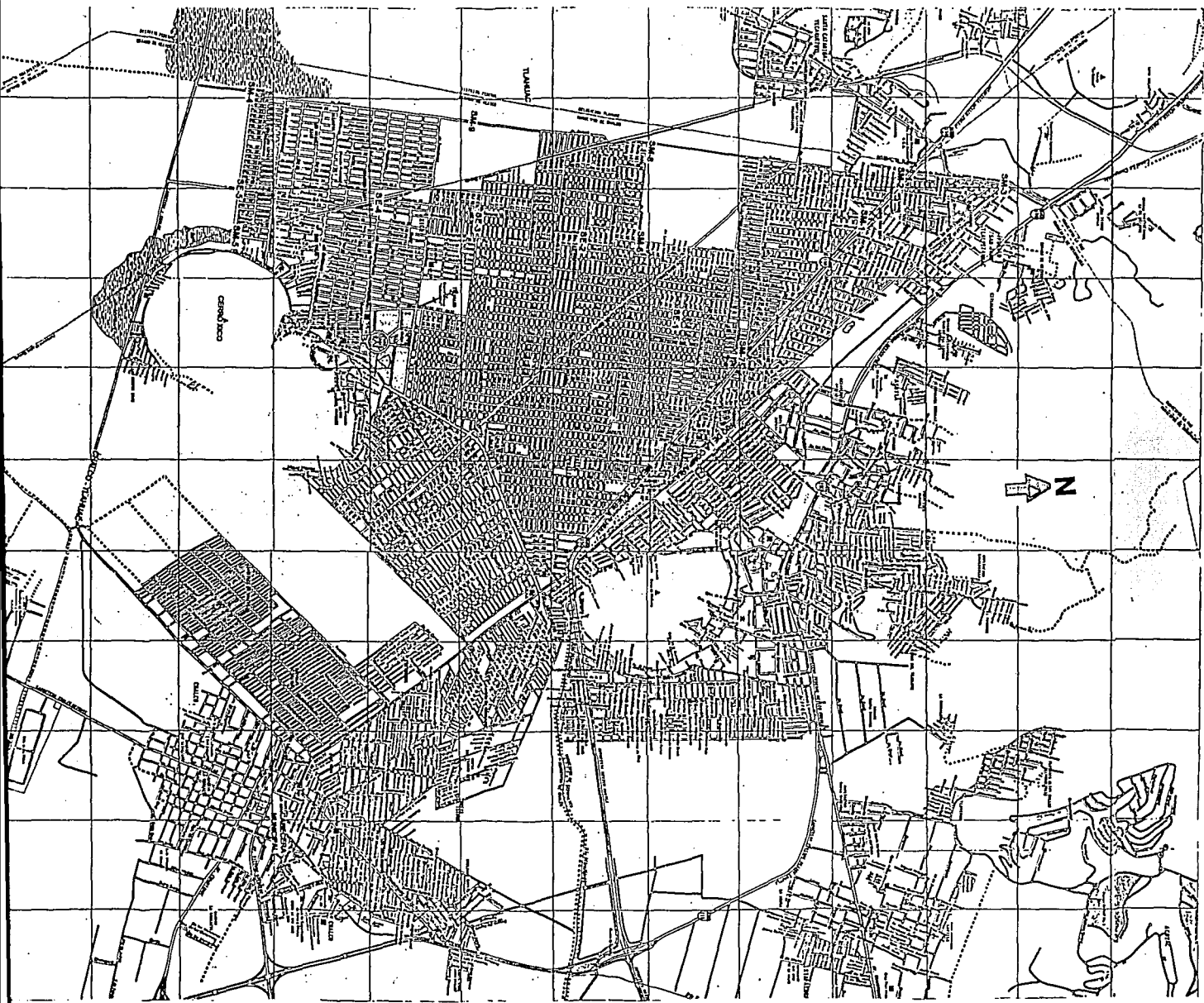
Para la realización de estos sondeos se utilizó el tubo de pared delgada, conocido también como tubo Shelby (fig.No. 4.2) que consta de tubos de acero o latón de pared delgada los diámetros mas usuales son de 7.5 y 10cm, con el extremo inferior afilado y el extremo unido a un cabezal que

tiene una válvula para expulsión de aire o lodo, el cual se hince en el suelo a una presión continua y a velocidad constante para obtener muestras inalteradas. Este método de exploración se utiliza en suelos cohesivos, blandos o semiduros, no importando que se localicen encima o debajo del nivel freático. En suelos de consistencia semidura, al tubo shelby se le forman en la parte inferior ocho dientes de corte de sierra dispuestos simétricamente, de 1cm. de altura y 3cm en la base; el hincado se realiza ejerciendo una presión continua y a velocidad constante. En combinación con el tubo Shelby se utilizó el método de penetración estándar con un porcentaje promedio del 75%.

SONDEO	UBICACION	PROFUNDIDAD	% DE TUBO SHELBY
SM-1	AUTOPISTA MEXICO-PUEBLA Y AV. IGNACIO FAVON	25.5	33
SM-2	AUTOPISTA MEXICO-PUEBLA Y AV. TOLUCA	29.4	25
SM-3	AV. B. DE TODOS LOS STOS. Y RIO DE LA COMPAÑIA	25.2	33
SM-4	AV. ACAPOL Y AV. CHALCO-TLAHUAC	25.4	25
SM-5	AV. CHIMALPAIN Y CALLE PONIENTE 5	25.4	25
SM-6	AV. HERMENEGILDO GALEANA Y AV. CUAUHTEMOC	15.0	25
SM-7	AV. ALFREDO DEL MAZO Y AUTOPISTA MEXICO-PUEBLA	25.5	25
SM-8	AV. HERMENEGILDO GALEANA Y AV. ACAPOL	25.5	25
SM-9	AV. ACAPOL CERCA DE LA AV. TEZOZOMOC	25.8	37

TABLA No. 4.2







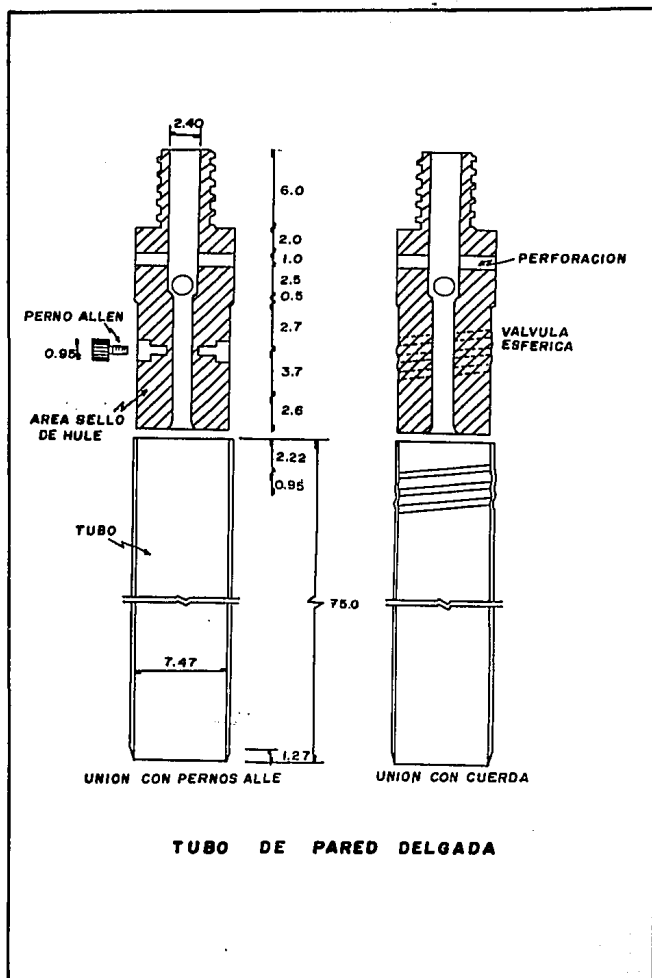


FIGURA No. 4.2

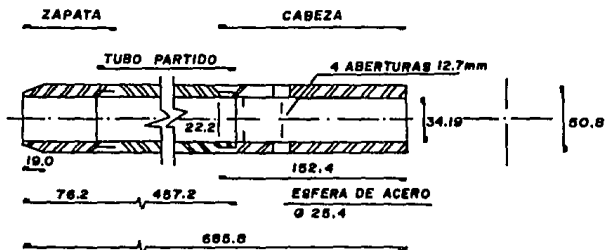
c) Se realizaron 5 sondeos de penetración estándar, de los cuales SE-3, SE-4 Y SE-5 se encuentran a lo largo de la Av. Cuauhtémoc, el sondeo SE-1 se localiza en la Av. Francisco Villa y calle PTE. 3; en la Av. Sebastian Lerdo de Tejada y calle PTE. 11 está el sondeo SE-2 ver figura fig. No. 4.1, en la tabla No. 4.3 se indican las profundidades, estas pruebas se realizaron en avenidas por donde se están construyendo los colectores del drenaje.

Para estos sondeos se utilizó un tubo muestreador llamado penetrómetro estándar (fig. 4.3), que se hincó a percusión, para esto se enrosca al extremo de la tubería de perforación y se hace penetrar a golpes dados por un martinete de 63.5kg que cae desde una altura de 76cm y contando el número de golpes necesarios para lograr una penetración de 30cm centrales, posteriormente se extraen muestras alteradas para identificar los suelos, realizar pruebas índice; además el número de golpes obtenido se correlaciona con la resistencia al corte del suelo.

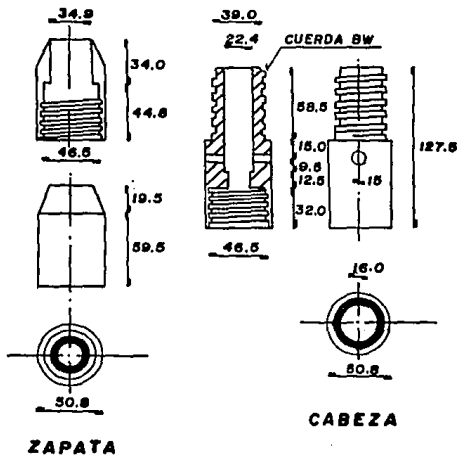
Debido al gran número de muestras obtenidas, en este trabajo se tratarán únicamente los sondeos mixtos y de penetración estándar.

SONDEO	UBICACION	PROFUNDIDAD
SE-1	AV. FRANCISCO VILLA Y PTE. 3	39m
SE-2	AV. SEB. LERDO DE TEJADA Y PTE.11	33.40m
SE-3	AV. ANAHUAC Y AV. CUAUHTEMOC	25.20m
SE-4	AV. CUAUHTEMOC Y SUR 1B	36m
SE-5	DREN 46 Y AV. CUAUHTEMOC.	35m

**TABLA No. 4.3**



ACOTACIONES EN mm.



## PENETROMETRO ESTANDAR

FIGURA No. 4.3

A continuación se presentan las tablas No. 4.4 a la 4.11 de los registros de campo de los sondeos SM-3, SM-4, SM-5, SM-9, SE-2, SE-3, SE-4 y SE-5, indicándose la clasificación visual y al tacto, tipo de muestreo, profundidad, No. de golpes y la recuperación de las muestras a las cuales se les realizó pruebas de laboratorio para su clasificación y determinar sus propiedades.

El sondeo SM-3 se realizó hasta una profundidad de 25.20 m obteniéndose 35 muestras de las que se recuperaron en un 66%, de las cuales 7.85 ml se realizaron con tubo Shelby, además se determinó el nivel de agua freáticas a una profundidad de 1.50 m.

En el sondeo SM-4 se llegó a una profundidad de 25.40 m, de los que 6.1 ml se efectuaron con tubo Shelby, obteniéndose 37 muestras de las que se recuperaron el 100%. El nivel freático se localizó a 1.50 m.

Del sondeo SM-5 se obtuvieron 38 muestras de las que se recuperaron el 100%. Con tubo Shelby se exploraron 5.6 ml de los 25.40 m que llegó este sondeo, el nivel freático se encontró a 2 m de profundidad.

En el sondeo SM-9 se obtuvieron 40 muestras de las cuales se recuperaron en un 100%, de los sitios más representativos se muestreo con tubo Shelby 9.2 ml y el resto con penetración estándar quedando a una profundidad de 25.60 m, el nivel freático se encontró a 0.30m.

De los sondeos realizados con penetración estándar SE-2, SE-3, SE-4 y SE-5 se obtuvieron 45, 42, 43 y 30 muestras de las que se recuperaron en un 66, 58, 64 y 34% respectivamente, llegando hasta una profundidad de 33.40, 25.20, 36.18 y 35 m, el NAF se encontró a, 1.86, 1.25, 1.40 y 0.30m respectivamente.

REGISTRO DE CAMPO

BONDED: SM-3

LOCALIZACION: BAHIA DE TODOS LOS SANTOS Y RIOS DE LA COMPANIA.

SH: TUBO SHELBY

NAF: 1.50 M

TL: PENETRACION ESTANDAR

PROFUNDIDAD		DESCRIPCION	MUESTREO						
DE (M)	A (M)		No.	TIPO	REC. (CM)	REC. %	# GOLPES		
							15/30	15	
0.00	0.60	ARCILLA DE COLOR GRIS CON RELLENO	1	TL	20	33	1	18	9
0.60	1.20	ARCILLA DE COLOR GRIS CON RELLENO	2	TL	26	43	9	40	20
1.20	1.80	ARCILLA DE COLOR OSCURO CON LIMOS	3	TL	9	15	20	12	30
1.80	2.40	ARCILLA DE COLOR OSCURO CON LIMOS	4	TL	36	60	4	8	5
2.40	3.00	ARENA FINA LIMOSA DE COLOR GRIS OSCURO	5	TL	38	63	50/30	47/10	
3.00	3.60	ARENA FINA LIMOSA DE COLOR GRIS OSCURO	6	TL	10	17	50/40	36/20	
3.60	4.20	ARENA FINA LIMOSA DE COLOR GRIS OSCURO	7	TL	30	50	9	25	11
4.20	4.80	ARENA FINA CON LIMOS	8	TL	40	67	2	5	4
4.80	5.80	ARCILLA CON LIMOS	9	SH	30	37	---	---	---
5.80	6.80	ARCILLA DE COLOR CAFE CON LIMOS	10	SH	80	80	---	---	---
6.80	7.47	ARCILLA DE COLOR CAFE CON LIMOS	11	TL	50	83	0	1/37	1
7.47	8.11	ARCILLA DE COLOR CAFE CON LIMOS	12	TL	55	92	1	2	2/25
8.11	8.91	ARCILLA DE COLOR GRIS CON LIMOS	13	TL	50	83	1	2	2/20
8.91	9.91	ARCILLA DE COLOR GRIS CON LIMOS	14	SH	90	90	---	---	---
9.91	10.51	ARCILLA DE COLOR GRIS Y CAFE CON LIMOS	15	TL	40	67	1	2	1
10.51	11.11	ARCILLA DE COLOR GRIS Y CAFE CON LIMOS	16	TL	40	67	1	3	8
11.11	11.71	ARCILLA DE COLOR GRIS Y CAFE CON LIMOS	17	TL	30	50	1	2	2
11.71	12.70	ARCILLA DE COLOR GRIS Y CAFE CON LIMOS	18	SH	87	88	---	---	---
12.70	13.30	ARCILLA DE COLOR GRIS Y CAFE CON LIMOS	19	TL	39	65	1	2	2

TABLA No. 4.4

REGISTRO DE CAMPO

SONDEO: SM-3

LOCALIZACION: BAHIA DE TODOS LOS SANTOS Y RIOS DE LA COMPARTA,

SH: TUBO SHELBY

TL: PENETRACION ESTANDAR

NAF: 1.50 N

PROFUNDIDAD		DESCRIPCION	MUESTREO						
DE (M)	A (M)		No.	TIPO	REC. (CM)	REC. %	# GOLPES		
							15	30	15
13.90	14.50	ARCILLA DE COLOR GRIS CON LIMOS	21	TL	35	58	2	3	3
14.50	15.50	ARCILLA DE COLOR CAFE Y GRIS CON LIMOS	22	SH	90	90	---	---	---
15.50	16.10	ARCILLA DE COLOR GRIS Y CAFE	23	TL	35	58	1/32	4/27	
16.10	16.70	ARCILLA COLOR CAFE	24	TL	40	67	1/20	3	2/10
16.70	17.30	ARENA CON LIMOS	25	TL	35	58	2	25	48
17.30	17.90	ARENA FINA DE COLOR NEGRO CON LENTES DE LIMOS	26	SH	45	75	---	---	---
17.90	18.50	ARENA CON LIMOS COLOR OSCURO	27	TL	46	77	6	6	5
18.50	19.40	ARCILLA COLOR CAFE	28	SH	80	89	---	---	---
19.40	20.00	ARCILLA COLOR CAFE Y GRIS CLARO	29	TL	55	58	1/40	4/20	
20.00	20.90	ARCILLA COLOR CAFE Y GRIS CLARO	30	TL	55	92	1/40	2/50	
20.90	21.85	ARCILLA DE COLOR CAFE Y GRIS CLARO	31	TL	55	92	0/35	3	1/35
21.85	22.80	ARCILLA DE COLOR GRIS	32	SH	80	89	---	---	---
22.80	23.60	ARCILLA DE COLOR GRIS CON CAPAS AMARILLENAS	33	TL	55	92	1/45	1/35	
23.60	24.20	ARCILLA CON POCOS LENTES DE LIMO Y ARENA	34	TL	40	67	1	3	1
24.20	25.20	ARCILLA DE COLOR CAFE Y GRIS	35	SH	90	90	---	---	---

TABLA No. 4.4

## REGISTRO DE CAMPO

SONDEO: SM-4

LOCALIZACION: AV. ACAPUL Y  
AV. CHIMALPAINSH: TUBO SHELBY  
TL: PENETRACION ESTANDAR

NAF: 1.30 M

PROFUNDIDAD		DESCRIPCION	MUESTREO						
DE (M)	A (M)		No.	TIPO	REC. (CM)	REC. X	# 15	GOLPES 30	15
0.00	0.60	ARCILLA CON LIMOS Y RAICES	1	TL	60	100	5	6	6
0.60	1.20	ARCILLA CON LIMOS COLOR CAFE ROJIZO	2	TL	60	100	1	2	1
1.20	1.80	ARCILLA CON LIMOS COLOR CAFE ROJIZO	3	TL	60	100	2	2	1
1.80	2.40	ARCILLA CON LIMOS COLOR CAFE ROJIZO	4	TL	60	100	6	4	2
2.40	3.40	ARCILLA CON LIMOS DE COLOR CAFE ROJIZO	5	SH	100	100	--	--	--
3.40	4.00	LIMOS CON LENTES DE ARENA	6	TL	60	100	2	5	10
4.00	4.60	LIMOS CON LENTES DE ARENA	7	TL	60	100	5	5	8
4.60	5.20	ARCILLA COLOR GRIS VERDOSO	8	TL	60	100	2	3	2
5.20	5.80	ARCILLA COLOR GRIS VERDOSO	9	TL	60	100	2	3	2
5.80	7.00	ARCILLA COLOR GRIS VERDOSO	10	TL	60	100	1	1/20	
7.00	8.00	ARCILLA COLOR GRIS VERDOSO	11	SH	100	100	--	--	--
8.00	8.60	ARCILLA COLOR GRIS VERDOSO	12	TL	60	100	1	60	
8.60	9.20	ARCILLA COLOR GRIS VERDOSO	13	TL	60	100	1	1	2
9.20	9.80	ARCILLA COLOR GRIS VERDOSO	14	TL	60	100	1	1	1
9.80	10.40	ARCILLA COLOR GRIS VERDOSO	15	TL	60	100	1	60	
10.40	11.30	ARCILLA COLOR GRIS VERDOSO	16	SH	90	100	--	--	--
11.30	11.90	ARCILLA COLOR GRIS VERDOSO	17	TL	60	100	1	3	2
11.90	12.50	ARCILLA COLOR GRIS VERDOSO	18	TL	60	100	2	3	3
12.50	13.10	LIMOS ARENOSOS	19	TL	60	100	8	11	7
13.10	13.70	LIMOS ARENOSOS	20	TL	60	100	9	7	3

TABLA NO. 4.5

REGISTRO DE CAMPO

SONDEO: SM-4

LOCALIZACION: AV. ACAPOL CERCA  
DE LA AV. CHALCO-TLANHUAC.

SH: TUBO SHELBY

TL: PENETRACION ESTANDAR

NAF: 1.50 M

PROFUNDIDAD		DESCRIPCION	MUESTREO						
DE (M)	A (M)		No.	TIPO	REC. (CM)	REC. %	# GOLPES 15/30/15		
13.70	14.50	ARCILLA CON LIMOS COLOR CAFE ROJIZO	21	SH	80	100	--	--	--
14.50	15.10	ARCILLA CON LIMOS COLOR CAFE ROJIZO	22	TL	60	100	2	3	2
15.10	15.70	ARCILLA CON LIMOS COLOR CAFE ROJIZO	23	TL	60	100	1	5	4
15.70	17.00	ARCILLA DE COLOR GRIS VERDOSO	24	TL	130	100	1/130		
17.00	17.60	ARCILLA DE COLOR GRIS VERDOSO	25	TL	60	100	1	1	1
17.60	18.20	ARCILLA DE COLOR GRIS VERDOSO	26	TL	60	100	1	1	1
18.20	19.00	ARCILLA CON LIMOS POCO ARENOSOS	27	SH	80	100	--	--	--
19.00	19.60	ARCILLA CON LIMOS POCO ARENOSOS	28	TL	60	100	3	5	3
19.60	20.20	ARCILLA COLOR OSCURO	29	TL	60	100	1/60		
20.20	20.80	ARCILLA DE COLOR GRIS OSCURO	30	TL	60	100	1	2	1
20.80	21.40	ARCILLA DE COLOR GRIS OSCURO	31	TL	60	100	1/60		
21.40	22.20	ARCILLA DE COLOR GRIS VERDOSO	32	SH	80	100	--	--	--
22.20	22.80	ARCILLA DE COLOR GRIS VERDOSO	33	TL	60	100	1/60		
22.80	23.40	ARCILLA DE COLOR GRIS VERDOSO	34	TL	60	100	1/60		
23.40	24.00	ARCILLA DE COLOR CAFE ROJIZO	35	TL	60	100	3	4	2
24.00	24.60	ARCILLA DE COLOR CAFE ROJIZO	36	TL	60	100	4	3	3
24.60	25.40	ARCILLA DE COLOR GRIS VERDOSO	37	SH	80	100	--	--	--

TABLA No. 4.5



## REGISTRO DE CAMPO

SONDEO: SH-5

LOCALIZACION: AV. CHINALPAIN Y  
CALLE PONIENTE 5.

SH: TUBO SHELBY

TL: PENETRACION ESTANDAR

NAF: 0.35 M

PROFUNDIDAD		DESCRIPCION	MUESTREO						
DE (M)	A (M)		No.	TIPO	REC. (CM)	REC. Z	# GOLPES		
							15	30	15
0.00	0.60	ARCILLA CON LIMOS Y RAICES	1	TL	60	100	10	6	3
0.60	1.20	ARCILLA CON LIMOS Y RAICES	2	TL	60	100	2	3	4
1.20	1.80	ARCILLA DE COLOR OSCURO CON LIMOS	3	TL	60	100	1	2	3
1.80	2.40	ARCILLA DE COLOR OSCURO CON LIMOS	4	TL	60	100	3	3	5
2.40	3.00	ARCILLA DE COLOR OSCURO CON LIMOS	5	TL	60	100	7	1	2
3.00	3.80	ARCILLA DE COLOR OSCURO CON LIMOS	6	SH	80	100	---	---	---
3.80	4.40	ARCILLA COLOR OSCURO CON LIMOS	7	TL	60	100	1	1	1
4.40	5.00	LIMOS CON POCA ARENA	8	TL	60	100	7	10	12
5.00	5.60	LIMOS CON POCA ARENA	9	TL	60	100	15	13	5
5.60	6.20	ARCILLA DE COLOR CAFE	10	TL	60	100	2	1	2
6.20	6.80	ARCILLA DE COLOR CAFE	11	TL	60	100	1	1	1
6.80	7.60	ARCILLA COLOR GRIS	12	SH	80	100	---	---	---
7.60	8.80	ARCILLA COLOR GRIS	13	SH	120	100	---	---	---
8.80	9.40	ARCILLA COLOR GRIS	14	SH	60	100	---	---	---
9.40	10.00	ARCILLA DE COLOR GRIS VERDOSO	15	SH	60	100	---	---	---
10.00	11.00	ARCILLA COLOR GRIS VERDOSO	16	SH	100	100	---	---	---
11.00	11.60	ARCILLA COLOR GRIS VERDOSO	17	TL	60	100	2	2	3
11.60	12.20	ARCILLA DE COLOR CAFE	18	TL	60	100	1	1	2
12.20	12.80	ARCILLA DE COLOR CAFE	19	TL	60	100	2	4	3

TABLA No. 4.6

REGISTRO DE CAMPO

SONDEO: SM-5

LOCALIZACION: AV. CHIMALPAIN Y  
CALLE PONIENTE 5.

SH: TUBO SHELBY  
TL: PENETRACION ESTANDAR

NAF: 0.35 M

PROFUNDIDAD		DESCRIPCION	MUESTREO						
DE (M)	A (M)		No.	TIPO	REC. (CM)	REC. %	# GOLPES		
							15	30	15
12.80	13.40	ARCILLA COLOR CAFE	20	TL	60	100	2	3	1
13.40	14.40	LIMOS CON ARENA	21	SH	100	100	---	---	---
14.40	15.00	LIMOS ARENOSOS	22	TL	60	100	10	13	2
15.00	15.60	ARCILLA CON LIMOS	23	SP.	60	100	---	---	---
15.60	16.20	ARCILLA CON LIMOS	24	SH	60	100	---	---	---
16.20	16.80	ARCILLA CON LIMOS	25	TL	60	100	1	2	2
16.80	17.40	ARCILLA CON LIMOS	26	TL	60	100	1	3	1
17.40	18.40	ARCILLA CON LIMOS	27	SH	100	100	---	---	---
18.40	19.00	ARCILLA CON LIMOS POCO ARENOSOS	28	TL	60	100	2	2	1
19.00	19.60	ARCILLA CON LIMOS Y ARENAS	29	TL	60	100	1	3	3
19.60	20.20	ARCILLA CON LIMOS ARENOSOS	30	TL	60	100	3	3	1
20.20	21.00	ARCILLA DE COLOR GRIS VERDOSO	31	SH	80	100	---	---	---
21.00	21.60	ARCILLA DE COLOR GRIS VERDOSO	32	SH	60	100	---	---	---
21.60	22.20	ARCILLA DE COLOR GRIS VERDOSO	33	TL	60	100	1	1	1
22.20	22.80	ARCILLA CON LIMOS	34	TL	60	100	1	3	1
22.80	23.40	ARCILLA CON LIMOS	35	TL	60	100	1	1	1
23.40	24.00	ARCILLA CON LIMOS	36	TL	60	100	1	1	1
24.00	24.80	ARCILLA CON LIMOS	37	SH	60	100	---	---	---
24.80	25.40	ARCILLA CON LIMOS	38	SH	60	100	---	---	---

TABLA No. 4.6

## REGISTRO DE CAMPO

SONDED: SM-9

LOCALIZACION: AV. ACAPULCA CERCA  
DE LA AV. TEXCOTIQUIC.

SH: TUBO SHELBY

TL: PENETRACION ESTANDAR

NAFI: 0.30 M

PROFUNDIDAD		DESCRIPCION	MUESTREO						
DE (M)	A (M)		No.	TIPO	REC. (CM)	REC. Z	# GOLPES 15/30/15		
12.60	13.20	LIMOS CON ARENAS DE COLOR GRIS OSCURO	21	TL	60	100	0	0	6
13.20	14.00	ARENA CON LIMOS DE COLOR GRIS OSCURO	22	SH	80	100	--	--	--
14.00	14.60	ARCILLA CON LIMOS COLOR GRIS OSCURO	23	TL	60	100	2	1	1
14.60	15.20	ARCILLA CON LIMOS DE COLOR GRIS OSCURO	24	TL	60	100	1	1/45	
15.20	15.80	ARCILLA CON LIMOS DE COLOR GRIS OSCURO	25	SH	60	100	--	--	--
15.80	16.40	ARCILLA CON LIMOS DE COLOR GRIS OSCURO	26	SH	60	100	--	--	--
16.40	17.00	ARCILLA CON POCOS LIMOS	27	TL	60	100	1/60		
17.00	17.60	ARCILLA CON LIMOS	28	TL	60	100	1	1/45	
17.60	18.40	ARCILLA CON LIMOS	29	SH	80	100	--	--	--
18.40	19.00	ARCILLA DE COLOR GRIS VERDOSO	30	TL	60	100	1	1	1
19.00	19.60	ARCILLA DE COLOR GRIS VERDOSO	31	TL	60	100	1	2	2
19.60	20.20	ARCILLA DE COLOR GRIS VERDOSO	32	TL	60	100	3	1	1
20.20	21.00	ARCILLA DE COLOR GRIS VERDOSO	33	SH	80	100	--	--	--
21.00	21.60	ARCILLA DE COLOR GRIS VERDOSO	34	TL	60	100	1	3	2
21.60	22.40	ARCILLA CON LIMOS	35	SH	80	100	--	--	--
22.40	23.00	ARCILLA CON LIMOS POCO ARENOSOS	36	TL	60	100	2	2	1
23.00	23.80	ARCILLA CON LIMOS POCO ARENOSOS	37	SH	80	100	--	--	--
23.80	24.40	ARCILLA LIMOS Y ARENAS	38	SH	80	100	--	--	--
24.40	25.00	ARCILLA COLOR GRIS VERDOSO	39	TL	60	100	2	2	2
25.00	25.60	ARCILLA COLOR GRIS VERDOSO	30	TL	60	100	1	3	2

TABLA No. 4.7

REGISTRO DE CAMPO

SONDEO: SH-9

LOCALIZACION: AV. ACAPUL CERCA  
DE LA AV. TEZOZONOC.

SH: TUBO SHELBY

TL: PENETRACION ESTANDAR

NAF: 0,30 N

PROFUNDIDAD		DESCRIPCION	MUESTREO						
DE (M)	A (M)		No.	TIPO	REC. (CM)	REC. X	# GOLPES		
							15	30	15
0.00	0.60	ARCILLA CON LIMOS POCO HUMEDA Y RAICES	1	TL	60	100	7	5	12
0.60	1.20	ARCILLA CON LIMOS Y RAICES	2	TL	60	100	4	4	6
1.20	1.80	ARCILLA CON POCOS LIMOS	3	TL	60	100	1	3	2
1.80	2.40	ARCILLA CON LIMOS	4	TL	60	100	11	5	4
2.40	3.00	LIMOS CON ARENAS DE COLOR GRIS	5	TL	60	100	3	15	3
3.00	3.60	LIMOS CON ARENAS DE COLOR GRIS	6	TL	60	100	2	6	3
3.60	4.60	ARCILLA COLOR GRIS VERDOSA	7	SH	100	100	--	--	--
4.60	5.20	ARCILLA DE COLOR GRIS CLARO	8	TL	60	100	7	5	3
5.20	5.80	ARCILLA COLOR GRIS VERDOSO	9	TL	60	100	3	2	20
5.80	6.40	ARCILLA COLOR GRIS VERDOSO	10	TL	60	100	1	1	1
6.40	7.00	ARCILLA COLOR GRIS	11	TL	60	100	2	1	1
7.00	7.60	ARCILLA COLOR GRIS	12	TL	60	100	1	1	1
7.60	8.20	ARCILLA COLOR GRIS	13	TL	60	100	1	1	45
8.20	9.00	ARCILLA COLOR GRIS	14	SH	80	100	--	--	--
9.00	9.60	ARCILLA COLOR GRIS	15	TL	60	100	1	2	1
9.60	10.20	ARCILLA COLOR GRIS	16	SH	60	100	--	--	--
10.20	10.80	ARCILLA COLOR GRIS	17	SH	60	100	--	--	--
10.80	11.40	ARCILLA COLOR GRIS	18	SH	60	100	--	--	--
11.40	12.00	ARCILLA COLOR GRIS	19	TL	60	100	1/60		
12.00	12.60	ARCILLA COLOR GRIS	20	TL	60	100	1/60		

TABLA No. 4.7

## REGISTRO DE CAMPO

SONDEO: SE-2

LOCALIZACION: AV. SEBASTIÁN LERDO DE TEJADA  
CALLE PONIENTE 11.

PENETRACION ESTANDAR

NAF: 1.86 M

PROFUNDIDAD		DESCRIPCION	MUESTREO					
DE (M)	A (M)		No.	REC. (CM)	REC. I	# GOLPES		
						15	30	15
0.00	0.60	ARCILLA CON LIMOS Y RAICES	1	20	33	2/20	4/20	1/20
0.60	1.20	ARCILLA CON LIMOS Y RAICES	2	24	40	3/20	3/20	2/20
1.20	1.80	ARCILLA CON LIMOS COLOR CAFE ROJIZO	3	30	50	1/20	1/20	1/20
1.80	2.40	ARCILLA CON LIMOS COLOR CAFE ROJIZO	4	40	67	2/20	2/20	3/20
2.40	3.00	ARENA CON LIMOS POCO COMPACTA	5	50	83	3	5	4
3.00	3.60	ARENA CON LIMOS POCO COMPACTA	6	10	13	4	7	5
3.60	4.20	ARENA CON LIMOS POCO COMPACTA	7	34	57	4	7	4
4.20	4.90	ARCILLA COLOR GRIS OSCURO	8	28	47	1/20	2/20	2/20
4.90	5.50	ARCILLA COLOR GRIS OSCURO	9	34	57	1/20	1/20	1/20
5.50	6.10	ARCILLA COLOR GRIS OSCURO	10	35	58	1/20	1/20	1/20
6.10	6.91	ARCILLA COLOR GRIS OSCURO	11	48	59	0/40	1/20	1/25
6.91	7.85	ARCILLA COLOR GRIS OSCURO	12	40	44	0/40	1/20	1/30
7.85	8.55	ARCILLA COLOR GRIS OSCURO	13	50	71	0/30	1/20	1/20
8.55	9.25	ARCILLA COLOR GRIS OSCURO	14	60	86	0/45	2/25	----
9.25	9.95	ARCILLA COLOR GRIS OSCURO	15	40	57	0/30	2/20	4/20
9.95	10.67	ARCILLA COLOR GRIS OSCURO	16	34	47	1/31	1/20	2/21
10.67	11.31	ARCILLA COLOR GRIS VERDOSO	17	35	55	2/26	2/26	1/12
11.31	11.91	ARCILLA COLOR GRIS VERDOSO	18	50	83	1/20	1/20	1/20
11.91	12.51	ARCILLA COLOR GRIS VERDOSO	19	50	83	2/20	1/20	1/20

TABLA NO. 4.8

## REGISTRO DE CAMPO

SONDED:SE-2

LOCALIZACION: AV. SEBASTIAN LERDO DE TEJADA  
Y PONIENTE 11.

PENETRACION ESTANDAR

NAF: 1.86 M

PROFUNDIDAD		DESCRIPCION	MUESTREO					
DE (M)	A (M)		No.	REC. (CM)	REC. %	# GOLPES		
					15	30	15	
12.51	13.16	ARCILLA DE COLOR CAFE Y CAPAS GRISES	20	55	85	2/20	1/20	2/25
13.16	13.81	ARCILLA DE COLOR CAFE Y CAPAS GRISES	21	30	46	1/25	1/20	1/20
13.81	14.56	ARCILLA DE COLOR CAFE Y CAPAS GRISES	22	30	50	1/20	1/20	1/20
14.56	15.16	ARCILLA DE COLOR GRIS Y CAFE	23	35	58	1/20	1/20	2/20
15.16	15.76	LIMOS CON ARENA COLOR GRIS	24	45	70	5	15	4
15.76	16.70	LIMOS CON ARENA COLOR GRIS	25	60	64	6	17	7
16.70	18.30	ARCILLA CON POCOS LIMOS	26	60	38	2/140	3/20	----
18.30	18.95	ARCILLA CON LIMOS	27	50	77	2/20	2/20	2/25
18.95	19.65	ARCILLA CON LIMOS	28	50	83	2/20	2/20	2/20
19.65	20.25	ARCILLA CON LIMOS	29	60	100	1/20	1/20	2/20
20.25	20.85	ARCILLA CON POCOS LIMOS ARENOSOS	30	60	100	2/20	2/20	2/20
20.85	21.45	ARCILLA CON POCOS LIMOS ARENOSOS	31	60	100	0/20	3/20	2/20
21.45	22.05	ARCILLA CON LIMOS	32	55	92	1/20	2/20	3/20
22.05	22.65	ARCILLA CON LIMOS	33	55	92	1/20	4/20	3/20
22.65	23.25	ARCILLA CON LIMOS	34	55	92	12/20	9/20	9/20
23.25	23.85	LIMOS ARCILLOSOS	35	35	58	3	4	3
23.85	24.45	LIMOS ARCILLOSOS	36	38	63	4	6	3
24.45	25.05	ARCILLA DE COLOR GRIS VERDOSA	37	50	83	1/20	1/40	----
25.05	25.75	ARCILLA DE COLOR GRIS VERDOSA	38	55	92	2/25	2/25	1/20

TABLA No. 4.8

## REGISTRO DE CAMPO

SONDED:SE-2

LOCALIZACION: AV. SEBASTIAN LERDO DE TEJADA  
Y PONIENTE 11.

PENETRACION ESTANDAR

NAF: 1.86 N

PROFUNDIDAD		DESCRIPCION	MUESTREO				
DE (M)	A (M)		No.	REC. (CM)	REC. %	# GOLPES	
					15	30	15
25.75	26.35	ARCILLA DE COLOR GRIS VERDOSA	39	40	67	0/40	2/20
26.35	26.95	ARCILLA DE COLOR GRIS VERDOSA	40	40	67	0/40	1/20
26.95	28.03	ARCILLA DE COLOR GRIS VERDOSA	41	35	32	0/88	10/20
28.03	28.68	ARCILLA DE COLOR GRIS Y CAFE CLARO	42	50	77	0/45	4/20
28.68	29.28	ARCILLA DE COLOR GRIS Y CAFE CLARO	43	60	100	0/20	1/20
29.28	30.40	ARCILLA DE COLOR GRIS CLARO Y OSCURO	44	60	54	0/77	1/35
30.40	31.60	ARCILLA DE COLOR GRIS CLARO Y OSCURO	45	0	0	0/100	1/40
31.60	33.40	ARCILLA DE COLOR GRIS OSCURO, CAFE Y POCO AMARILLA	46	60	100	15/20	1/140

TABLA No. 4.8

## REGISTRO DE CAMPO

SONDEO: SE-3

LOCALIZACION: AV. ANAHUAC Y  
AV. CUAUHTEMOC.

PENETRACION ESTANDAR

NAF: 1.25 K

PROFUNDIDAD		DESCRIPCION	MUESTREO					
DE (M)	A (M)		No.	REC. (CM)	REC. Z	# GOLPES		
						15	30	15
0.00	0.60	ARCILLA DE COLOR GRIS CON RAICES	1	28	47	1/20	4/20	3/20
0.60	1.20	ARCILLA DE COLOR CAFE ROJIZO CON LIMOS	2	24	40	1/20	1/20	1/20
1.20	1.80	ARCILLA DE COLOR CAFE ROJIZO CON LIMOS	3	25	15	1/20	1/20	1/20
1.80	2.40	ARCILLA COLOR CAFE OBSCURO CON LIMOS	4	26	43	1/20	1/20	1/20
2.40	3.00	ARCILLA DE COLOR CAFE OBSCURO CON LIMOS	5	60	100	0/20	1/20	1/20
3.00	3.60	ARCILLA DE COLOR CAFE OBSCURO CON LIMOS	6	60	100	0/20	0/20	0/20
3.60	4.20	ARCILLA CON LENTES DE LIMOS	7	30	50	1/20	1/20	1/20
4.20	4.80	ARENA CON LIMOS	8	30	50	2/20	5/20	2/20
4.80	5.40	ARCILLA DE COLOR OBSCURO MUY BLANDA	9	22	37	1/40		1/20
5.40	6.00	ARCILLA DE COLOR OBSCURO MUY BLANDA	10	24	40	0/20	1/20	2/20
6.00	6.60	ARCILLA DE COLOR GRIS OBSCURO	11	35	58	2/20	3/20	3/20
6.60	7.20	ARCILLA DE COLOR GRIS OBSCURO	12	45	75	1/20	3/20	2/20
7.20	7.80	ARCILLA DE COLOR CAFE OBSCURO	13	50	83	3/20	3/20	2/20
7.80	8.40	ARCILLA DE COLOR GRIS OBSCURO	14	44	73	0/20	2/20	2/20
8.40	9.00	ARCILLA DE COLOR CAFE OBSCURO	15	50	83	2/20	1/20	2/20
9.00	9.60	ARCILLA DE COLOR CAFE OBSCURO	16	50	83	1/40		2/20
9.60	10.67	ARCILLA DE COLOR CAFE OBSCURO	17	44	39	0/57		1/50
10.67	11.43	ARCILLA DE COLOR GRIS Y CAFE	18	52	68	0/56		1/20
11.43	12.13	ARCILLA DE COLOR GRIS Y CAFE	19	52	74	0/30	1/20	1/20

TABLA No. 4.9



REGISTRO DE CAMPO

SONDEO: SE-3

LOCALIZACION: AV. ANAHUAC Y  
AV. CUAUHTEMOC.

PENETRACION ESTANDAR

NAF: 1.25 M

PROFUNDIDAD		DESCRIPCION	MUESTRO					
DE (M)	A (M)		No.	REC. (CM)	REC. %	# GOLPES		
					15	30	15	
12.13	12.73	ARCILLA DE COLOR GRIS Y CAFE	20	52	87	1/20	1/20	8/20
12.73	13.33	ARENA FINA DE COLOR NEGRO CON LIMOS	21	36	60	1/20	8/20	8/20
13.33	14.20	ARCILLA DE COLOR GRIS CLARO CON LIMOS	22	24	27	0/27	2/30	3/30
14.20	14.80	ARCILLA COLOR CAFE CLARO CON LIMOS	23	20	33	2/20	1/20	1/20
14.80	16.03	ARCILLA CON LIMOS	24	60	49	0/46		1/77
16.03	17.13	ARCILLA CON LIMOS	25	60	54	0/90		2/20
17.13	18.28	ARCILLA CON LIMOS	26	60	52	0/95		3/20
18.28	19.08	ARCILLA CON LIMOS	27	60	75	0/60		2/20
19.08	20.28	ARCILLA CON LIMOS	28	60	50	0/60	1/10	1/50
20.28	21.00	ARCILLA CON LIMOS POCO ARENSOS	29	40	55	0/32	8	2/20
21.00	22.55	ARCILLA CON LIMOS POCO ARENSOS	30	0	00	1/20	8	1/75
22.55	23.70	LIMOS POCO ARCILLOSOS	31	75	65		5/20	1/95
23.70	24.30	LIMOS POCO ARCILLOSOS	32	60	100	4/20	3/20	3/20
24.30	25.03	ARCILLA DE COLOR GRIS CLARO	33	60	82		0/53	4/20
25.03	25.63	ARCILLA DE COLOR GRIS CLARO	34	60	100	4/20	2/20	1/20
25.63	26.43	ARCILLA DE COLOR GRIS CLARO	35	28	35	0/40	1/10	1/30
26.43	27.28	ARCILLA DE COLOR GRIS VERDOSO	36	32	38	0/45	2/20	1/20
27.28	28.63	ARCILLA DE COLOR GRIS VERDOSO	37	60	38	0/95	4/20	3/20
28.63	30.11	ARCILLA DE COLOR GRIS VERDOSO	38	82	55	0/108	2/20	6/20

TABLA No. 4.9

## REGISTRO DE CAMPO

SONDEO: SE-4

LOCALIZACION: AV. CUAUHTEMOC  
SUR 18.

PENETRACION ESTANDAR

NAF: 1.40 M

PROFUNDIDAD		DESCRIPCION	MUESTREO					
DE (M)	A (M)		No.	REC. (CM)	REC. Z	# GOLPES		
					15	30	15	
0.00	0.60	ARCILLA CON RAICES Y POCOS LIMOS	1	24	40	1/20	8/20	13/20
0.60	1.20	ARCILLA CON RAICES Y POCOS LIMOS	2	10	17	1/20	1/20	2/20
1.20	1.80	ARCILLA DE COLOR CAFE CON LIMOS	3	21	35	1/20	1/20	1/20
1.80	2.40	ARCILLA DE COLOR CAFE CON LIMOS	4	25	42	1/20	1/20	1/20
2.40	3.00	ARCILLA DE COLOR GRIS OSCURO CON LIMOS	5	45	75	1/20	1/20	2/20
3.00	3.60	ARCILLA DE COLOR GRIS OSCURO CON LIMOS	6	18	30	1/20	1/20	2/20
3.60	4.20	ARCILLA DE COLOR GRIS OSCURO CON LIMOS	7	29	48	3/20	4/20	4/20
4.20	4.80	ARCILLA DE COLOR GRIS OSCURO CON LIMOS	8	39	65	1/20	1/20	2/20
4.80	5.40	ARCILLA DE COLOR GRIS CON LIMOS	9	39	65	1/20	1/20	2/20
5.40	6.00	ARENA CON LIMOS	10	30	50	1/20	5	1/20
6.00	6.90	ARENA CON LIMOS	11	34	57	0/34	5	2/20
6.90	7.50	ARCILLA DE COLOR CAFE OSCURO Y CLARO	12	32	53	1/20	1/20	2/20
7.50	8.10	ARCILLA DE COLOR CAFE Y AMARILLO	13	46	76	2/20	3/20	3/20
8.10	9.05	ARCILLA DE COLOR CAFE Y CAPAS GRISES	14	42	70	0/55	1/20	2/20
9.05	10.25	ARCILLA DE COLOR GRIS Y POCO AMARILLENTO	15	20	33	0/80	1/20	1/20
10.25	11.10	ARCILLA DE COLOR GRIS Y POCO AMARILLENTO	16	18	30	0/45	1/20	1/20
11.10	12.70	ARCILLA DE COLOR GRIS POCO AMARILLENTO	17	37	62	0/120	1/10	1/30
12.70	13.60	ARCILLA DE COLOR CAFE CLARO	18	42	70	0/20	1/50	1/20
13.60	14.95	ARCILLA DE COLOR CAFE CLARO	19	34	57	0/75	1/20	1/40

TABLA No. 4.10

## REGISTRO DE CAMPO

SONDEO: SE-4

LOCALIZACION: AV. CUAUHTEMOC  
SUR 18.

PENETRACION ESTANDAR

NAF: 1.40 M

PROFUNDIDAD		DESCRIPCION	MUESTREO					
DE (M)	A (M)		No.	REC. (CM)	REC. %	# GOLPES		
					15	30	15	
14.95	16.20	LIMOS CON POCa ARENA	20	49	82	0/25	6	3/80
16.20	17.65	LIMOS CON POCa ARENA	21	40	67	0/100	5	1/45
17.85	18.45	ARCILLA DE COLOR CAFE CLARO CON LIMOS	22	31	52	2/20	2/20	3/20
18.45	19.65	ARENA FINA CON LIMOS DE COLOR NEGRO	23	40	67	2/20	2/20	1/80
19.65	20.25	ARCILLA CON LIMOS POCO ARENOSOS	24	44	73	7/20	4/20	2/20
20.25	21.30	ARCILLA DE COLOR CAFE	25	38	63	0/65	3/20	3/20
21.30	22.50	ARCILLA DE COLOR CAFE POCO AMARILLENTO	26	58	97	0/80	1/20	1/20
22.50	23.70	ARCILLA DE COLOR CAFE POCO AMARILLENTO	27	56	93	0/80	2/20	1/20
23.70	24.85	ARCILLA DE COLOR GRIS VERDOSO CON CAPAS CAFES	28	27	45	0/65	1/20	1/30
24.85	26.55	ARCILLA DE COLOR CAFE CLARO Y OSCURO	29	60	100	0/130	2/20	1/20
26.55	27.35	LIMOS POCO ARCILLOSOS	30	60	75	0/40	5/15	1/25
27.35	28.68	LIMOS POCO ARCILLOSOS	31	31	53	0/60	2/20	1/53
28.68	30.28	ARCILLA DE COLOR GRIS CON CAFE	32	60	38	0/100	5/20	1/40
30.28	31.65	ARCILLA DE COLOR GRIS CON CAFE	33	60	44	0/97	1/20	1/20
31.65	33.00	ARCILLA DE COLOR GRIS CON CAFE	34	46	77	0/60	3/20	1/55
33.00	34.58	ARCILLA DE COLOR GRIS CON CAFE	35	54	90	0/100	3/20	1/38
34.58	36.18	ARCILLA DE COLOR GRIS CON CAFE	36	43	37	0/100	3/20	1/40

TABLA No. 4.10

## REGISTRO DE CAMPO

SONDEO SE-5

LOCALIZACION: DREN 46 Y  
AV. CUAUHTEMOC.  
NAFI: 0.30 M

PENETRACION ESTANDAR

PROFUNDIDAD		DESCRIPCION	MUESTREO					
DE (M)	A (M)		No.	REC. (CM)	REC. %	# GOLPES		
				15	30	15		
0.00	0.60	ARCILLA DE COLOR OSCURO CON RAICES	1	14	23	3	8	2
0.60	1.20	ARCILLA DE COLOR OSCURO CON LIMOS	2	16	27	1	2	1
1.20	1.80	ARCILLA DE COLOR OSCURO CON LIMOS	3	16	27	1	2	1
1.80	2.40	ARCILLA DE COLOR OSCURO CON LIMOS	4	34	57	2	2	1
2.40	3.00	ARCILLA DE COLOR NEGRO CON LIMOS	5	36	60	1/20	1/20	1/20
3.00	3.60	ARCILLA DE COLOR NEGRO CON LIMOS	6	0	0	1/20	1/20	1/20
3.60	4.50	ARCILLA DE COLOR CAFE CON LIMOS	7	30	33	0/30	1/20	1/20
4.50	5.30	ARENA DE COLOR GRIS CLARO CON LIMOS	8	10	12	0/20	7	4
5.30	6.75	ARENA FINA CON LIMOS	9	35	24	0/100	6	2
6.75	7.85	ARCILLA DE COLOR CAFE	10	18	16	0/50	2	2/30
7.85	9.10	ARCILLA DE COLOR CAFE	11	24	19	0/65	2	2/30
9.10	10.90	ARCILLA DE COLOR GRIS POCO AMARILLENTO	12	38	21	0/80	1/20	1/80
10.90	11.80	ARCILLA DE COLOR GRIS POCO AMARILLENTO	13	34	38	0/30	2	2/30
11.80	12.70	ARCILLA DE COLOR GRIS POCO AMARILLENTO	14	24	27	0/30	2	2/30
12.70	14.04	ARCILLA DE COLOR CAFE	15	50	37	0/72	2	2/30
14.04	15.40	ARENA CON LIMOS	16	55	40	0/76	14	7/30
15.40	16.53	ARCILLA DE COLOR GRIS VERDOSO CON LIMOS	17	15	13	0/53	3	3/30
16.53	17.68	ARCILLA DE COLOR CAFE CON LIMOS	18	21	18	0/55	2	2/30
17.68	18.83	ARCILLA DE COLOR CAFE CON LIMOS	19	27	23	0/55	2	2/30

TABLA No. 4. 11



## CAPITULO 5

### TRABAJOS DE LABORATORIO

A todas las muestras extraídas se les clasificó manual y visualmente de acuerdo a los procedimientos establecidos por el sistema unificado de clasificación de los suelos (SUCS).

Además a las muestras representativas se les realizó las siguientes determinaciones:

- a) CONTENIDO DE HUMEDAD
- b) LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO
- c) DENSIDAD DE SOLIDOS
- d) RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE
- e) COMPRESION TRIAXIAL
- f) CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL.

En este trabajo unicamente se presentan completas las pruebas del sondeo SM-6 y de los demas solamente los resultados, así como los perfiles estratigráficos.

a) Contenido de humedad. Esta prueba consiste en determinar la cantidad de agua de la muestra. Se toma una porción de material en estado natural y se pesa en una báscula adecuada, se introduce a un horno con temperatura constante de 110°C durante 24 hrs. Se saca del horno y se deja en el desecador para que adquiera la temperatura ambiental para volverse a pesar. La diferencia entre ambos pesos es la cantidad de agua y la relación que existe entre el peso del agua y la fase sólida de la muestra, en porcentaje se define como contenido de humedad.

$$w\% = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

En la tabla 5.1, se muestran los contenidos de humedad de cada una de las muestras obtenidas a diferentes profundidades del sondeo mbto 6 (SM-6).

b) Se conoce como límite líquido (LL) al contenido de humedad que tiene la muestra en la frontera entre el estado semilíquido y el plástico.

El límite plástico (LP) es el contenido de humedad que tiene la muestra en la frontera entre los estados plásticos y semisólido.

Para obtener el límite líquido se utilizó la copa de Casagrande sobre la cual se coloca el suelo ya mezclado con un poco de agua hasta que adopte una consistencia suave y uniforme, posteriormente se realiza la ranura y se procede a accionar la copa a razón de dos golpes por segundo, contando el número de golpes necesarios para que la ranura se cierre, ver figura 5.1. Se recomienda registrar valores entre los 6 y 35 golpes, los pasos anteriores se realizan 5 veces, para poder obtener el límite líquido se grafican estos valores tomando en el eje de las abscisas el número de golpes a un escala logarítmica y de las ordenadas el contenido de humedad. Se dibuja la recta más próxima a los puntos comprendidos entre los 6 y los 35 golpes. El contenido de humedad correspondiente a los 25 golpes será el límite líquido.

El límite plástico lo fija el contenido de agua con el que se comienza a agrietar el material cuando se hace rodar una porción de la muestra de suelo sobre un vidrio hasta convertirlo en un cilindro de aproximadamente 3mm, lo anterior se repite hasta que el cilindro presente agrietamientos y en este momento se determina el contenido de humedad de la muestra. Esta prueba se realiza de 2 a 4 veces y el límite plástico será un promedio de los contenidos de humedad obtenidos que no varíen en un 2%. El índice de plasticidad (IP) es la diferencia de estos valores:

$$IP = LL - LP$$

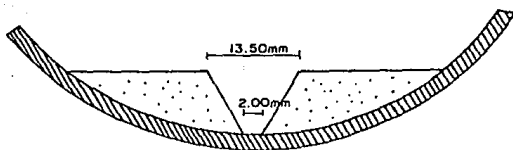
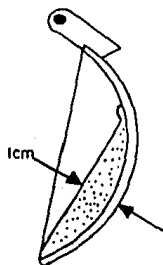
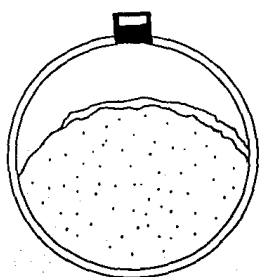
ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO  
 CONTENIDO DE HUMEDAD  
 LOCALIZACION: AV. H. GALEANA Y AV. CUAUHEMOC  
 SONDEO: SM-6

PROFUNDIDAD (M)	Wcap + SUELO H.	Wcap + SUELO S.	W DEL AGUA	Wcap	W DEL SUELO S	HUMEDAD (%)
0-0.50	36.610	22.910	13.70	11.480	11.430	119.86
0.50-0.75	56.220	40.047	16.173	27.630	12.417	130.25
0.75-1.30	55.650	35.313	20.337	25.400	9.913	205.15
1.30-2.00	56.270	36.171	20.099	26.620	9.551	210.44
2.00-2.60	40.950	26.648	14.302	13.710	12.938	110.54
2.60-3.40	50.180	27.474	22.706	21.030	6.444	352.36
3.40-4.30	53.570	32.593	20.977	24.830	7.763	270.22
4.30-5.30	49.300	34.734	14.566	20.180	14.554	100.08
5.30-5.80	37.320	19.677	17.643	11.670	8.007	220.34
5.80-6.30	40.070	20.872	19.198	11.950	8.922	215.17
6.30-8.70	59.460	43.121	16.339	26.810	16.311	100.17
8.70-9.60	61.080	44.688	16.392	29.790	14.898	110.03
9.60-10.50	55.480	40.968	14.512	26.510	14.458	100.37
10.50-11.20	62.810	48.841	13.969	34.890	13.951	100.13
11.20-13.20	41.820	24.214	17.606	11.670	12.544	140.35
13.20-15.00	44.630	22.168	22.462	11.510	10.658	210.75

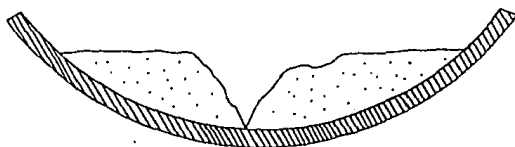
TABLA No. 5.1



# LIMITE LIQUIDO



ANTES DEL ENSAYO



DESPUES DEL ENSAYO

FIGURA No.5.1

De la tabla No. 5.2 a la No. 5.17 se muestran los cálculos de los límites líquido y plástico a diferentes profundidades que van de 0.00 a 14 m.

ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO  
 LOCALIZACION: AV. H. GALEANA Y AV. CUAUTEMOC  
 SONDEO: SM - 1  
 MUESTRA No. : 1 PROF.: 0-0.50M  
 DESCRIPCION: ARCILLA DE COLOR NEGRO CON RAICES

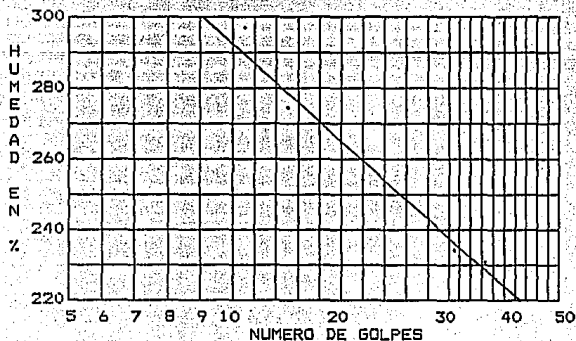
LIMITES DE PLASTICIDAD

LIMITE LIQUIDO

NUMERO DE CAP	No. DE GOLPES	Wcap + SUELO H.	Wcap + SUELO S.	W DEL AGUA	Wcap	W DEL SUELO S	HUMEDAD (%)
93	36	30.736	17.248	13.488	11.480	5.768	233.84
152	31	32.018	18.653	13.365	13.035	5.658	236.21
91	22	31.145	18.539	12.606	13.597	4.952	255.08
33	15	26.475	15.296	11.179	11.238	4.058	275.48
18	11	29.733	16.243	13.490	11.714	4.529	297.86

LIMITE PLASTICO

49	----	12.926	11.315	1.611	8.670	2.645	60.90
149	----	17.309	15.803	1.506	13.347	2.456	61.32



W = 119.86%

LL = 250.86%

LP = 61.11%

IP = 189.24%

CLASIFICACION  
 SUCS: CH

TABLA No. 5.2

ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO  
 LOCALIZACION: AV. H. GALEANA Y AV. CUAUHEMOC  
 SONDEO: SM - 6  
 MUESTRA No.: 2 PROF. 10.50 - 0.75M  
 DESCRIPCION: ARCILLA CON LIMOS COLOR CAFE ROJIZO

LIMITES DE PLASTICIDAD

LIMITE LIQUIDO

NUMERO DE CAP	No. DE GOLPES	Wcap + SUELO H.	Wcap + SUELO S.	W DEL AGUA	Wcap	W DEL SUELO S	HUMEDAD (%)
29	32	47.786	35.135	12.651	27.630	7.505	168.57
10	26	44.830	33.276	11.554	26.580	6.696	172.55
20	19	41.081	28.479	12.602	21.850	6.629	190.10
11	14	49.431	37.830	11.601	32.200	5.630	206.06
19	10	49.510	36.249	13.261	30.300	5.949	222.91

LIMITE PLASTICO

39	----	26.921	25.208	1.713	22.400	2.808	61.00
35	----	33.400	31.922	1.484	29.450	2.472	60.03

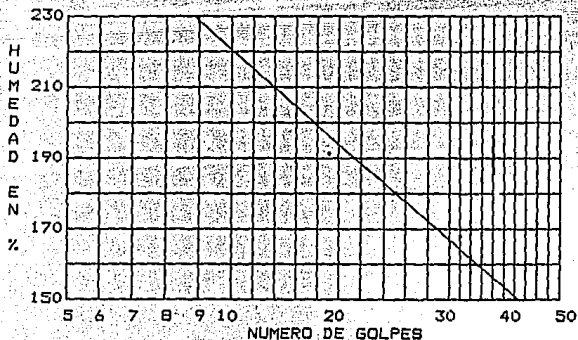


TABLA No. 5.3

ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO  
 LOCALIZACION: AV. H. GALEANA Y AV. CUAUHEMOC  
 SONDEO: SM - 6  
 MUESTRA No.: 4 PROF.: 1.30-2.00 M  
 DESCRIPCION: ARCILLA INTERCALADA CON LENTES DE LIMOS

LIMITES DE PLASTICIDAD

LIMITE LIQUIDO

NUMERO DE CAP	No. DE GOLPES	Wcap + SUELO H.	Wcap + SUELO S.	W DEL AGUA	Wcap	W DEL SUELO S	HUMEDAD (%)
1	34	45.149	32.349	12.800	26.620	5.729	223.42
7	29	46.143	32.511	13.632	26.580	5.931	229.84
13	20	51.779	38.739	13.040	33.140	5.599	232.90
3	11	48.114	34.483	13.631	28.900	5.583	244.15
16	7	49.701	35.689	14.012	30.180	5.509	254.35

LIMITE PLASTICO

8	----	25.706	24.220	1.486	21.750	2.470	60.16
9	----	25.804	23.937	1.867	20.830	3.107	60.09

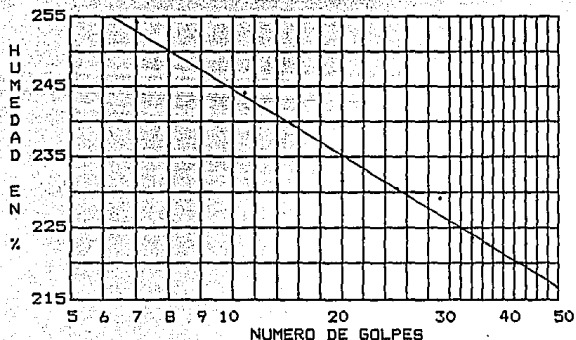


TABLA No. 5.4

ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO  
 LOCALIZACION: AV. H. GALEANA Y AV. CUAUHEMOC  
 SONDEO: SM - 6  
 MUESTRA No.: 5 PROF.: 2.00-2.60 M  
 DESCRIPCION: ARENA INTERCALADA CON LENTES DE LIMOS

LIMITES DE PLASTICIDAD

LIMITE LIQUIDO

NUMERO DE CAP	No. DE GOLPES	Wcap + SUELO H.	Wcap + SUELO S.	W DEL AGUA	Wcap	W DEL SUELO S	HUMEDAD (%)
1	33	34.454	23.868	10.586	14.318	9.550	110.85
21	28	34.079	22.229	11.850	12.510	9.719	121.93
4	19	31.202	19.329	11.873	11.328	8.001	148.39
2	13	32.269	20.844	11.425	13.612	7.232	157.97
8	9	31.672	20.145	11.527	13.716	6.429	179.30

LIMITE PLASTICO

9	----	13.998	12.891	1.107	10.733	2.158	51.29
15	----	16.870	15.563	1.307	12.902	2.661	49.12

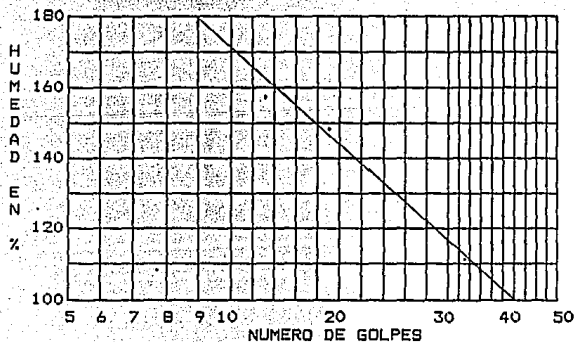


TABLA No. 5.5

ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO  
 LOCALIZACION: AV. H. GALEANA Y AV. CUAUHTEMOC  
 SONDEO: SM - 6  
 MUESTRA No.: 9 PROF.: 5.30-5.80M  
 DESCRIPCION: ARCILLA POCO ARENOSA DE  
 COLOR GRIS

LIMITES DE PLASTICIDAD

LIMITE LIQUIDO

NUMERO DE CAP	No. DE GOLPES	Wcap + SUELO H.	Wcap + SUELO S.	W DEL AGUA	Wcap	W DEL SUELO S	HUMEDAD (%)
2	38	23.775	15.064	8.711	11.665	3.399	256.28
33	31	26.540	15.349	11.191	11.232	4.117	271.82
18	23	29.060	16.252	12.806	11.714	4.540	282.07
9	14	27.672	13.307	14.365	8.604	4.703	305.44
6	10	24.975	14.244	10.731	10.976	3.268	328.37

LIMITE PLASTICO

58	----	12.760	10.810	1.950	8.400	2.410	80.91
7	----	12.820	10.912	1.908	8.500	2.412	79.10

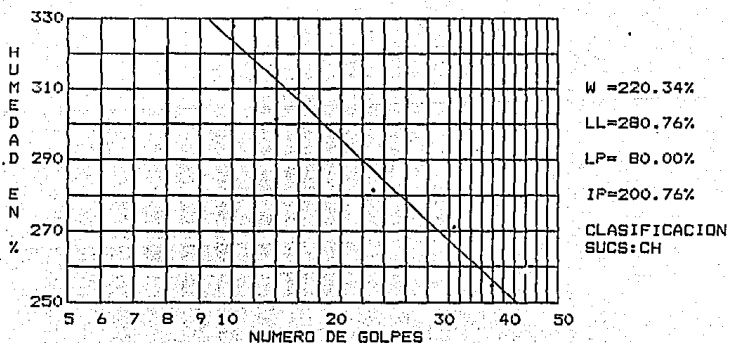


TABLA No. 5.6

ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO  
 LOCALIZACION: AV. H. GALEANA Y AV. CUAUHTEMOC  
 SONDED: SM - 6  
 MUESTRA No.: 10 PROF.: 5.80-6.30 M.  
 DESCRIPCION: ARCILLA POCO ARENOSA DE COLOR  
 GRIS.

LIMITES DE PLASTICIDAD

LIMITE LIQUIDO

NUMERO DE CAP	No. DE GOLPES	Wcap + SUELO H.	Wcap + SUELO S.	W DEL AGUA	Wcap	W DEL SUELO S	HUMEDAD (%)
39	35	31.466	17.661	13.805	11.945	5.716	241.52
101	23	31.287	17.698	13.589	12.322	5.376	252.77
155	17	30.564	16.823	13.741	11.552	5.271	260.69
157	13	31.423	17.791	13.632	12.678	5.113	266.61
142	8	30.523	17.372	13.151	12.536	4.836	271.94

LIMITE PLASTICO

141	----	14.991	13.480	1.511	10.978	2.502	60.39
140	----	15.750	14.259	1.491	11.765	2.494	59.78

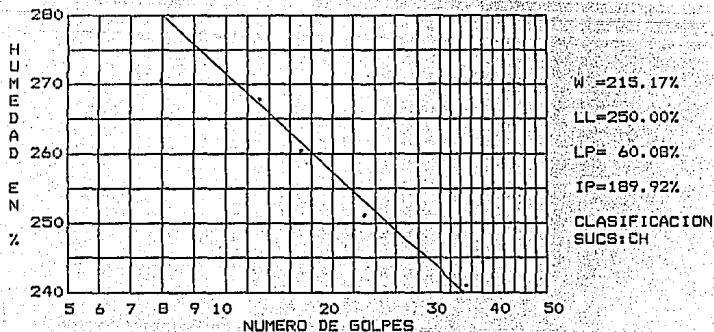


TABLA No. 5.7



ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO  
 LOCALIZACION: AV. H. GALEANA Y AV. CUAUHEMOC  
 SONDEO: SM - 6  
 MUESTRA No.: 11 PROF.: 6.30-8.70M  
 DESCRIPCION: ARENA CON LENTES DE LIMOS

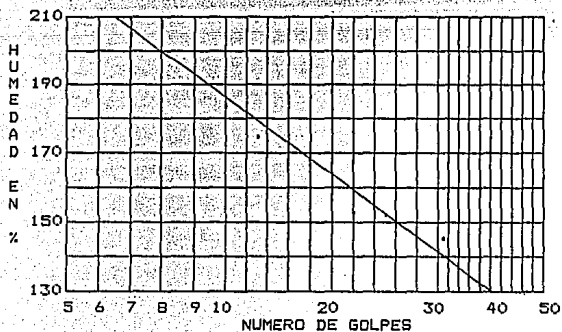
LIMITES DE PLASTICIDAD

LIMITE LIQUIDO

NUMERO DE CAP	No. DE GOLPES	Wcap + SUELO H.	Wcap + SUELO S.	W DEL AGUA	Wcap	W DEL SUELO S	HUMEDAD (%)
435	31	52.720	41.132	11.588	33.200	7.932	146.09
454	22	52.410	41.813	10.597	34.890	6.923	153.07
462	13	48.120	36.341	11.779	29.620	6.721	175.25
541	10	43.860	32.833	11.027	26.810	6.023	183.08
542	7	44.740	33.322	11.418	27.790	5.532	206.40

LIMITE PLASTICO

69	----	11.520	10.364	1.156	8.470	1.894	61.03
35	----	11.792	10.487	1.305	8.282	2.205	59.18



W = 100.17%

LL = 151.86%

LP = 60.105%

IP = 91.755%

CLASIFICACION  
 SUCS: MH

TABLA No. 5.8

ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO  
 LOCALIZACION: AV. H. GALEANA Y AV. CUAUHTEMDC  
 SONDEO: SM - 6  
 MUESTRA No.: 13 PROF.: 9.60-10.50M  
 DESCRIPCION: ARCILLA CON LENTES DE LIMOS

LIMITES DE PLASTICIDAD

LIMITE LIQUIDO

NUMERO DE CAP	No. DE GOLPES	Wcap + SUELO H.	Wcap + SUELO S.	W DEL AGUA	Wcap	W DEL SUELO S	HUMEDAD (%)
326	30	45.406	33.749	11.657	25.860	7.889	147.76
371	23	45.295	33.835	11.460	26.320	7.515	152.50
373	14	45.566	33.866	11.700	26.440	7.426	157.55
379	9	46.355	33.911	12.444	26.510	7.401	168.14
387	7	45.042	32.543	12.499	25.190	7.353	169.99

LIMITE PLASTICO

28	----	12.164	11.144	1.020	8.648	2.496	40.86
4	----	11.780	10.871	0.909	8.591	2.280	39.87

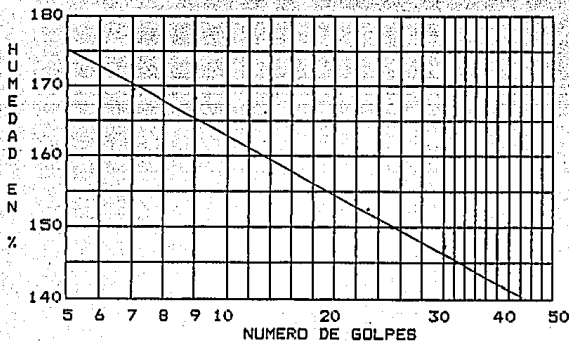


TABLA No. 5.9

ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO  
 LOCALIZACION: AV. H. GALEANA Y AV. CUAUHEMOC  
 SONDED: SM - 6  
 MUESTRA No.: 14 PROF.: 10.50-11.20M  
 DESCRIPCION: LIMOS CON POCAS ARCILLAS

LIMITES DE PLASTICIDAD

LIMITE LIQUIDO

NUMERO DE CAP	No. DE GOLPES	Wcap + SUELO H.	Wcap + SUELO S.	W DEL AGUA	Wcap	W DEL SUELO S	HUMEDAD (%)
91	32	54.140	43.887	10.253	34.890	8.997	113.96
93	22	45.256	34.789	10.467	26.300	8.489	123.30
30	14	44.383	32.803	11.580	24.820	7.983	145.06
33	9	50.486	38.945	11.541	31.530	7.415	155.64
34	6	45.575	33.609	11.966	26.490	7.119	168.08

LIMITE PLASTICO

35	----	12.061	10.644	1.417	8.500	2.144	66.09
47	----	12.352	10.925	1.427	8.700	2.225	64.13

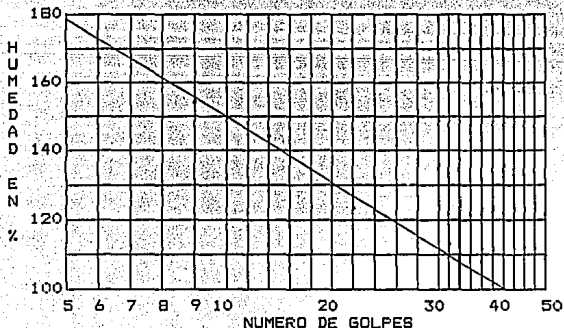


TABLA No. 5.10

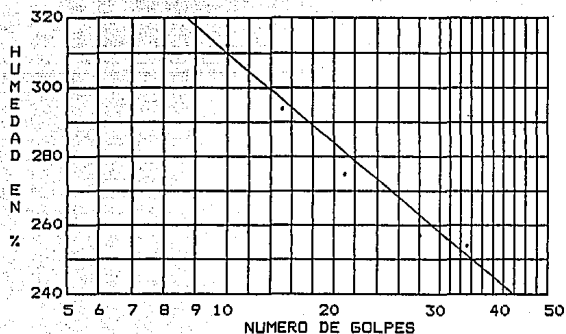
ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO  
 LOCALIZACION: AV. H. GALEANA Y AV. CUAUHEMOC  
 SONDEO: SM - 6  
 MUESTRA No.: 16 PROF.: 13.20-14.80M  
 DESCRIPCION: ARCILLA CON LIMOS DE COLOR  
 CAFE OSCURO  
 LIMITES DE PLASTICIDAD

LIMITE LIQUIDO

NUMERO DE CAP	No. DE GOLPES	Wcap + SUELO H.	Wcap + SUELO S.	W DEL AGUA	Wcap	W DEL SUELO S	HUMEDAD (%)
65	35	31.490	17.244	14.246	11.640	5.604	254.21
70	28	29.660	16.013	13.647	10.710	5.303	257.34
41	21	31.030	16.715	14.315	11.510	5.206	275.02
18	15	30.380	16.216	14.164	11.400	4.816	294.10
72	10	29.330	14.655	14.675	9.970	4.685	313.23

LIMITE PLASTICO

19	----	13.320	11.672	1.648	9.860	1.812	90.95
67	----	14.550	12.693	1.857	10.610	2.083	89.15



W = 210.75%  
 LL = 270.08%  
 LP = 90.05%  
 IP = 180.03%  
 CLASIFICACION  
 SUCS: CH-MH

TABLA No. 5.11

C) Densidad de sólidos se define como la fase sólida de un suelo, la relación entre el peso específico del agua destilada a 4° C. Se obtiene en la práctica como la relación del peso de los sólidos y el volumen de agua que desalojan a la temperatura ambiente y se denotará con el símbolo Ss.

$$Ss = Ws / ( Wmw + Ws - Wmws )$$

Donde:

Ss = Densidad de sólidos

Ws = Peso del suelo seco

Wmw = Peso del matraz lleno de agua

Wmws = Peso del matraz con el suelo, el agua y la muestra

Para esta prueba por la vía húmeda se necesita una muestra de suelo que pese aproximadamente de 25 a 50 gr., se coloca en una cápsula y se mezcla con agua destilada hasta formar una pasta uniforme, después es transferida a un mezclador mecánico y se agrega más agua hasta formar aproximadamente 200 cm<sup>3</sup> de suspensión, esta mezcla se realiza por lo menos durante 15 minutos, esto se realiza con el fin de romper la estructura del suelo ya que en ocasiones existe aire atrapado en poros impermeables.

La suspensión es transferida a un matraz que debe ser calibrado por que el peso que puede contener varía con la temperatura, debido a las variaciones del volumen. Para extraer el aire se coloca el matraz en una bomba de vacíos y a baño María con glicerina al rededor de 10 minuto, se debe esperar que el matraz se enfríe a temperatura ambiente para continuar con la prueba.

Se agrega con cuidado agua destilada y desaireada hasta 2 cm abajo de la marca de aforo, se debe dejar que el agua escurra lentamente por el matraz para evitar la formación de burbujas y se

toma la temperatura en el centro y otros puntos de la suspensión, esta no debe variar de 1° C. Se vierte suficiente agua destilada para que el nivel del menisco inferior coincida con la marca de calibración.

Se pesan el matraz, el suelo y el agua anotándose este resultado ( $W_{mws}$ ), la suspensión se vierte en una cápsula y se pone a secar en un horno para obtener el peso del suelo ( $W_s$ ). De la curva de calibración del matraz se obtiene el peso del mismo ( $W_{mw}$ ), con agua destilada hasta la marca de aforo y a una temperatura ( $t$ ).

En la tabla No. 5.18 se muestran los resultados de la prueba de densidad de sólidos del sondeo SM - 6. Únicamente se realizó esta prueba en algunas profundidades.

PROFUNDIDAD	Ss
0.00 A 0.50	2.015
0.75 A 1.30	2.158
2.60 A 3.40	1.865
5.80 A 6.30	2.260
6.30 A 8.70	2.260
9.60 A 10.50	2.403
11.20 A 13.20	2.392
13.20 A 15.00	2.018

TABLA No. 5.18

D) La prueba de compresión simple consiste en labrar con un cortador una muestra de suelo en forma cilíndrica de 3.8 cm. de diámetro de base y 9 cm. de altura. Este espécimen debe protegerse contra la pérdida de humedad.

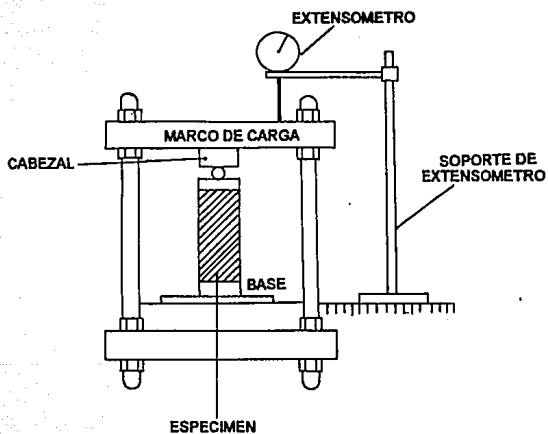
La muestra es colocada en una máquina de compresión simple (fig. 5.2) centrándola en una placa metálica circular con dos brazos verticales en los que se instala el puente donde se colocará el micrómetro que medirá la deformación vertical y un dinamómetro para determinar la carga aplicada.

Posteriormente se aplica carga a una velocidad tal que comprima a la muestra contra la placa a razón de 0.5 a 1.0% de su altura por minuto. La carga se determina automáticamente en el micrómetro del anillo del dinamómetro.

Este espécimen debiera ser observado cuidadosamente cuando se acerque a la falla para observar grietas y planos de falla, se detecta fácilmente cuando el micrómetro del anillo de carga baja su velocidad mientras que aún se está aplicando la carga; se deberán seguir haciendo lecturas para obtener valores para la curva esfuerzo - deformación, de la cual se puede obtener el módulo de elasticidad aproximado del suelo.

Cuando el suelo es una arcilla de consistencia muy blanda y no se rompe durante la prueba sino que únicamente se deforma, entonces se considera como carga de ruptura la que corresponda a una disminución de altura del espécimen de un 20% de su altura inicial.

De las tablas No. 5.19 a la No. 5.22 se muestran algunas de las pruebas que se realizaron del sondeo SM - 6 a diferentes profundidades.



COMPRESION SIMPLE

FIG. No. 5.2





COMPRESION SIMPLE

LOCALIZACION: AV. HERMENEGILDO GALEANA Y AV. CUAUHTEMOC  
 SONDEO: SM - 6  
 PROFUNDIDAD: 2.60 A 3.40  
 DESCRIPCION: ARENA CON LENTES LIMO ARCILLOSOS.

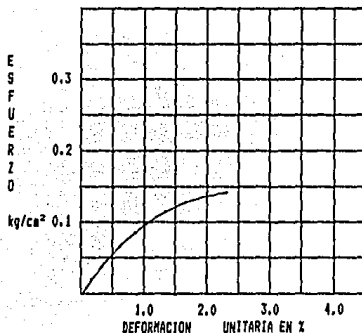
MEDIDAS DE LA MUESTRA

$D_s = 3.20 \text{ cm}$                        $A_s = 8.04 \text{ cm}^2$   
 $D_c = 3.20 \text{ cm}$                        $A_c = 8.04 \text{ cm}^2$   
 $D_i = 3.20 \text{ cm}$                        $A_i = 8.04 \text{ cm}^2$   
  
 $H_m = 8.80 \text{ cm}$                        $W_i = 91.40 \text{ gr}$   
 $A_m = (A_s + 4A_c + A_i) / 6$                        $V_i = 70.75 \text{ cm}^3$   
 $A_m = 8.04 \text{ cm}^2$                        $\rho_m = 1.29 \text{ T/m}^3$

VELOCIDAD DE DEFORMACION = 0.5

CONSTANTE DEL ANILLO DE CARGA = 0.0182

LECTURA ANILLO	CARGA	LECTURA MICROMETRO	DEFORMACION TOTAL	DEFORMACION UNITA.	1-DEFORMACION UNITA.	AREA CORREGIDA	ESFUERZO
	Kg	mm	mm			cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
0.0	0.0	0.51	0.00	-----	1	8.030	-----
22.0	0.705	0.26	0.77	0.0087	0.9913	8.110	0.087
45.0	0.970	0.44	1.21	0.0138	0.9862	8.150	0.119
60.0	1.062	0.22	1.43	0.0163	0.9837	8.170	0.130
65.0	1.183	0.57	2.00	0.0227	0.9773	8.220	0.144



CAPSULA No. 36  
 PESO CAP. + S.H. = 191.08  
 PESO CAP. + S.S. = 130.83  
 PESO AGUA = 60.25  
 PESO CAP. = 99.91  
 PESO S.S. = 30.92  
 W<sub>x</sub> = 194.86

$AREA \ CORR. = A_m / (1 - DEF. \ UNI.)$   
 $ESFUERZO = CARGA / AREA \ CORR.$

TABLA No. 3.20



COMPRESION SIMPLE

LOCALIZACION: AV. HERMENEGILDO GALEANA Y AV. ACAPUL  
 SONDEO: SM - 6  
 PROFUNDIDAD: 11.20 A 13.20  
 DESCRIPCION: ARCILLA COLOR CAFE OSCURO

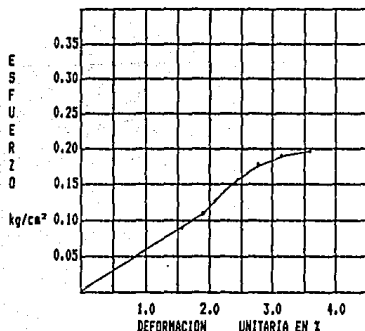
MEDIDAS DE LA MUESTRA

Ds= 3.47 cm                      As= 9.46 cm<sup>2</sup>  
 Dc= 3.50 cm                      Ac= 9.62 cm<sup>2</sup>  
 Di= 3.50 cm                      Ai= 9.62cm<sup>2</sup>  
 Hs= 8.52 cm                      Wl= 91.53 gr  
 Aa=(As+Ac+Ai)/6                Vi= 81.71 cm<sup>3</sup>  
 Aa= 9.59 cm<sup>2</sup>                      ka= 1.12 T/a<sup>3</sup>

VELOCIDAD DE DEFORMACION= 0.5

CONSTANTE DEL ANILLO DE CARGA= 0.0182

LECTURA ANILLO	CARGA	LECTURA MICROMETRO	DEFORMACION TOTAL	DEFORMACION UNITA.	1-DEFORMACION UNITA.	AREA CORREGIDA	ESFUERZO
	Kg	mm	mm			cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
0.0	0.0	1.03	0.00	-----	1	9.590	-----
5.5	0.848	0.35	1.38	0.0162	0.9838	9.750	0.087
9.0	1.174	0.26	1.64	0.0193	0.9807	9.780	0.120
11.0	1.543	0.46	2.10	0.0246	0.9754	9.830	0.157
13.5	1.627	0.24	2.34	0.0275	0.9725	9.860	0.165
15.5	1.851	0.32	2.66	0.0312	0.9688	9.900	0.187
16.5	1.948	0.34	3.00	0.0352	0.9648	9.940	0.196



CAPSULA No. 55  
 PESO CAP. + S.H. = 210.48  
 PESO CAP. + S.S = 137.62  
 PESO AGUA = 72.82  
 PESO CAP. = 119.2  
 PESO S.S. = 18.42  
 Wx = 395.55

AREA CORR. = Aa / (1 - DEF. UNI.)

ESFUERZO = CARGA / AREA CORR.

TABLA No. 5.22

e) La prueba de compresión triaxial se realiza con el fin de determinar las características de esfuerzo - deformación y resistencia de los suelos sujetos a fuerzas cortantes; ésta se puede ejecutar de diferentes maneras, la que a continuación se explica es la prueba de compresión no consolidada no drenada (prueba rápida).

La muestra se cubre con una membrana de plástico para evitar pérdida de humedad y en las caras del espécimen se colocan piedras porosas y es instalado en una cámara cilíndrica y hermética, de lúcita, con bases metálicas (fig. 5.3) ésta es colocada en una máquina de compresión y la carga es transmitida al espécimen por medio de un vástago que se desliza a través de la tapa de la cámara. Se puede aplicar la carga controlando la velocidad de deformación, para esto la magnitud de ésta se mide insertando un anillo de carga calibrado que cuenta con su micrómetro (dinamómetro), entre el vástago y el cabezal de la muestra.

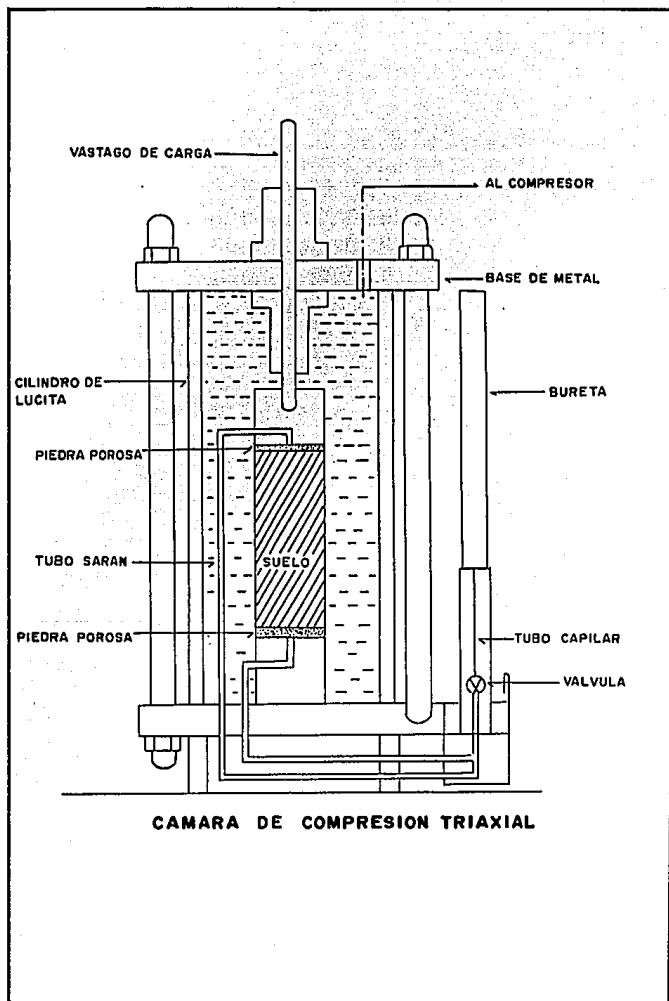
Después de esto se permite el paso del agua a la cámara a través de una válvula, la presión que ejerce ésta es hidrostática por lo que produce esfuerzos principales sobre la muestra, además de que en las bases del espécimen también actúa la carga transmitida por el vástago.

Se toma la lectura inicial de los micrómetros (deformación y carga) cuando quede asentado sobre la cabeza de la muestra y se fija la velocidad a la cual se va a someter el espécimen durante la prueba, la que generalmente es de 1mm/min. Se toman lecturas simultáneas de carga, deformación axial y tiempo con la frecuencia necesaria para definir la curva de deformación unitaria - esfuerzo.

Generalmente cuando la deformación es ya de aproximadamente del 25 % se suspenden las lecturas. Se procede a quitar la presión, desalojar el agua de la cámara y sacar la muestra para poder medir su altura final. Si existe un plano de falla definido, se mide su inclinación con un transportador

y se hace un croquis, además esta muestra se pesa en la misma báscula en que se había pesado antes de la prueba y se introduce en el horno para obtener su contenido de humedad.

En las tablas del No. 5.23 al No. 5.28 se muestran algunas pruebas realizadas a diferentes profundidades.



**FIGURA No. 5.3**

COMPRESION TRIAXIAL

LOCALIZACION: AV. HERMENEGILDO GALEANA Y AV. CUAUHTEMOC  
 SONDEO: SM - 6  
 PROFUNDIDAD: 6.30 A 8.70 m  
 DESCRIPCION: ARENA FINA A MEDIA CON LIMOS COLOR GRIS VERDOSO

MEDIDAS DE LA MUESTRA

$k_{s11} = 0.50 \text{ KG/cm}^2$

Ds = 3.30 cm  
 Dc = 3.10 cm  
 Di = 3.10 cm

As = 8.55 cm<sup>2</sup>  
 Ac = 7.55 cm<sup>2</sup>  
 Ai = 7.55 cm<sup>2</sup>

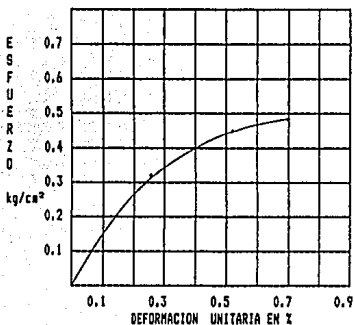
Hm = 8.63 cm  
 $A_m = (A_s + 4A_c + A_i) / 6$   
 Am = 7.71 cm<sup>2</sup>

Wl = 88.47 gr  
 Vj = 66.54 cm<sup>3</sup>  
 $t_m = 1.33 \text{ T/a}^3$

VELOCIDAD DE DEFORMACION = 0.5

CONSTANTE DEL ANILLO DE CARGA = 0.118

LECTURA ANILLO	CARGA	LECTURA MICROMETRO	DEFORMACION TOTAL	DEFORMACION UNITA.	1-DEFORMACION UNITA.	AREA CORREGIDA	ESFUERZO
	Kg	mm	mm			cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
0.0	0.0	0.10	0.00	-----	1	7.710	-----
14.0	2.535	0.12	0.30	0.0026	0.9974	7.730	0.328
26.0	3.464	0.32	0.40	0.0053	0.9937	7.750	0.447
32.0	3.771	0.06	0.60	0.0070	0.9930	7.760	0.486



CAPSULA No. 26  
 PESO CAP. + S.H. = 207.43  
 PESO CAP. + S.S = 140.32  
 PESO AGUA = 67.11  
 PESO CAP. = 119.16  
 PESO S.S. = 21.16  
 WZ = 317.20

AREA CORR. =  $A_m / (1 - \text{DEF. UNI.})$

ESFUERZO = CARGA / AREA CORR.

TABLA No. 5.23



COMPRESION TRIAXIAL

LOCALIZACION: AV. HERMENEGILDO GALEANA Y AV. CUAUHTEMOC

SONDEO: SM - 6

PROFUNDIDAD: 6.30 A 8.70 m

DESCRIPCION: ARENA FINA A MEDIA CON LIMOS DE COLOR GRIS VERDOSO

MEDIDAS DE LA MUESTRA:

$\gamma_{sat} = 0.50 \text{ KG/cm}^2$

$D_s = 3.30 \text{ cm}$

$A_s = 8.55 \text{ cm}^2$

$D_c = 3.10 \text{ cm}$

$A_c = 7.55 \text{ cm}^2$

$D_i = 3.10 \text{ cm}$

$A_i = 7.55 \text{ cm}^2$

$H_e = 8.80 \text{ cm}$

$W_i = 87.74 \text{ gr}$

$A_n = (A_s + 4A_c + A_i) / 6$

$V_i = 67.84 \text{ cm}^3$

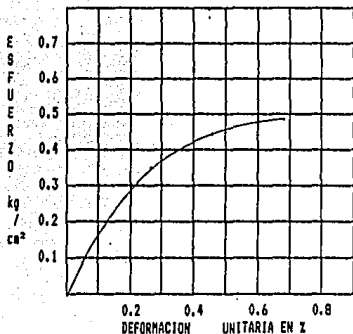
$A_a = 7.71 \text{ cm}^2$

$\gamma_n = 1.29 \text{ T/m}^3$

VELOCIDAD DE DEFORMACION = 0.5

CONSTANTE DEL ANILLO DE CARGA = 0.118

LECTURA ANILLO	CARGA	LECTURA MICROMETRO	DEFORMACION TOTAL	DEFORMACION UNITA.	1-DEFORMACION UNITA.	AREA CORREGIDA	ESFUERZO
	Kg	mm	mm			cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
0.0	0.0	0.10	0.00	-----	1	7.710	-----
14.0	2.635	0.10	0.20	0.0023	0.9977	7.730	0.341
27.0	3.444	0.20	0.40	0.0045	0.9955	7.740	0.445
32.0	3.787	0.20	0.60	0.0068	0.9932	7.760	0.488



CAPSULA No. 51  
 PESO CAP. + S.H. = 226.82  
 PESO CAP. + S.S. = 139.14  
 PESO AGUA = 87.68  
 PESO CAP. = 118.62  
 PESO S.S. = 20.52  
 W<sub>L</sub> = 427.29

AREA CORR. =  $A_n / (1 - \text{DEF. UNI.})$   
 ESFUERZO = CARGA / AREA CORR.

TABLA No. 3.24

COMPRESION TRIAXIAL

LOCALIZACION: AV. HERMENEGILDO GALEANA Y AV. CUAUHTEMOC  
 SONEDO: SM - 6  
 PROFUNDIDAD: 6.30 A 8.70 m  
 DESCRIPCION: ARCILLA POCO ARENOSA COLOR GRIS

MEDIDAS DE LA MUESTRA

$$\sigma_{111} = 0.25 \text{ KG/cm}^2$$

Ds = 3.34 cm

As = 8.76 cm<sup>2</sup>

Dc = 3.32 cm

Ac = 8.65 cm<sup>2</sup>

Di = 3.30 cm

Ai = 8.55 cm<sup>2</sup>

Ha = 8.80 cm

W = 84.65 gr

Aa = (As + Ac + Ai) / 6

Vj = 76.12 cm<sup>3</sup>

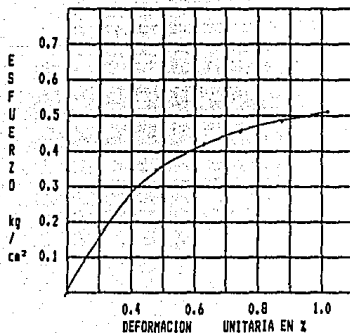
Aa = 8.65 cm<sup>2</sup>

ka = 1.03 T/m<sup>2</sup>

VELOCIDAD DE DEFORMACION = 0.5

CONSTANTE DEL ANILLO DE CARGA = 0.118

LECTURA ANILLO	CARGA	LECTURA MICROMETRO	DEFORMACION TOTAL	DEFORMACION UNITA.	1-DEFORMACION UNITA.	AREA CORREGIDA	ESFUERZO
	Kg	mm	mm			cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
0.0	0.0	0.20	0.00	-----	1	8.650	-----
8.0	3.146	0.22	0.42	0.0048	0.9952	8.690	0.362
11.0	3.715	0.13	0.55	0.0063	0.9937	8.700	0.427
23.0	3.941	0.11	0.66	0.0075	0.9925	8.720	0.452
34.0	4.286	0.10	0.76	0.0087	0.9913	8.730	0.491
38.0	4.486	0.24	1.00	0.0114	0.9886	8.750	0.513



CAPSULA No. 65  
 PESO CAP. + S.H. = 203.44  
 PESO CAP. + S.S. = 133.98  
 PESO AGUA = 69.46  
 PESO CAP. = 118.89  
 PESO S.S. = 15.09  
 WZ = 460.3

AREA CORR. = Aa / (1 - DEF. UNI.)  
 ESFUERZO = CARGA / AREA CORR.

TABLA No. 5.25

COMPRESION TRIAXIAL

LOCALIZACION: AV. HERMENEGILDO GALEANA Y AV. CUAUHTEMOC  
 SONDEO: SM - 6  
 PROFUNDIDAD: 11.20 A 13.20m  
 DESCRIPCION: ARCILLA COLOR CAFE OSCURO

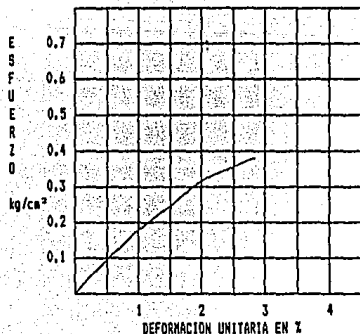
MEDIDAS DE LA MUESTRA  $\rho_{111} = 0.25 \text{ KG/cm}^3$

$D_s = 3.24 \text{ cm}$   $A_s = 8.24 \text{ cm}^2$   
 $D_c = 3.25 \text{ cm}$   $A_c = 8.30 \text{ cm}^2$   
 $D_i = 3.27 \text{ cm}$   $A_i = 8.40 \text{ cm}^2$

$H_a = 8.87 \text{ cm}$   $W_i = 84.83 \text{ gr}$   
 $A_n = (A_s + 4A_c + A_i) / 6$   $V_i = 73.67 \text{ cm}^3$   
 $A_n = 8.306 \text{ cm}^2$   $\rho_n = 1.15 \text{ T/m}^3$

VELOCIDAD DE DEFORMACION = 0.5 CONSTANTE DEL ANILLO DE CARGA = 0.118

LECTURA ANILLO	CARGA	LECTURA MICRONETRO	DEFORMACION TOTAL	DEFORMACION UNITA.	1-DEFORMACION UNITA.	AREA CORREGIDA	ESFUERZO
	Kg	mm	mm			cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
0.0	0.0	1.00	0.0	-----	1	8.306	-----
12.5	1.886	0.22	1.22	0.0138	0.9862	8.420	0.224
19.0	2.220	0.21	1.43	0.0162	0.9838	8.440	0.263
24.0	2.626	0.32	1.75	0.0198	0.9802	8.470	0.310
26.5	2.970	0.41	2.16	0.0243	0.9757	8.510	0.349
27.0	3.186	0.34	2.50	0.0282	0.9718	8.54	0.373



CAPSULA No. 82  
 PESO CAP. + S.H. = 203.57  
 PESO CAP. + S.S. = 137.56  
 PESO AGUA = 66.01  
 PESO CAP. = 119.04  
 PESO S.S. = 18.52  
 Wt = 356.40

AREA CORR. =  $A_n / (1 - \text{DEF. UNI.})$   
 ESFUERZO = CARGA / AREA CORR.

TABLA No. 5.26

COMPRESION TRIAXIAL

LOCALIZACION: AV. HERMENEGILDO GALEANA Y AV. CUAUHTENOC  
 SONDED: SM - 6  
 PROFUNDIDAD: 11.20 A 13.20 m  
 DESCRIPCION: ARCILLA COLOR CAFE OSCURO

MEDIDAS DE LA MUESTRA

$\gamma_{sat} = 0.30 \text{ KG/cm}^3$

$D_s = 3.30 \text{ cm}$

$A_s = 8.55 \text{ cm}^2$

$D_c = 3.27 \text{ cm}$

$A_c = 8.40 \text{ cm}^2$

$D_i = 3.25 \text{ cm}$

$A_i = 8.29 \text{ cm}^2$

$H_s = 8.86 \text{ cm}$

$W_i = 86.34 \text{ gr}$

$A_n = (A_s + 4A_c + A_i) / 6$

$V_i = 74.42 \text{ cm}^3$

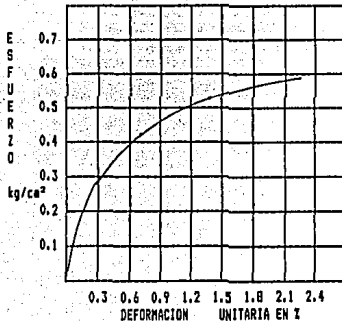
$A_n = 8.40 \text{ cm}^2$

$\gamma_n = 1.16 \text{ T/m}^3$

VELOCIDAD DE DEFORMACION = 0.5

CONSTANTE DEL ANILLO DE CARGA = 0.118

LECTURA ANILLO	CARGA	LECTURA MICROMETRO	DEFORMACION TOTAL	DEFORMACION UNITA.	1-DEFORMACION UNITA.	AREA CORREGIDA	ESFUERZO
	Kg	mm	mm			cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
0.0	0.0	0.13	0.00	-----	1	8.400	-----
17.0	2.433	0.13	0.26	0.0030	0.9970	8.420	0.289
27.0	3.680	0.39	0.65	0.0073	0.9927	8.460	0.435
36.0	4.510	0.56	1.21	0.0137	0.9863	8.510	0.530
42.5	5.015	0.79	2.00	0.0226	0.9774	8.59	0.584



CAPSULA No. 105  
 PESO CAP. + S.H. = 205.08  
 PESO CAP. + S.S = 135.16  
 PESO AGUA = 69.92  
 PESO CAP. = 118.62  
 PESO S.S. = 16.54  
 W<sub>x</sub> = 422.73

AREA CORR. =  $A_n / (1 - \text{DEF. UNI.})$

ESFUERZO = CARGA / AREA CORR.

TABLA No. S.27

COMPRESION TRIAXIAL

LOCALIZACION: AV. HERMENEGILDO GALEANA Y AV. CUAUHTEMOC  
 SONDED: SM - 6  
 PROFUNDIDAD: 11.20 A 13.20 m  
 DESCRIPCION: ARCILLA COLOR CAFE OSCURO

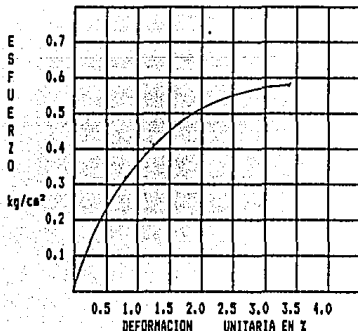
MEDIDAS DE LA MUESTRA  $k_{111} = 0.75 \text{ KG/cm}^2$

$D_s = 3.30 \text{ cm}$   $A_s = 8.55 \text{ cm}^2$   
 $D_c = 3.30 \text{ cm}$   $A_c = 8.55 \text{ cm}^2$   
 $D_i = 3.26 \text{ cm}$   $A_i = 8.35 \text{ cm}^2$

$H_m = 8.87 \text{ cm}$   $W_i = 86.78 \text{ gr}$   
 $A_m = (A_s + A_c + A_i) / 6$   $V_i = 75.57 \text{ cm}^3$   
 $A_m = 8.52 \text{ cm}^2$   $b_m = 1.15 \text{ T/m}^3$

VELOCIDAD DE DEFORMACION = 0.5 CONSTANTE DEL ANILLO DE CARGA = 0.118

LECTURA ANILLO	CARGA	LECTURA MICROMETRO	DEFORMACION TOTAL	DEFORMACION UNITARIA	1-DEFORMACION UNITARIA	AREA CORREGIDA	ESFUERZO
	Kg	mm	mm			cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
0.0	0.0	0.27	0.00	-----	1	8.520	-----
12.5	2.140	0.19	0.46	0.0052	0.9948	8.560	0.250
21.0	3.770	0.23	0.69	0.0078	0.9922	8.590	0.323
29.0	3.670	0.42	1.11	0.0125	0.9875	8.630	0.425
35.5	4.290	0.34	1.45	0.0163	0.9737	8.660	0.495
38.5	5.030	0.77	2.22	0.0250	0.9750	8.740	0.576
44.0	5.192	0.78	3.00	0.0338	0.9662	8.820	0.588



CAPSULA No. 69  
 PESO CAP. + S.H. = 205.73  
 PESO CAP. + S.S. = 135.34  
 PESO AGUA = 70.39  
 PESO CAP. = 119.16  
 PESO S.S. = 16.18  
 WZ = 435.04

AREA CORR. =  $A_m / (1 - \text{DEF. UNI.})$

ESFUERZO = CARGA / AREA CORR.

TABLA No. 5.28

f) Se le denomina consolidación a la disminución de volumen en un lapso, que es provocado por un aumento de cargas sobre el suelo. Cuando el movimiento de las partículas del suelo ocurre solamente en dirección vertical se llama consolidación unidimensional.

El objetivo de la prueba es poder determinar la disminución de volumen y la velocidad con que ocurre, al aplicar una carga.

Este análisis se realiza sobre una muestra labrada en forma de cilindro, la altura debe ser pequeña en comparación con el diámetro y consiste en aplicar incrementos de carga axial al espécimen del suelo confinado lateralmente en un anillo de bronce (fig. 5.4) y por efecto de ésta, el agua tiende a salir del suelo a través de piedras porosas de sección circular que se colocan en sus caras.

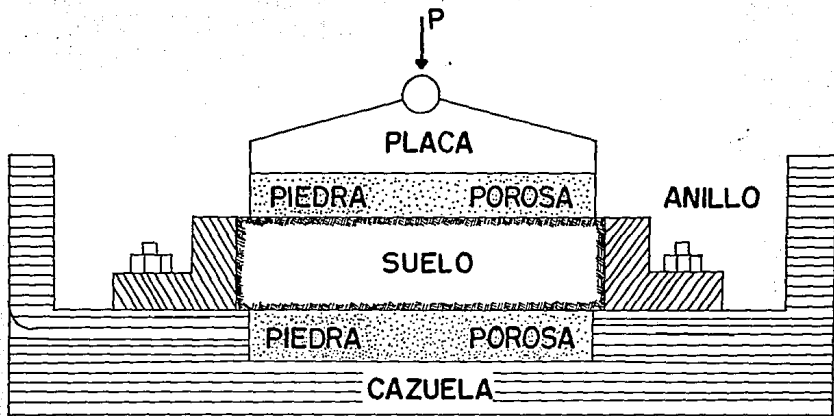
La carga al espécimen se aplica mediante el sistema de placa, marco y colgador de pesas, la deformación que sufre bajo esta carga se registra en un micrómetro, y un cronómetro permite conocer el tiempo que transcurre para alcanzar la deformación producida por un incremento de carga.

Para cada incremento de carga aplicada, los datos obtenidos de estas lecturas se dibujan en una grafica que tenga por abscisas los valores de los tiempos transcurridos en escala logarítmica y como ordenadas las lecturas del micrómetro, en escala natural y se llaman curvas de consolidación.

En cada incremento de carga también se obtendrá un valor de la relación de vacíos y otro de la presión correspondiente que actúa sobre el espécimen. Estos valores se grafican para obtener las curvas de compresibilidad; en el eje de las abscisas se registran los valores de la presión actuante

en escala natural o logarítmica y en las ordenadas los correspondientes a la relación de vacíos ( $e$ ) en escala natural.

En las tablas No. 5.29 a la No. 5.32 se muestran las curvas de compresibilidad obtenidas de muestras de suelo a diferentes profundidades.



**CONSOLIDACION UNIDIMENCIONAL**

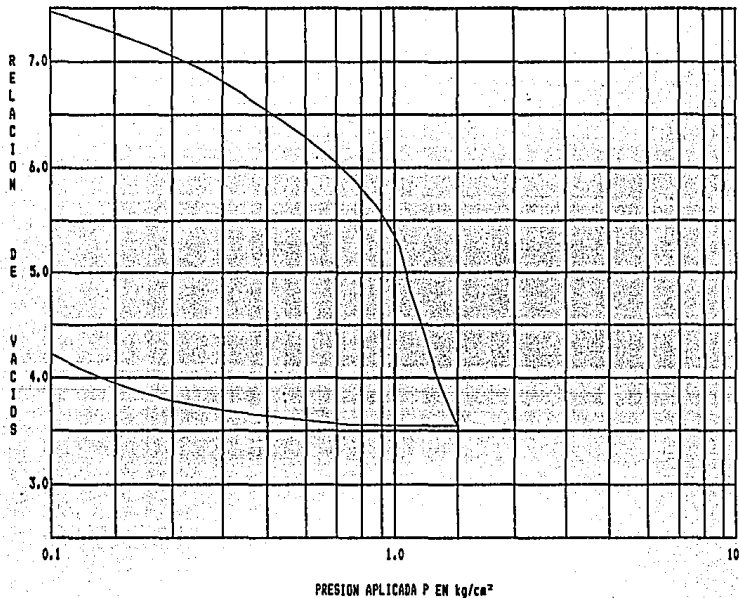
FIGURA N° 5.4



ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO

CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL

SONDEO: SM - 6  
 PROFUNDIDAD: 2.6 A 3.4 m  
 $S_s = 1.865$   
 $e_s = 7.697$   
 $W_x = 352.36$   
 $P_c = 0.610 \text{ Kg/Cm}^2$



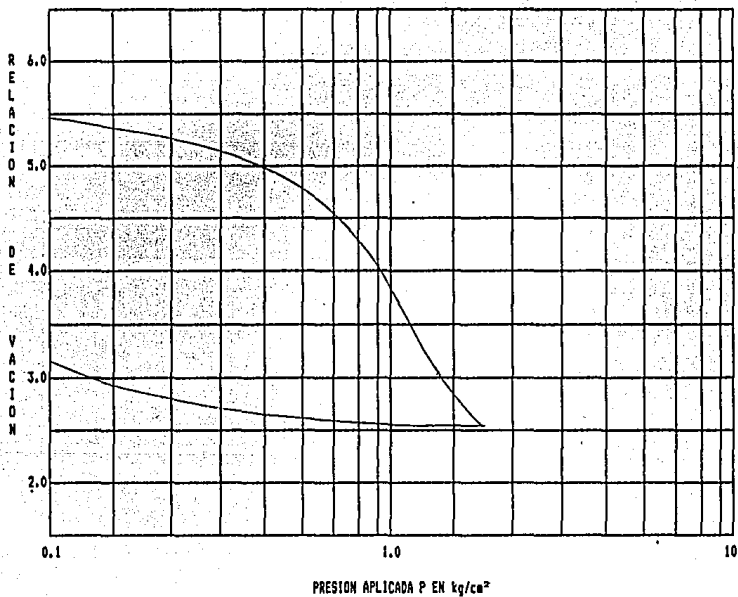
$P_c$  = CARGA DE PRECONSOLIDACION

TABLA No. 5.29

ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO

CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL

SONDEO: SM - 6  
 PROFUNDIDAD: 0.75 A 1.30 m  
 $S_u = 2.158$   
 $e_1 = 5.192$   
 $W_L = 203.15$   
 $P_c = 0.570 \text{ Kg/Cm}^2$



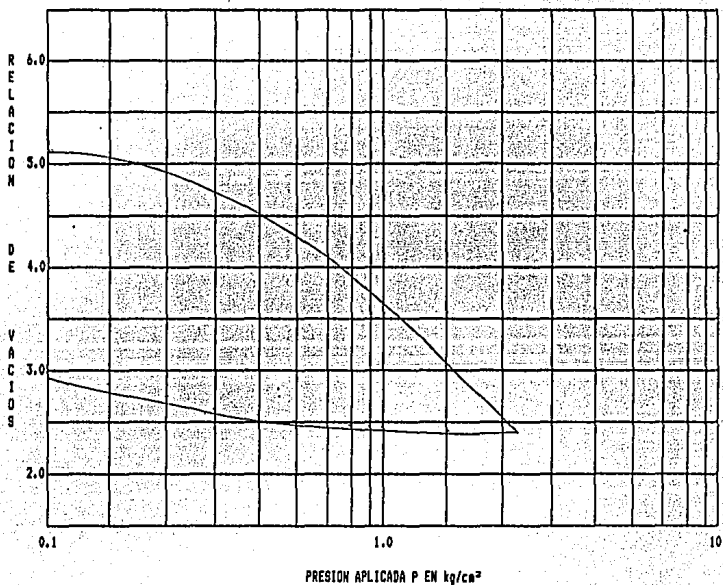
$P_c =$  CARGA DE PRECONSOLIDACION

TABLA No. 5.30

ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO

CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL

SONDEO: SM - 6  
 PROFUNDIDAD: 6.30 A 8.70 m  
 $S_s = 2.260$   
 $e_1 = 3.192$   
 $W_x = 100.17$   
 $P_c = 0.460 \text{ Kg/Cm}^2$



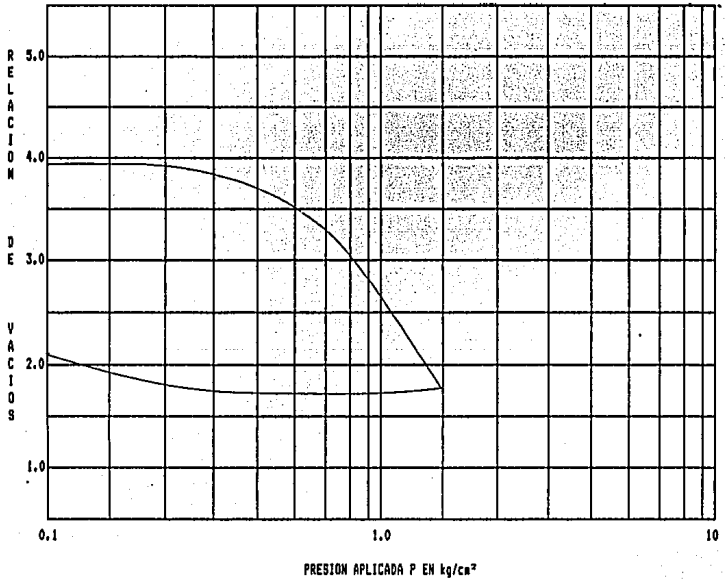
$P_c$  = CARGA DE PRECONSOLIDACION

TABLA No. 5.31

ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO

CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL

SONDEO: SM - 6  
 PROFUNDIDAD: 9.60 A 10.50 m  
 $S_u = 2.403$   
 $e_s = 3.977$   
 $W_x = 100.37$   
 $P_c = 0.650 \text{ Kg/Cm}^2$



$P_c$  = CARGA DE PRECONSOLIDACION

TABLA No. 5.32

## CAPITULO 6

### APLICACIONES

#### 6.1.- ESTRATIGRAFÍA DEL VALLE DE CHALCO.

De acuerdo a los resultados obtenidos de los contenidos de humedad, límite líquido, límite plástico y basándose en la clasificación SUCS se determinó el perfil estratigráfico del sondeo SM - 6, el cual se muestra en la tabla No. 6.1

De la superficie hasta una profundidad de 0.50 m se detectó arcilla con pocas raíces (MH), de color gris claro, con contenido de humedad de 119.86 %, límite líquido de 250.86 y límite plástico de 61.11 %. Este estrato se puede interpretar como suelo húmedo, fisurado y con manifestaciones de salinidad.

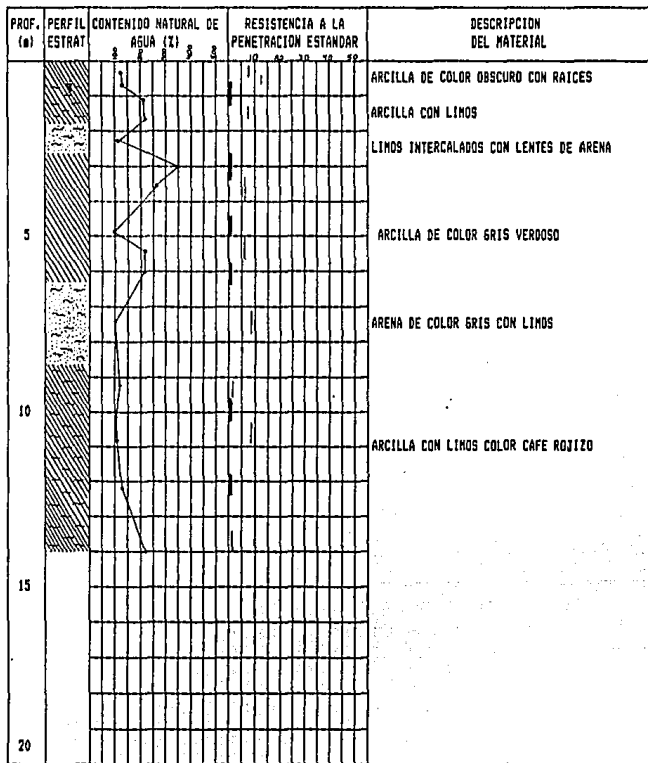
De 0.50 m a 1.90 m se encontró una arcilla de color café rojizo, de consistencia blanda intercalada con lentes de limo (MH - CH), con un contenido de humedad de 207.80 %, límite líquido de 234.62 % y límite plástico de 57.61 %, con un número de golpes para la penetración estándar menor de 8. Su clasificación SUCS (CH), este tipo de suelo se caracteriza por cohesivo y de alta compresibilidad. A la profundidad de 0.80 m se detectó el nivel de aguas freáticas y por encima de este nivel es que se localizan los estratos más resistentes y con menos contenido de agua.

De 1.90 m a 2.70 m se detectaron limos arenosos con una resistencia a la penetración estándar menor de 10 golpes, un contenido de humedad de 110.54 %, límite líquido de 130.23 % y límite de plasticidad de 50.21 %.

ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO

LOCALIZACION: AV. HERMENEGILDO GALEANA Y AV. CUAUHTEMOC

SONDEO: SM - 6 NAF = 0.80 m



o CONTENIDO DE AGUA

• LIMITE LIQUIDO Z (LL)

+ LIMITE PLASTICO Z (LP)

NUMERO DE GOLPES PARA

30cm

▽ NIVEL DE AGUA FREATICA

| PENETRACION ESTANDAR

■ TUBO SHELBY



LIMOS



MAT. ORG.



RELLENO



ARCILLA



GRAVA



ARENA

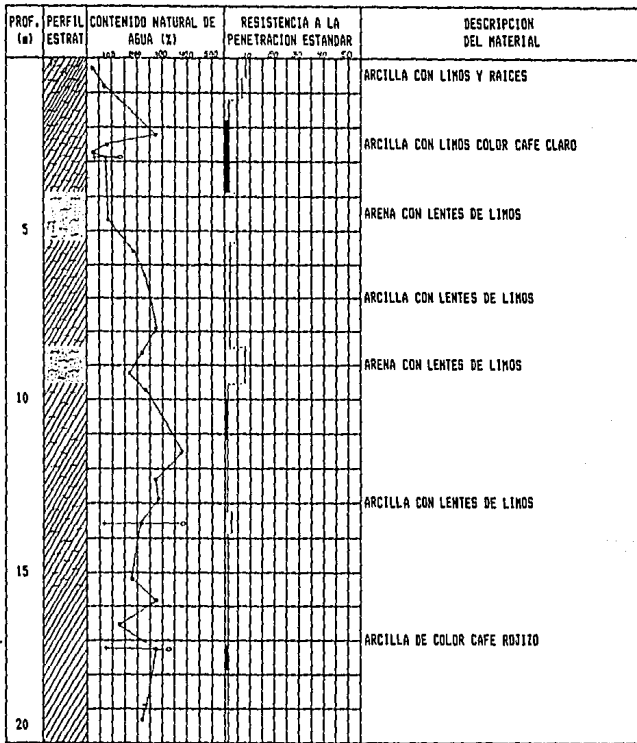
A la profundidad de 2.70 m a 7.00 m se encontraron arcillas de color gris verdoso con contenidos de humedad que varían del 110% al 360% con límites líquidos del 140% al 410% y límites plásticos del 60% al 140%.

De 7.00 m a 8.00 m se localizaron limos - arenosos (MH) de color gris con un contenido de humedad del 100.08%, límite líquido de 160.15% y límite plástico de 69.68%.

De 8.00 m a 14 m de profundidad se detectó arcilla con limos (MH - CH) de color café oscuro con contenidos de humedad del 100% al 211%, límite líquido del 125% al 275% y límite plástico del 45% al 75%.

A continuación se muestran los perfiles estratigráficos obtenidos del resto de los sondeos.

ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO  
 LOCALIZACION: AUTOPISTA MEXICO-PUEBLA Y AV. IGNACIO PAVON.  
 SONDEO: SM - 1 NAF = 1.55 m



- CONTENIDO DE AGUA
- LIMITE LIQUIDO % (LL)
- + LIMITE PLASTICO % (LP)

NUMERO DE GOLPES PARA  
30cm

Y NIVEL DE AGUA FREATICA  
 TUBO SHELBY  
 I PENETRACION ESTANDAR



LIMON



MAT. ORG.



RELLENO



ARCILLA



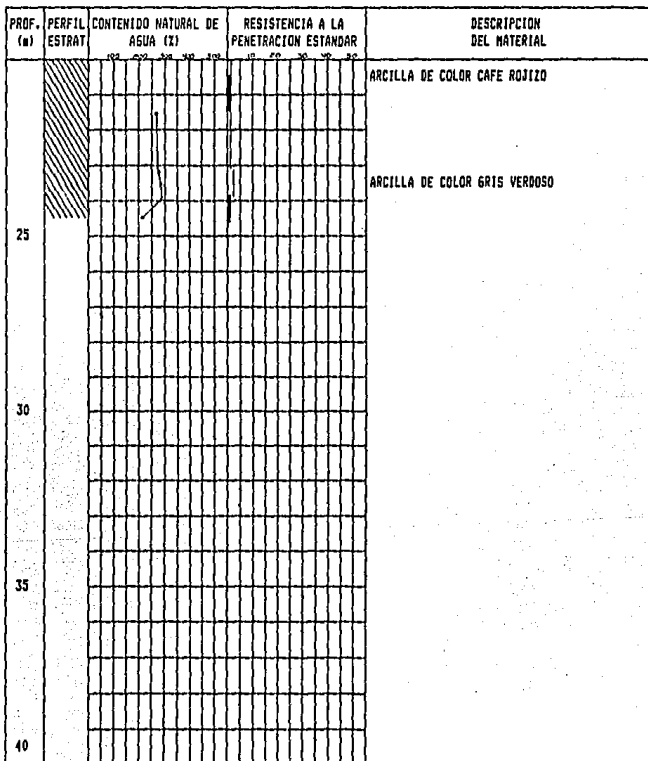
GRAVA



ARENA



ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO  
 LOCALIZACION: AUTOPISTA MEXICO-PUEBLA Y AV. IGNACIO PAVON.  
 SONDEO: SN - 1 NAF = 1.35 m



- CONTENIDO DE AGUA
- LIMITE LIQUIDO % (LL)
- + LIMITE PLASTICO % (LP)

NUMERO DE GOLPES PARA  
30cm

- ∇ NIVEL DE AGUA FREATICA
- ▮ TUBO SHELBY
- | PENETRACION ESTANDAR



LIMO



MAT. ORG.



RELLENO



ARCILLA

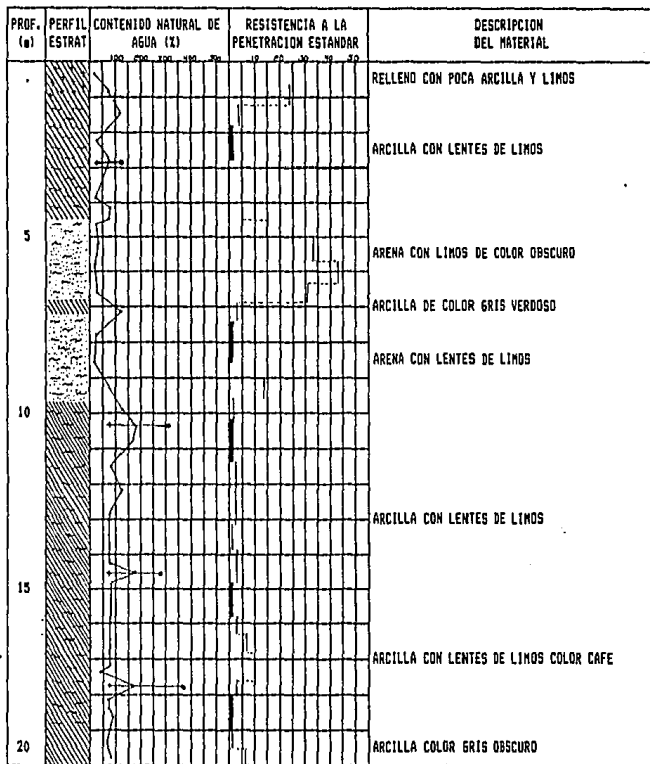


GRAVA



ARENA

ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO  
 LOCALIZACION: AUTOPISTA MEXICO-PUEBLA Y AV. TOLUCA  
 SONDEO: SM - 2 NAF = 1,55 m



• CONTENIDO DE AGUA  
 ○ LIMITE LIQUIDO % (LL)  
 + LIMITE PLASTICO % (LP)

NUMERO DE GOLPES PARA  
 30cm

▽ NIVEL DE AGUA FREATICA  
 | PENETRACION ESTANDAR  
 I TUBO SHELBY



LIMOS



MAT. ORG.



RELLENO



ARCILLA

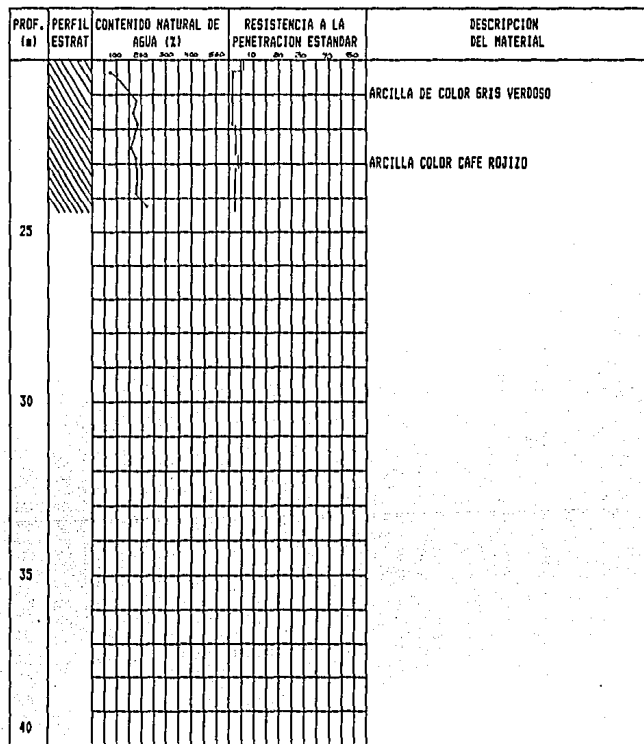


GRAVA



ARENA

ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO  
 LOCALIZACION: AUTOPISTA MEXICO-PUEBLA Y AV. TOLUCA  
 SONDEO: GH - 2 NAF = 1.55 m



• CONTENIDO DE AGUA

○ LIMITE LIQUIDO L (LL)

+ LIMITE PLASTICO L (LP)

NUMERO DE GOLPES PARA

30cm

▽ NIVEL DE AGUA FREATICA

I PENETRACION ESTANDAR

II TUBO SHELBY



LIMO



MAT. ORG.



RELLENO



ARCILLA

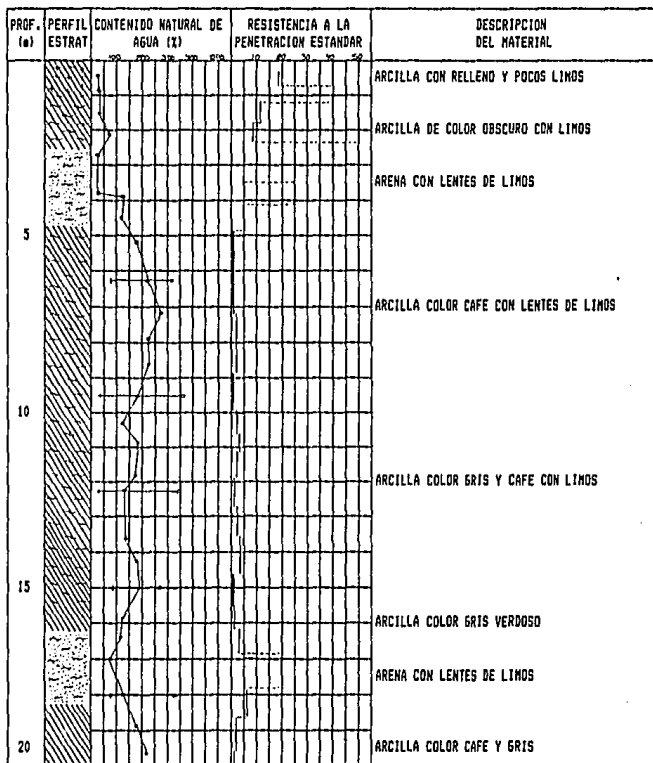


GRAVA



ARENA

ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO  
 LOCALIZACION: AV. B. DE TODOS LOS SANTOS Y RIO DE LA COMPANIA  
 SONDEO: SM - 3 NAF = 1.50 m



- CONTENIDO DE AGUA
- LIMITE LIQUIDO % (LL)
- + LIMITE PLASTICO % (LP)

NUMERO DE GOLPES PARA 30cm

- Y NIVEL DE AGUA FREATICA
- | TUBO SHELBY
- | PENETRACION ESTANDAR



LIMOS



MAT. ORG.



RELLEND



ARCILLA



GRAVA

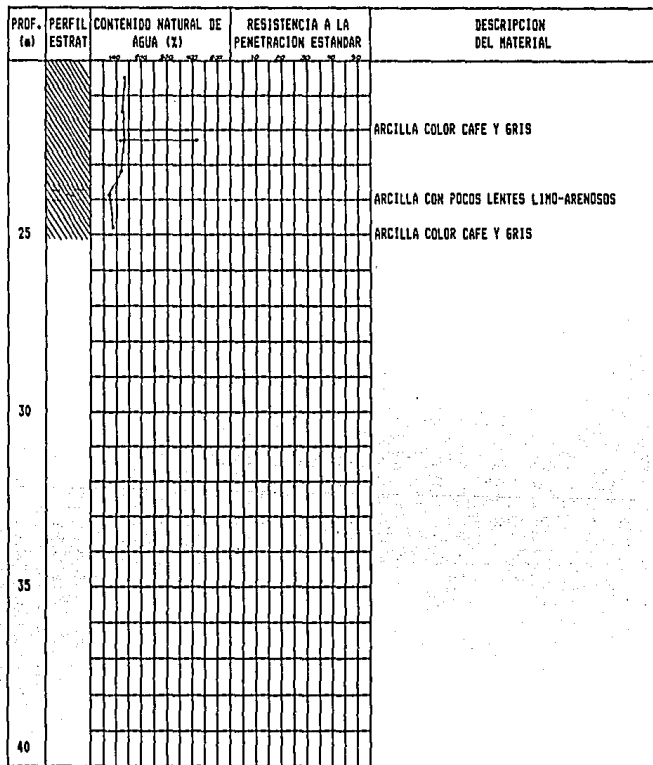


ARENA

**ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO**

LOCALIZACION: AV. B. DE TODOS LOS SANTOS Y RIO DE LA COMPANIA

SONDEO: SM - 3 NAF = 1.50 m



• CONTENIDO DE AGUA

• LIMITE LIQUIDO % (LL)

+ LIMITE PLASTICO % (LP)

NUMERO DE GOLPES PARA

30cm

▽ NIVEL DE AGUA FREATICA

▮ TUBO SHELBY

| PENETRACION ESTANDAR



LIMO



MAT. ORG.



RELLENO



ARCILLA

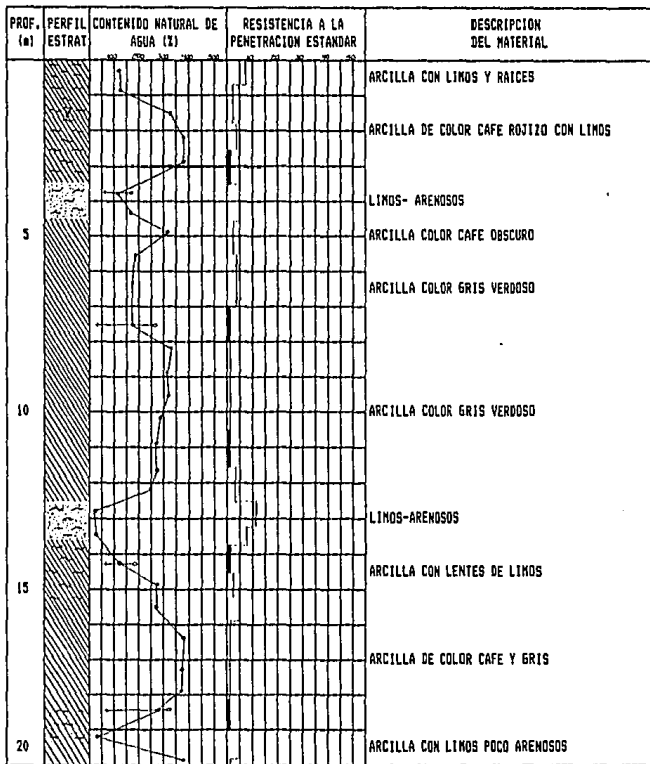


GRAVA



ARENA

ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO  
 LOCALIZACION: AV. ACAPUL Y AV. CHIMALPAH  
 SONDEO: SM - 4 NAF = 1.50 m



- CONTENIDO DE AGUA
- LIMITE LIQUIDO % (LL)
- LIMITE PLASTICO % (LP)

NUNERO DE GOLPES PARA 30cm

▽ NIVEL DE AGUA FREATICA  
 | PENETRACION ESTANDAR  
 | TUBO SHELBY



LIMO



MAT. ORG.



RELLENO



ARCILLA

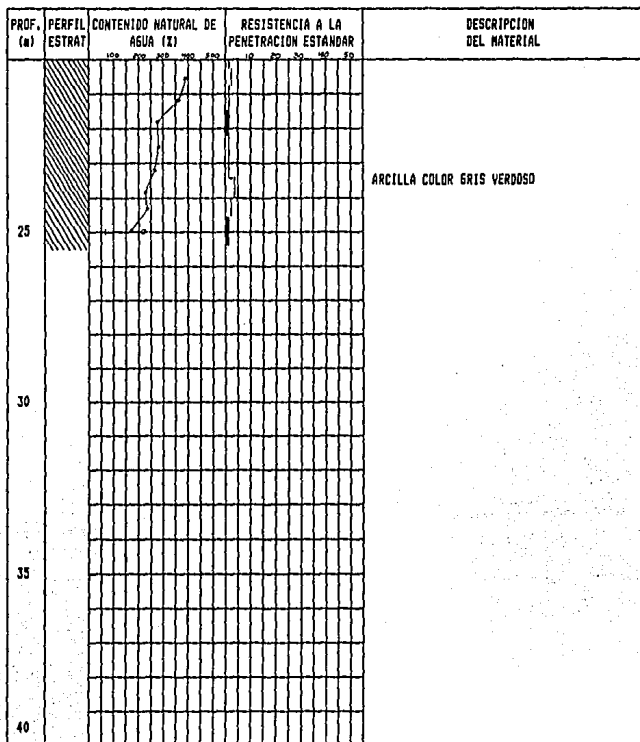


GRAVA



ARENA

ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO  
 LOCALIZACION: AV. ACAPUL Y AV. CHIMALPAIN  
 SONDEO: SM - 4 NAF = 1.50 m



- CONTENIDO DE AGUA
- LIMITE LIQUIDO X (LL)
- LIMITE PLASTICO X (LP)

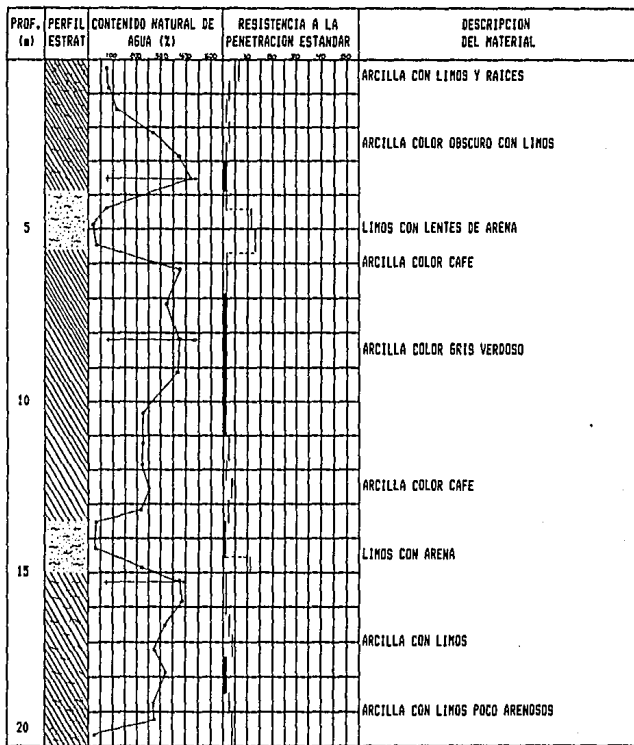
NUMERO DE GOLPES PARA  
30cm

- ∇ NIVEL DE AGUA FREATICA
- | PENETRACION ESTANDAR
- | TUBO SHELBY



LIMO    MAT. ORG.    RELLENO    ARCILLA    GRAVA    ARENA

ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO  
 LOCALIZACION: AV. CHIMALPAIN Y CALLE PONIENTE 5  
 SONDEO: SM - 5 NAF = 0.35 m



o CONTENIDO DE AGUA

• LIMITE LIQUIDO % (LL)

+ LIMITE PLASTICO % (LP)

NUMERO DE GOLPES PARA  
30cm

Y NIVEL DE AGUA FREATICA  
| TUBO SHELBY  
| PENETRACION ESTANDAR



LIMO



MAT. ORG.



RELLENO



ARCILLA



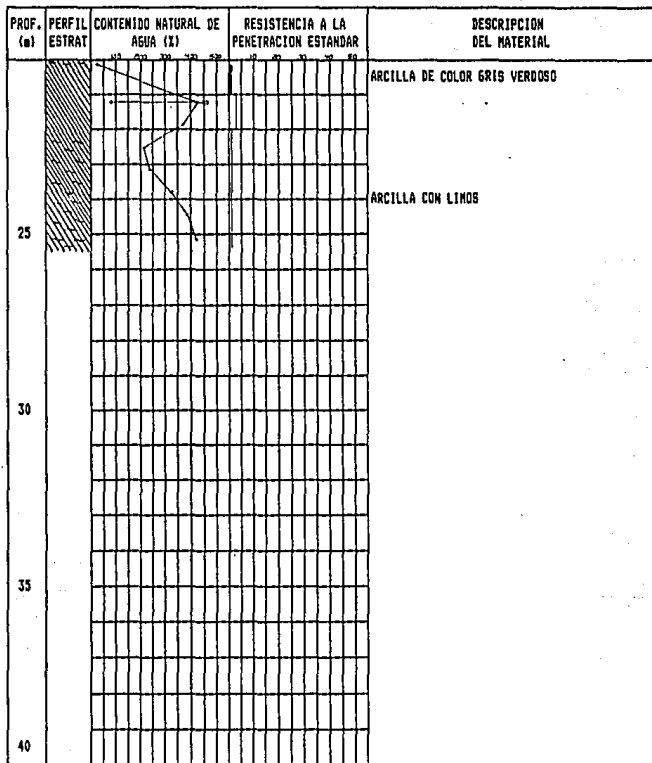
GRAVA



ARENA



ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO  
 LOCALIZACION: AV. CHIMALPAIN Y CALLE PONIENTE 5  
 SONDEO: SM - 5 NAF = 0,35 m



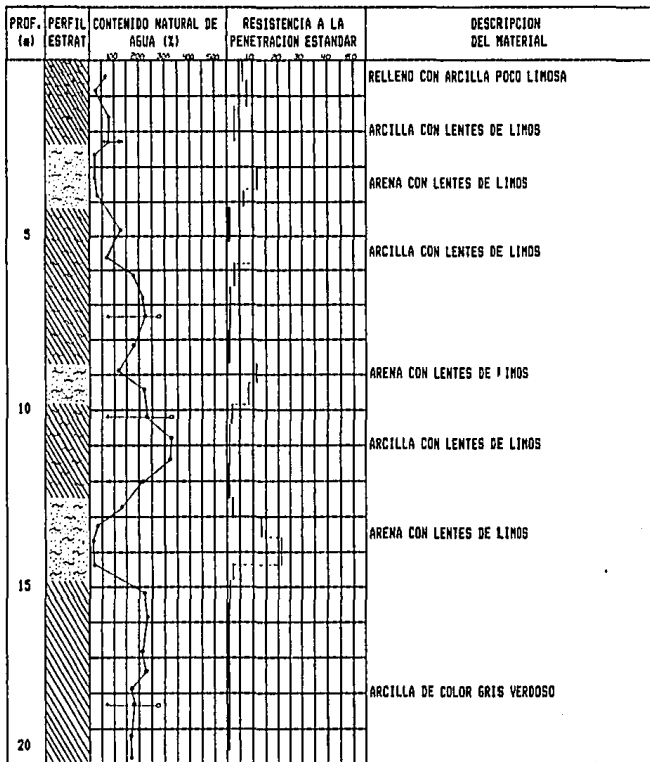
- CONTENIDO DE AGUA
- LIMITE LIQUIDO % (LL)
- LIMITE PLASTICO % (LP)

NUMERO DE GOLPES PARA  
30cm

γ NIVEL DE AGUA FREATICA  
 | TUBO SHELBY  
 | PENETRACION ESTANDAR

					
LIMO	MAT. ORG.	RELLENO	ARCILLA	GRAVA	ARENA

ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO  
 LOCALIZACION: AV. ALFREDO DEL MAZO Y AUTOPISTA MEXICO-PUEBLA  
 SONDEO: SM - 7 NAF = 1.75 m



- CONTENIDO DE AGUA
- LIMITE LIQUIDO % (LL)
- + LIMITE PLASTICO % (LP)

NUMERO DE GOLPES PARA  
30cm

- ▽ NIVEL DE AGUA FREATICA
- | PENETRACION ESTANDAR
- || TUBO SHELBY



LIMOS



MAT. ORG.



RELLENO



ARCILLA

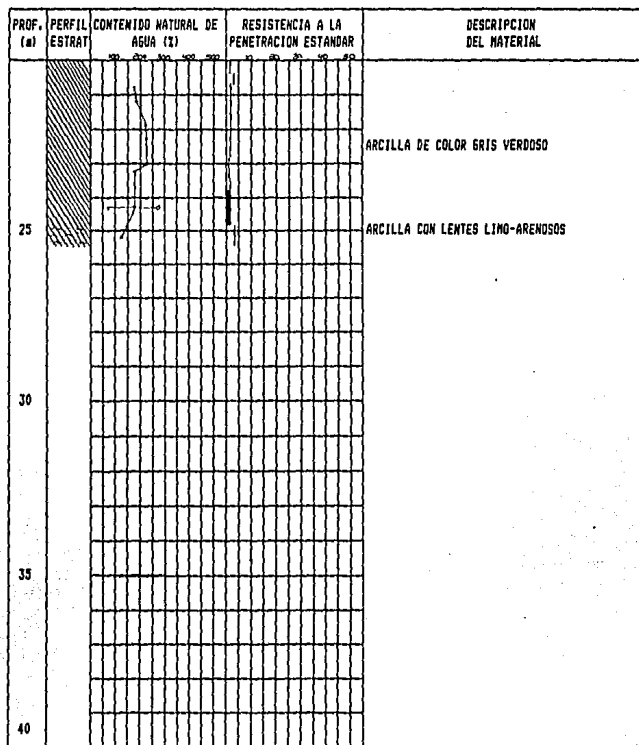


GRAVA



ARENA

ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO  
 LOCALIZACION: AV. ALFREDO DEL MAZO Y AUTOPISTA MEXICO-PUEBLA  
 SONDEO: SM - 7 NAF = 1.75 m



• CONTENIDO DE AGUA

◦ LIMITE LIQUIDO % (LL)

+ LIMITE PLASTICO % (LP)

NUMERO DE GOLPES PARA

30cm

∇ NIVEL DE AGUA FREATICA

| PENETRACION ESTANDAR

▮ TUBO SHELBY



LIMO



MAT. ORG.



RELLENO



ARCILLA

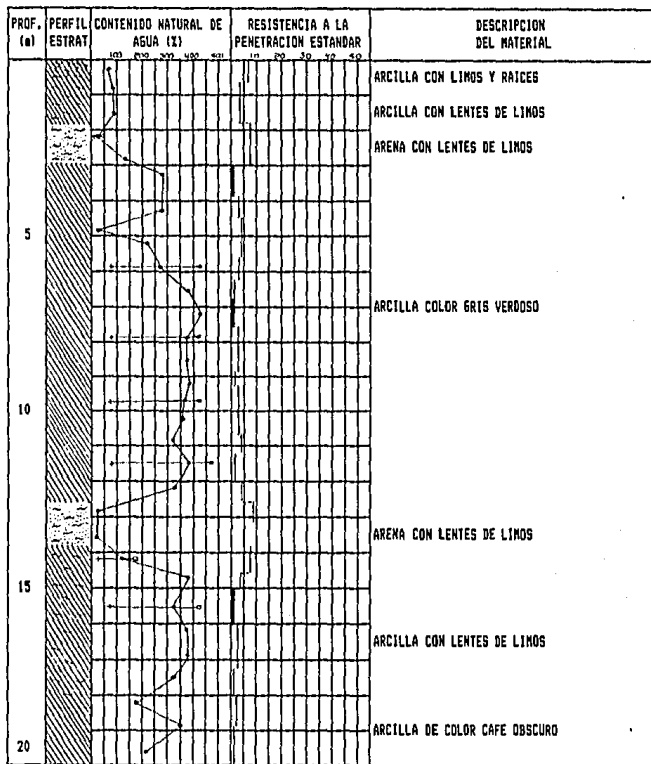


GRAVA



ARENA

ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO  
 LOCALIZACION: AV. HERMENEGILDO GALEANA Y AV. ACAPUL  
 SONDEO: SM - 8 NAF = 0.45 m



- CONTENIDO DE AGUA
- LIMITE LIQUIDO % (LL)
- LIMITE PLASTICO % (LP)

NUMERO DE GOLPES PARA  
30cm

▽ NIVEL DE AGUA FREATICA  
| PENETRACION ESTANDAR  
| TUBO SHELBY



LIMO



MAT. ORG.



RELLENO



ARCILLA



GRAVA

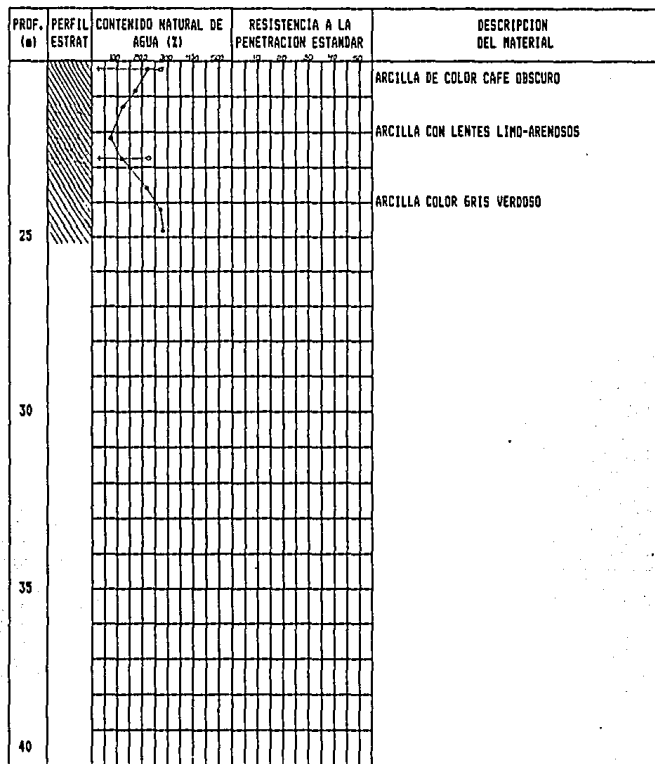


ARENA

ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO

LOCALIZACION: AV. HERMENEGILDO GALEANA Y AV. ACAPUL

SONDEO: SM - B NAF = 0.45 m



• CONTENIDO DE AGUA

○ LIMITE LIQUIDO % (LL)

+ LIMITE PLASTICO % (LP)

NUMERO DE GOLPES PARA

30cm

∇ NIVEL DE AGUA FREATICA

| PENETRACION ESTANDAR

| TUBO SHELBY



LIMO



MAT. ORG.



RELLENO



ARCILLA

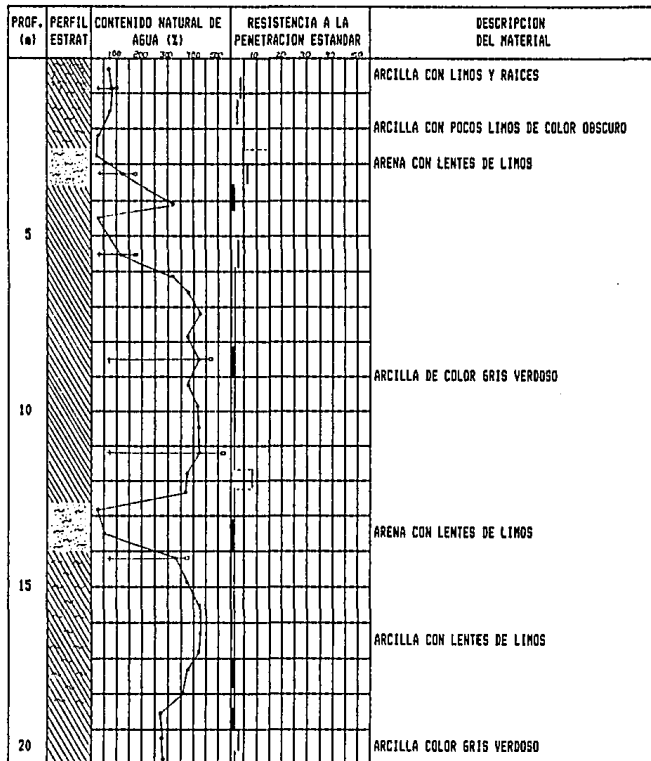


GRAVA



ARENA

ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO  
 LOCALIZACION: AV. ACAPUL CERCA DE LA AV. TEZOZOMOC  
 SONDEO: 5M - 9 NAF = 0.30 ■



• CONTENIDO DE AGUA

○ LIMITE LIQUIDO % (LL)

+ LIMITE PLASTICO % (LP)

NUMERO DE GOLPES PARA

30cm

∇ NIVEL DE AGUA FREATICA

| PENETRACION ESTANDAR

∩ TUBO SHELBY



LIMOS



MAT. ORG.



RELLENO



ARCILLA

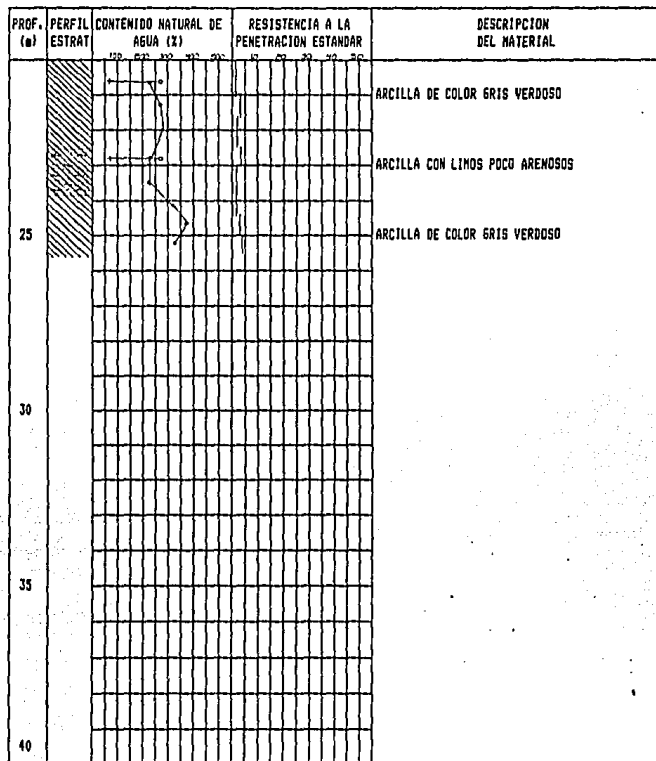


GRAVA



ARENA

ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO  
 LOCALIZACION: AV. ACAPULCERCA DE LA AV. TEZOZOMOC  
 SONDEO: SM - 9 NAF = 0.30 m



- CONTENIDO DE AGUA
- ◊ LIMITE LIQUIDO % (LL)
- + LIMITE PLASTICO % (LP)

NUMERO DE GOLPES PARA  
30cm

∇ NIVEL DE AGUA FREATICA  
| PENETRACION ESTANDAR  
# TUBO SHELBY



LIMO



MAT. ORG.



RELLENO



ARCILLA

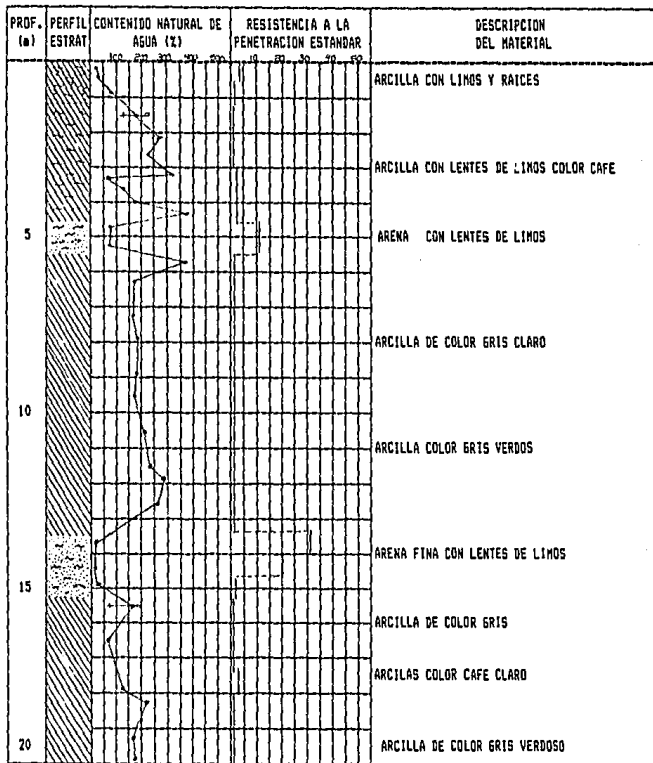


GRAVA



ARENA

ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO  
 LOCALIZACION: AV. FRANCISCO VILLA Y PTE. 3  
 SONDEO: SE - 1 NAF = 1.60 m



• CONTENIDO DE AGUA

○ LIMITE LIQUIDO % (LL)

+ LIMITE PLASTICO % (LP)

NUMERO DE GOLPES PARA  
30cm

Y NIVEL DE AGUA FREATICA  
| PENETRACION ESTANDAR



LIMO



MAT. ORG.



RELLENO



ARCILLA



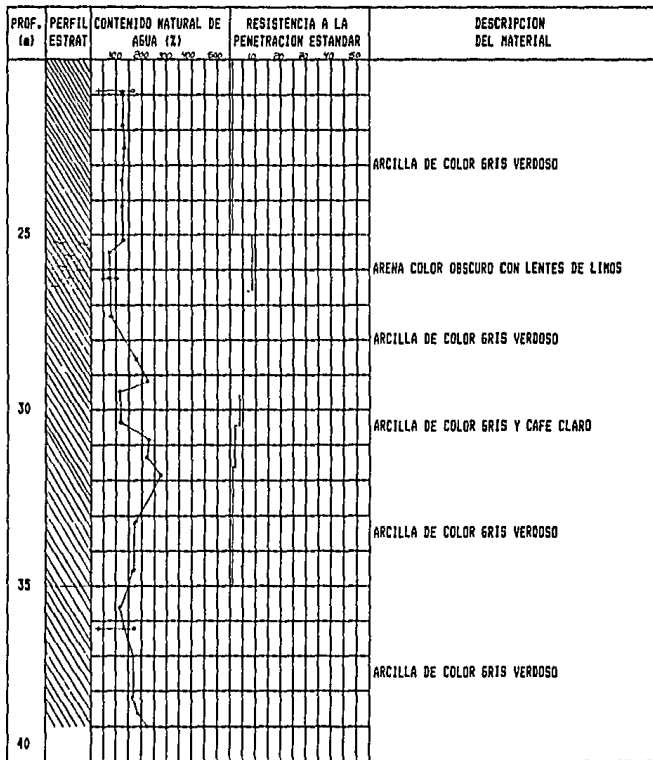
GRAVA



ARENA



ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO  
 LOCALIZACION: AV. FRANCISCO VILLA Y PTE. 3  
 SONDEO: SE - 1 NAF = 1.60 m



- CONTENIDO DE AGUA
- LIMITE LIQUIDO % (LL)
- + LIMITE PLASTICO % (LP)

NUMERO DE GOLPES PARA  
30cm

▽ NIVEL DE AGUA FREATICA  
I PENETRACION ESTANDAR



LIMO



MAT. ORG.



RELLENO



ARCILLA

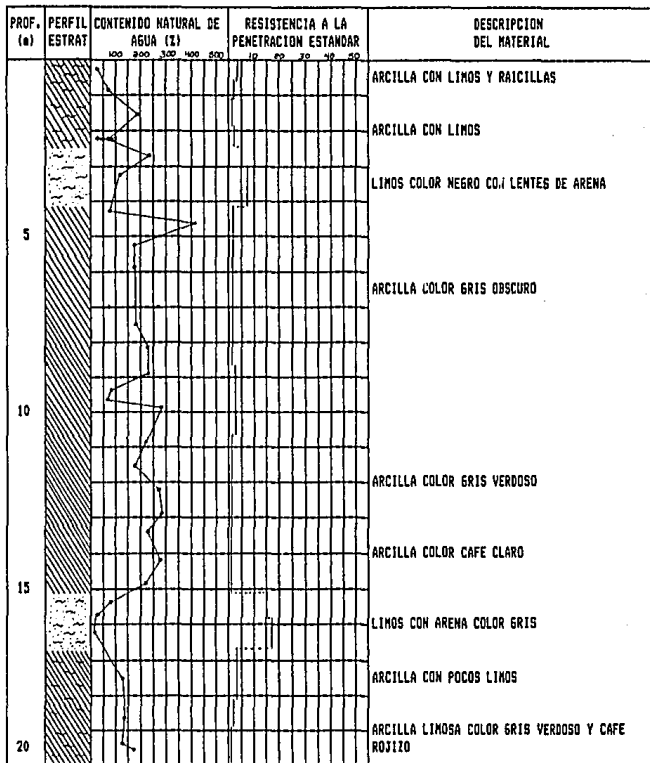


GRAVA



ARENA

ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO  
 LOCALIZACION: AV. SEBASTIAN LERDO DE TEJADA Y PTE. 11  
 SONDEO: SE - 2 NAF = 1.06 m



• CONTENIDO DE AGUA

○ LIMITE LIQUIDO % (LL)

+ LIMITE PLASTICO % (LP)

NUMERO DE GOLPES PARA 30cm

▽ NIVEL DE AGUA FREATICA  
 | PENETRACION ESTANDAR



LIMOS



MAT. ORG.



RELLENO



ARCILLA

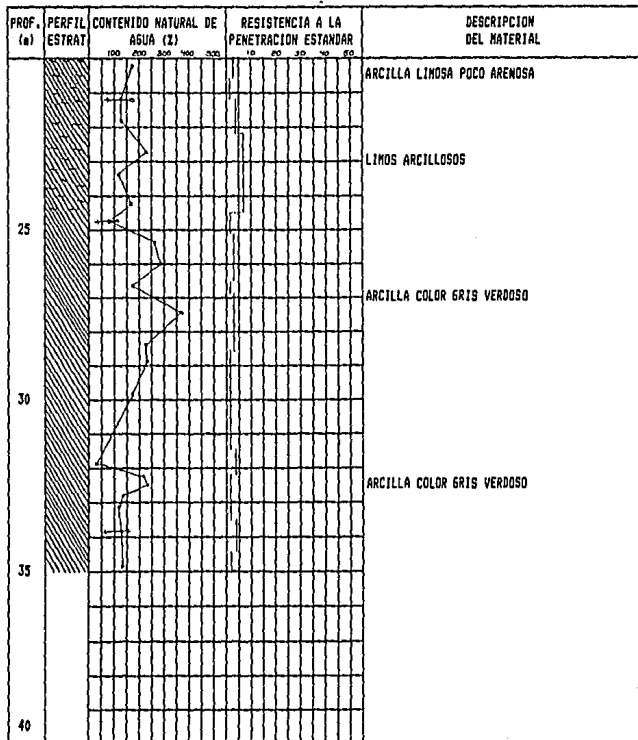


GRAVA



ARENA

ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO  
 LOCALIZACION: AV. SEBASTIAN LERDO DE TEJADA Y PTE. II  
 SONDEO: SE - 2 NAF = 1.86 m



- CONTENIDO DE AGUA
- LIMITE LIQUIDO % (LL)
- + LIMITE PLASTICO % (LP)

NUMERO DE GOLPES PARA  
30cm

▽ NIVEL DE AGUA FREATICA  
| PENETRACION ESTANDAR



LIMOS



MAT. ORG.



RELLENO



ARCILLA

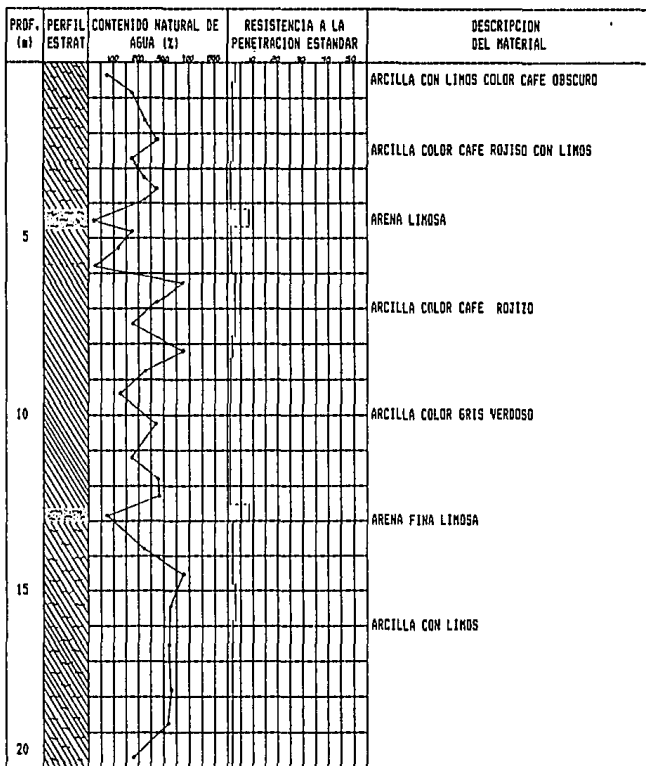


GRAVA



ARENA

ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO  
 LOCALIZACION: AV. ANAHUAC Y AV. CUAUHTEMOC  
 SONDEO: SE - 3 NAF = 1.25 m



• CONTENIDO DE AGUA

◦ LIMITE LIQUIDO % (LL)

+ LIMITE PLASTICO % (LP)

NUMERO DE GOLPES PARA 30cm

γ NIVEL DE AGUA FREATICA I PENETRACION ESTANDAR



LIMO



MAT. ORG.



RELLENO



ARCILLA

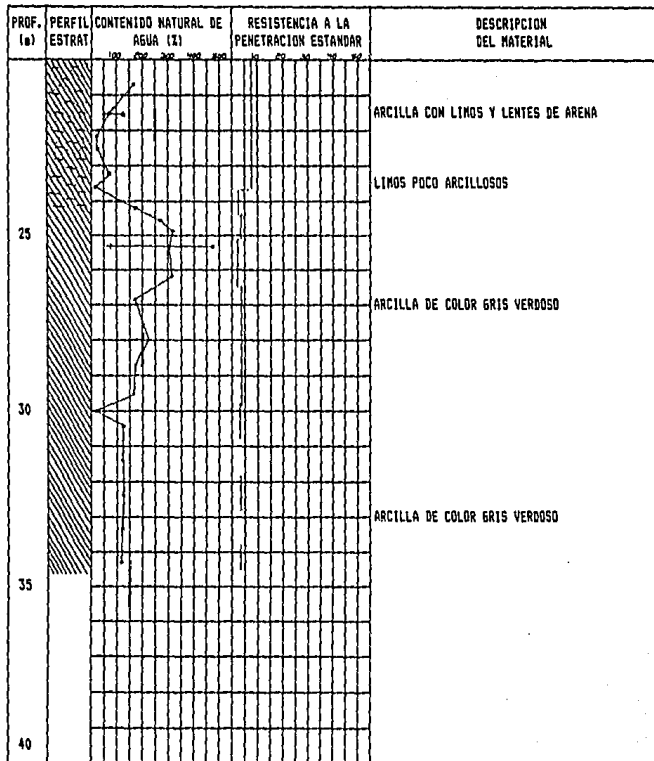


GRAVA



ARENA

ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO  
 LOCALIZACION: AV. ANAHUAC Y AV. CUAUHTEMOC  
 SONDEO: SE - 3 NAF = 1.25 m



• CONTENIDO DE AGUA

○ LIMITE LIQUIDO % (LL)

+ LIMITE PLASTICO % (LP)

NUMERO DE GOLPES PARA  
30cm

∇ NIVEL DE AGUA FREATICA  
| PENETRACION ESTANDAR



LIMO



MAT. ORG.



RELLENO



ARCILLA

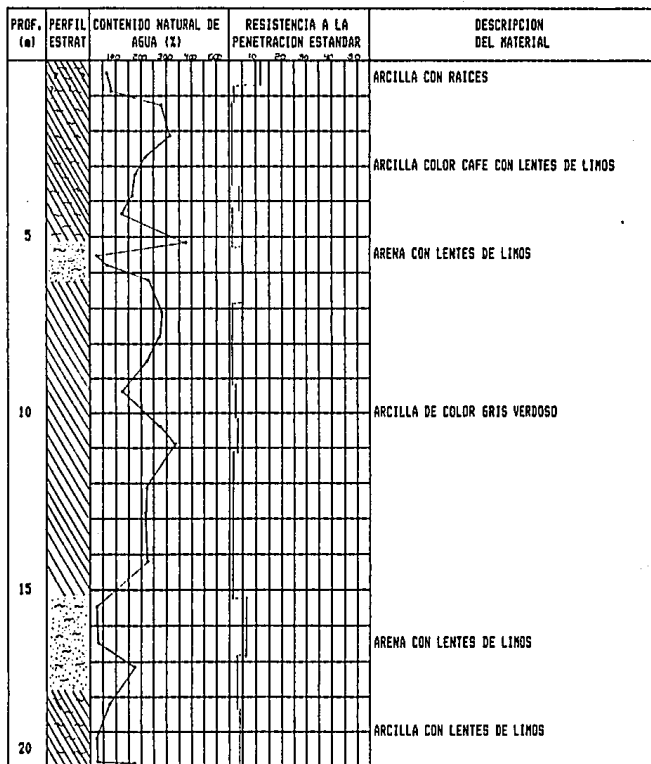


GRAVA



ARENA

ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO  
 LOCALIZACION: AV. CUAUHTEMOC Y SUR 18  
 SONDEO: SE - 4 NAF = 1.40 m



• CONTENIDO DE AGUA

NUMERO DE GOLPES PARA  
30cm

∇ NIVEL DE AGUA FREATICA  
| PENETRACION ESTANDAR

○ LIMITE LIQUIDO X (LL)

+ LIMITE PLASTICO X (LP)



LIMOS



MAT. ORG.



RELLENO



ARCILLA

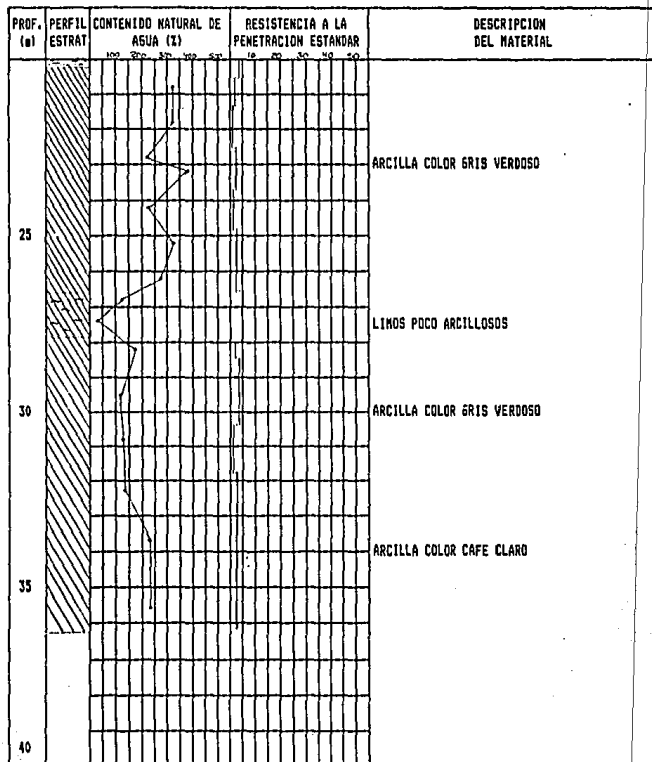


GRAVA



ARENA

ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO  
 LOCALIZACION: AV. CUAUHTEMOC Y SUR 18  
 SONDEO: SE - 4 NAF = 1.40 m



• CONTENIDO DE AGUA

• LIMITE LIQUIDO % (LL)

\* LIMITE PLASTICO % (LP)

NUMERO DE GOLPES PARA

30cm

γ NIVEL DE AGUA FREATICA

I PENETRACION ESTANDAR



LIMO



MAT. ORG.



RELLENO



ARCILLA

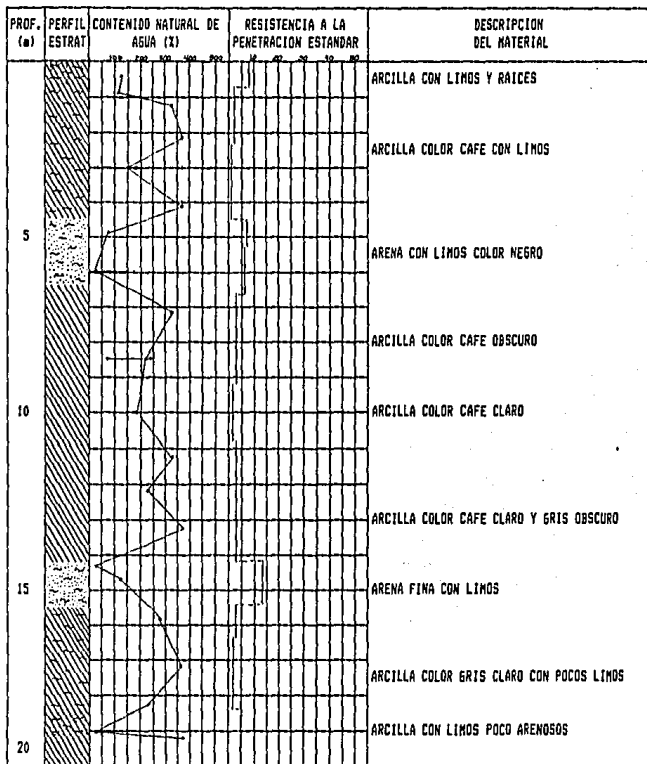


GRAVA



ARENA

ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO  
 LOCALIZACION: DREN 46 Y AV. CUAUHTEMOC  
 SONDEO: SE - 5 NAF = 0,30 m



• CONTENIDO DE AGUA

• LIMITE LIQUIDO % (LL)

+ LIMITE PLASTICO % (LP)

NUMERO DE GOLPES PARA 30cm

∇ NIVEL DE AGUA FREATICA  
 | PENETRACION ESTANDAR



LIMO



MAT. ORG.



RELLEN



ARCILLA



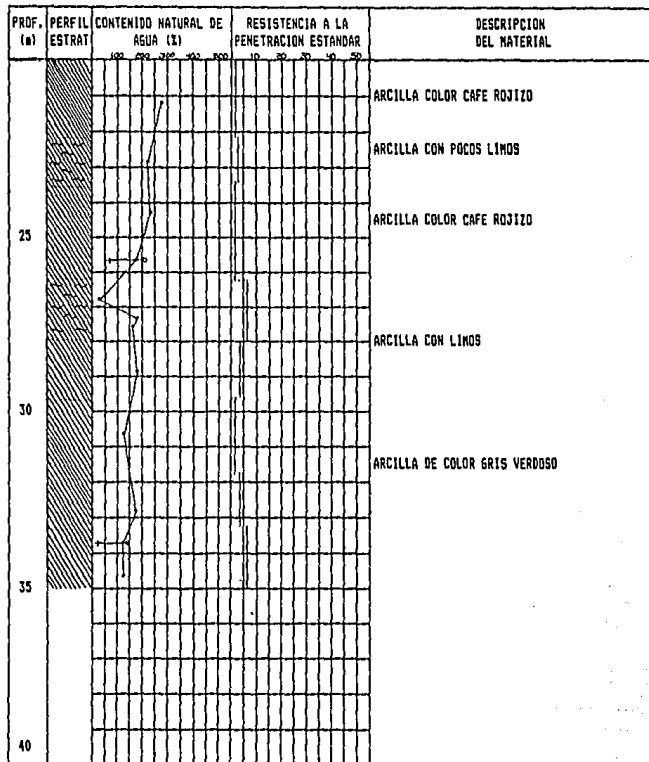
GRAVA



ARENA



ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE CHALCO  
 LOCALIZACION: DREN 46 Y AV. CUAUHTEMOC  
 SONDEO: SE - 5 NAF = 0.30 m



• CONTENIDO DE AGUA

• LIMITE LIQUIDO % (LL)

+ LIMITE PLASTICO % (LP)

NUMERO DE GOLPES PARA

30cm

∇ NIVEL DE AGUA FREATICA

1 PENETRACION ESTANDAR



LIMO



MAT. ORG.



RELLENO



ARCILLA



GRAVA



ARENA

En base a los sondeos realizados en el Valle de Chaico fué posible determinar su perfil estratigráfico, para esto se hicieron cuatro cortes A - A', B - B', C - C' y D - D'.

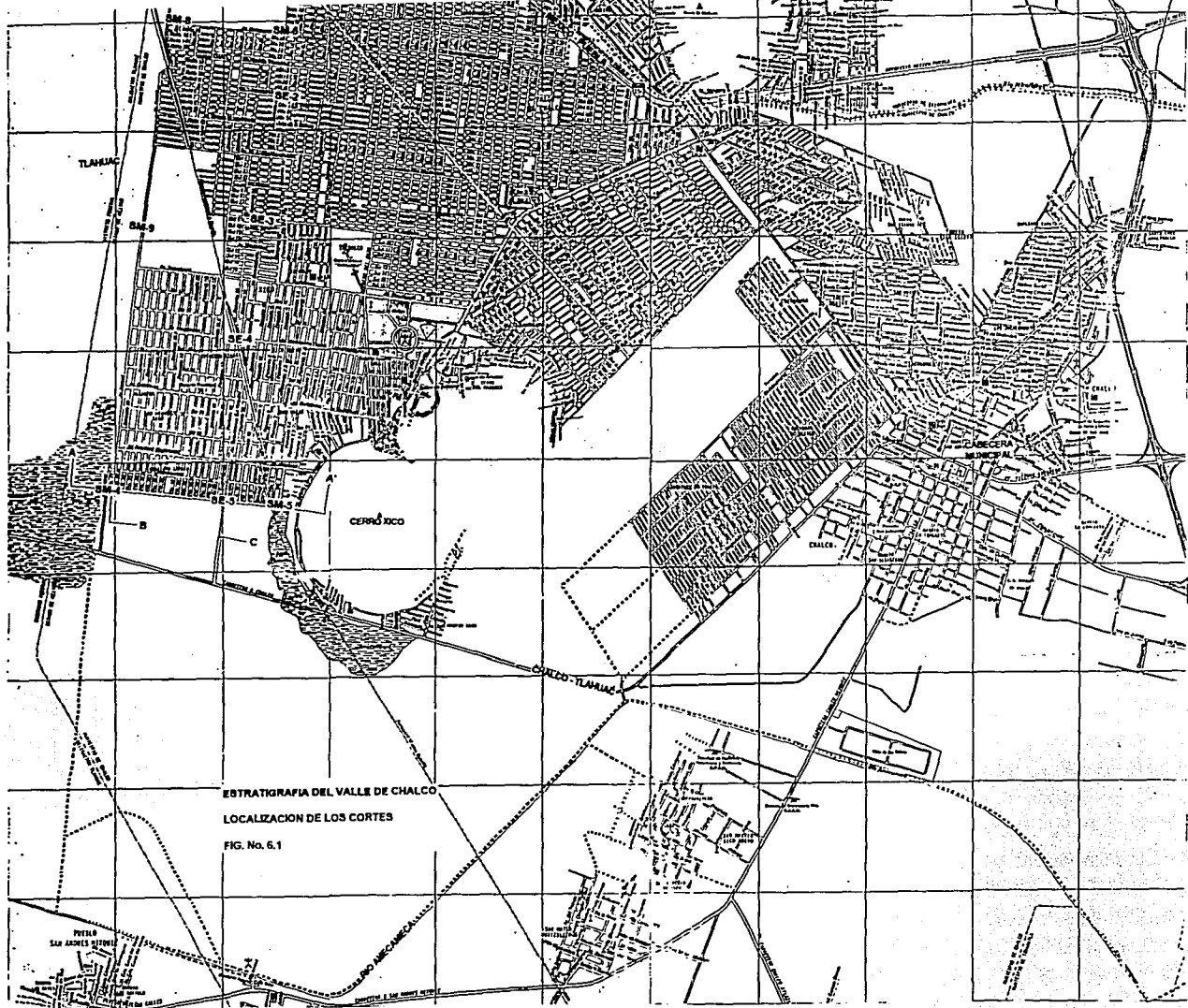
El primer corte (A - A') se encuentra a lo largo de la calle Chimalpán a un lado del dren 46, con una dirección W - E; el segundo (B - B') se realizó sobre la calle Acapul en dirección S - N; El tercer corte (C - C') está sobre la avenida Cuauhtémoc en dirección S - N y el último (D - D') se hizo a un lado de la autopista México - Puebla en dirección W - E los cuales se representan en la figura No. 6.1.

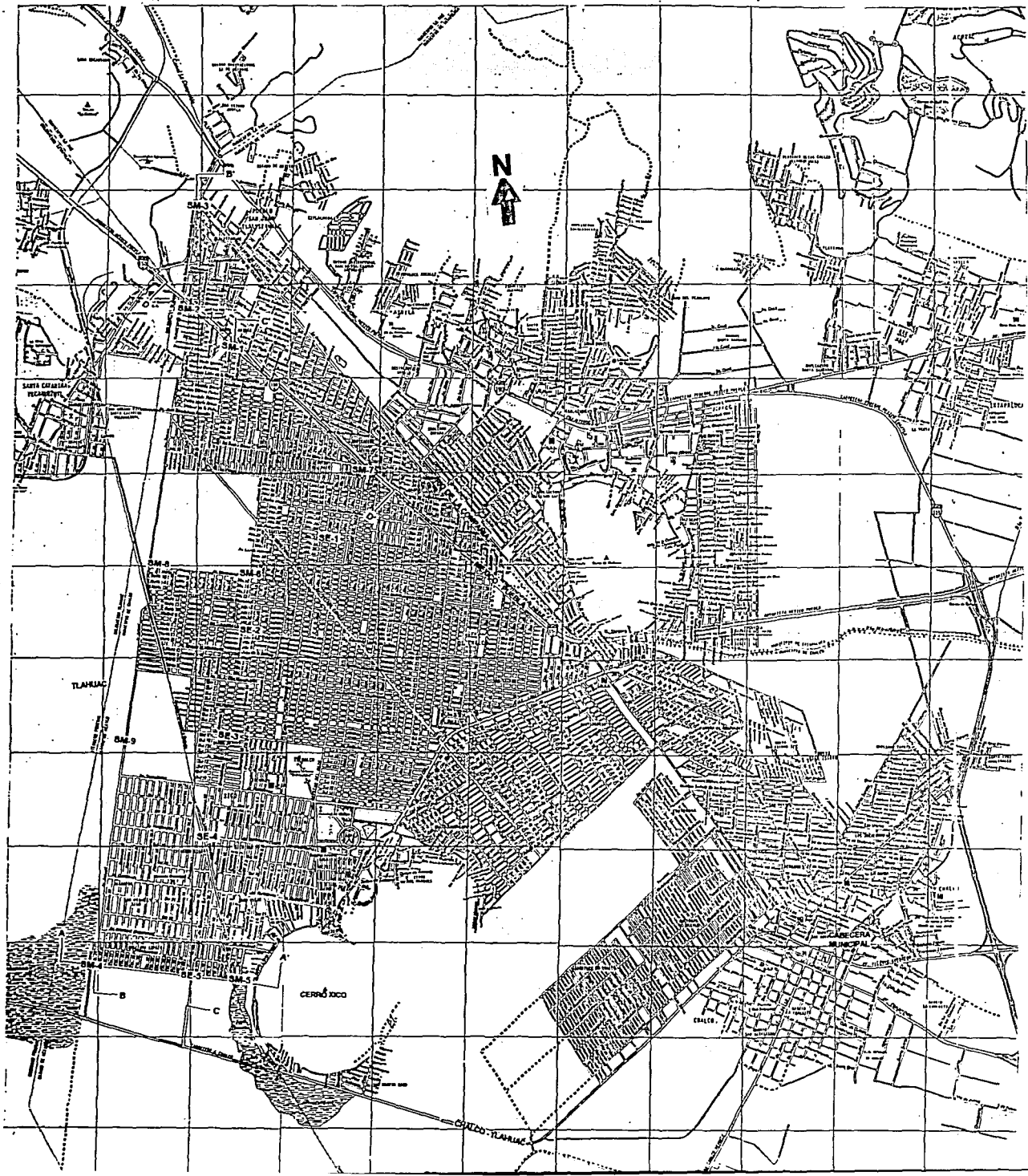
En el corte A - A' se presentan estratos muy parecidos a los B - B' y C - C' con la diferencia de que estos emergen hacia el este, debido a que se aproximan al cerro de Xico, (fig. No. 6.2).

En los cortes B - B' y C - C' se puede observar que el primer estrato está formado por arcillas - limosas con presencia de raíces; a una profundidad promedio de los 3m se encuentra una capa de limos - arenosos con un contenido de humedad promedio del 60% y con una resistencia a la penetración estandar aproximadamente de los 11 golpes, después de ésta continúan arcillas en su mayoría de color café rojizo con lentes de limos con un contenido de humedad promedio de 240% y una resistencia a la penetración estandar de los 3 golpes, terminando ésta se presenta nuevamente un estrato de limos - arenosos que varían en profundidades de los 7 a los 15m después continúa otra formación arcillosa con limos.

Estos dos cortes se realizaron en dirección S - N y además se puede observar que los estratos emergen hacia el norte ya que en esta dirección se aproximan a la sierra de Santa Catarina (fig. No. 6.3 y fig. No. 6.4).

En el corte D - D' en las primeras capas, se encuentran rellenos y arcillas con limos; a una profundidad promedio de los 3.5 m también se ubica un estrato de limos - arenosos y





PERFIL ESTRATIGRAFICO DIRECCION W - E

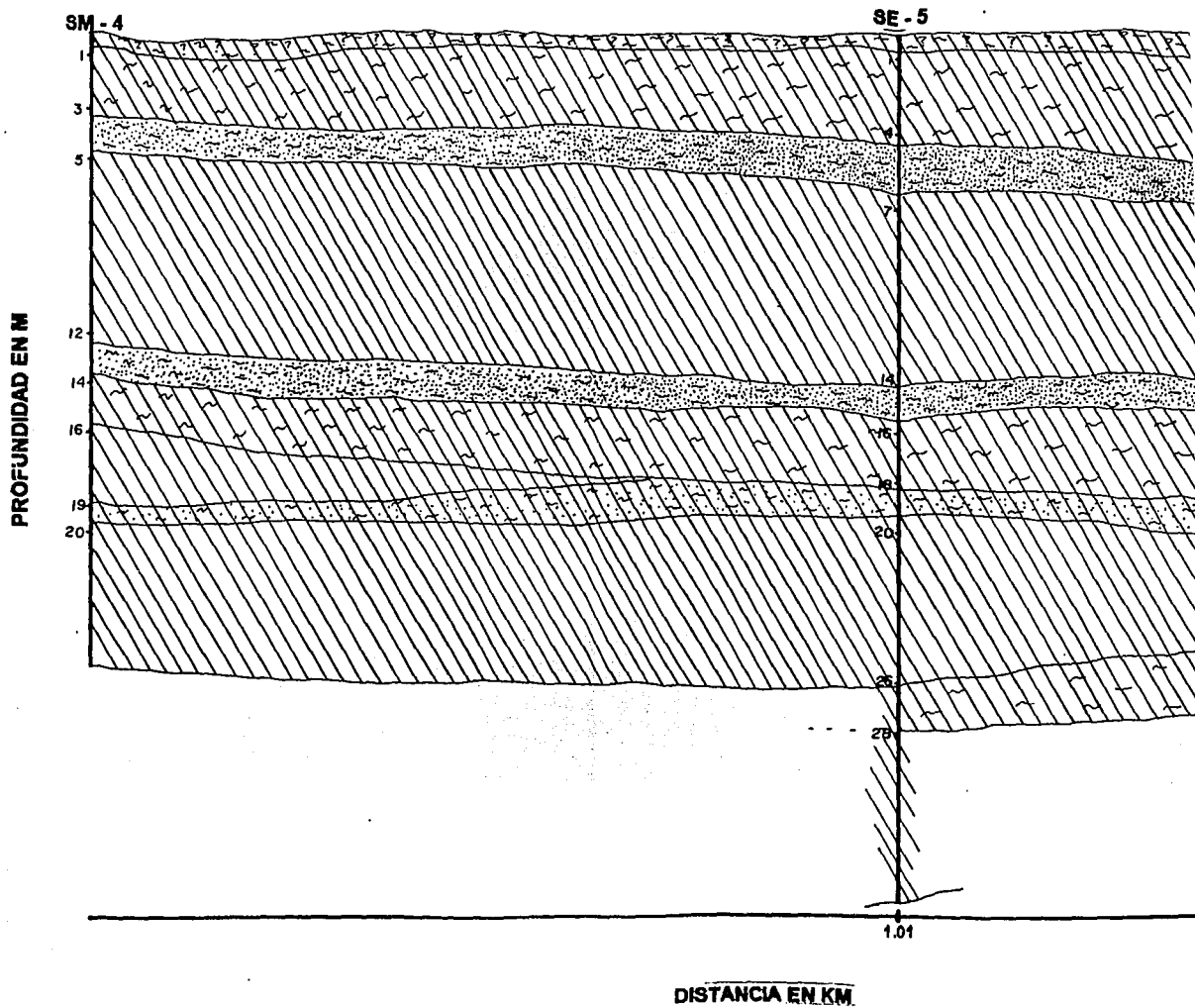
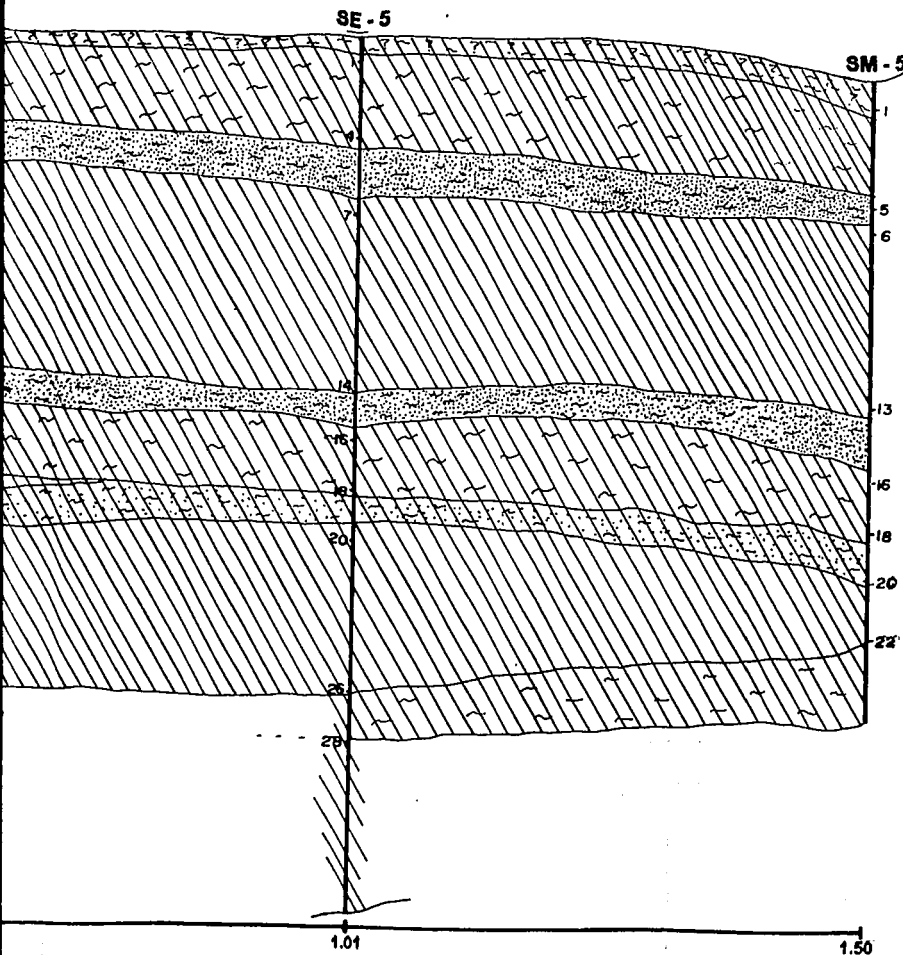







FIG. No. 8.2

RECCION W - E

CORTE A - A'

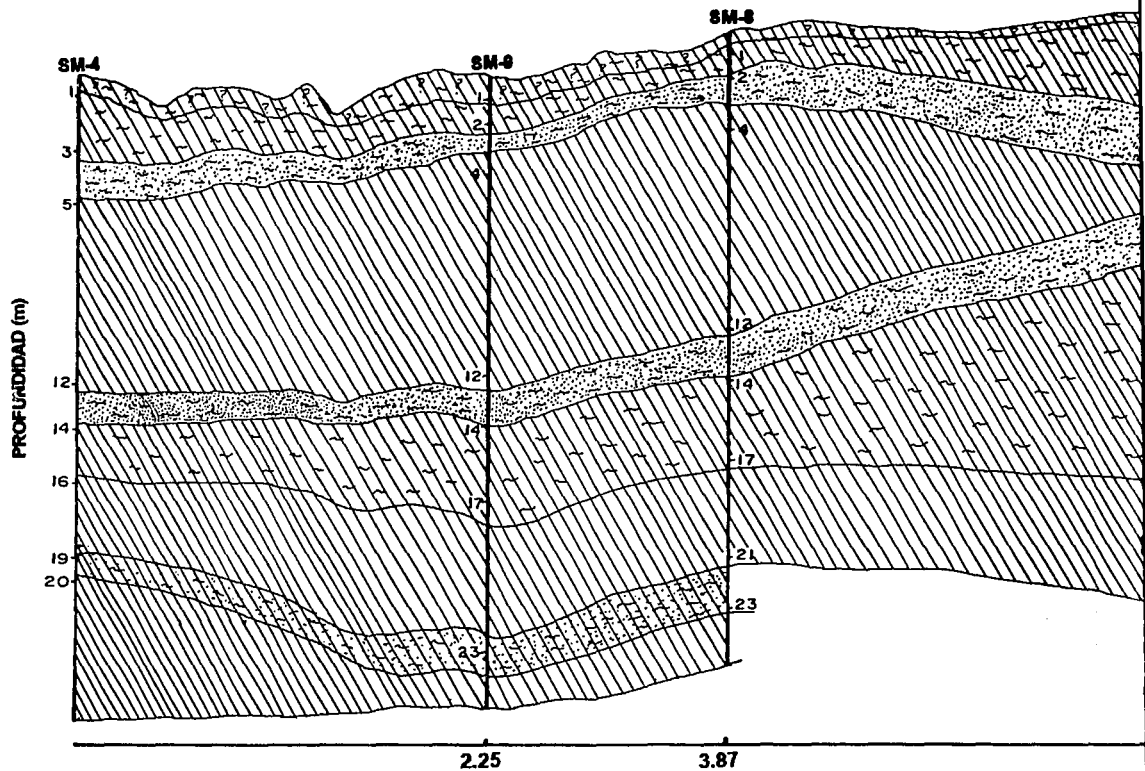


-  **ARCILLA**
-  **LIMOS**
-  **ARENA**
-  **MATERIA ORGANICA**
-  **RELLENO**

DISTANCIA EN KM

FIG. No. 6.2

PERFIL ESTRATIGRAFICO DIRECCION S - N

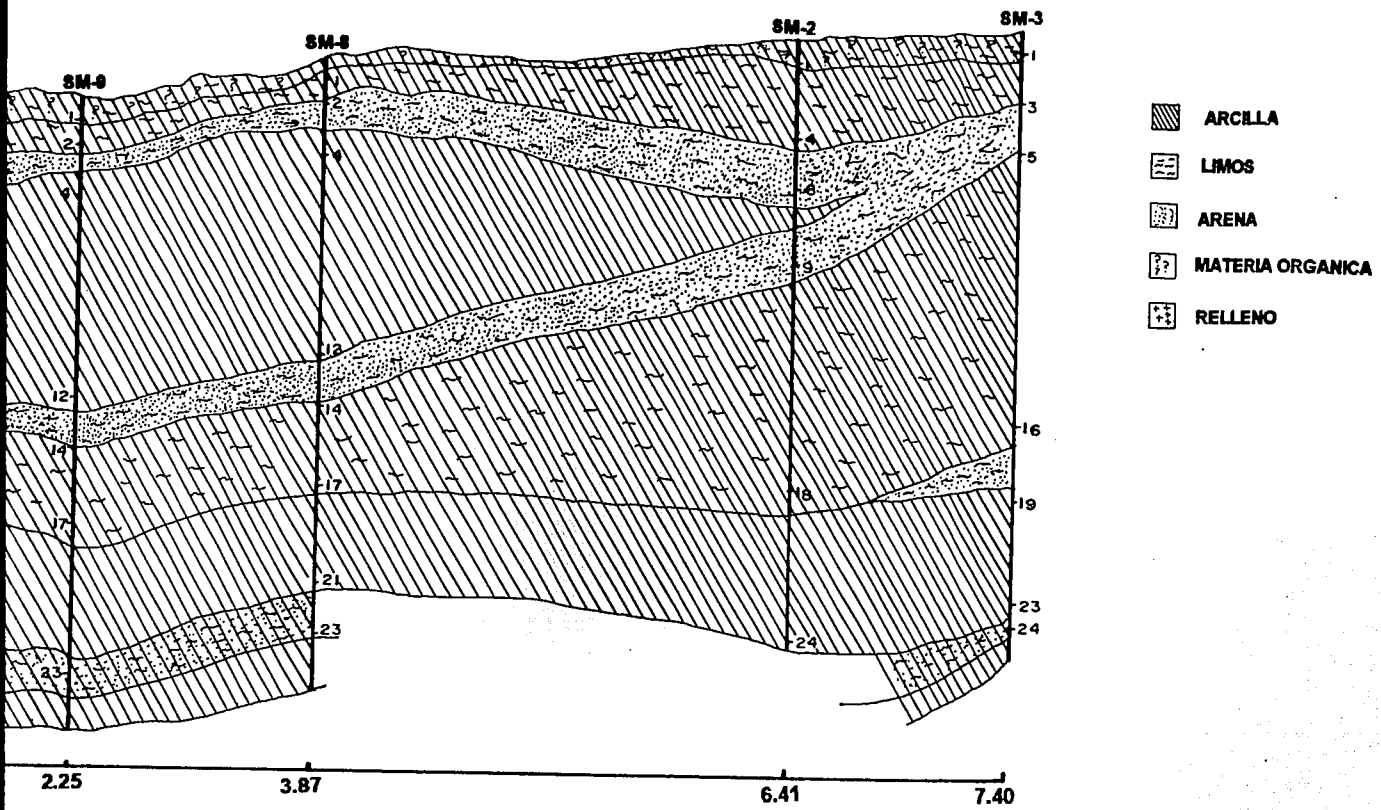


DISTANCIA (Km)

FIG. No. 6.3

SECCION S - N

CORTE B - B'

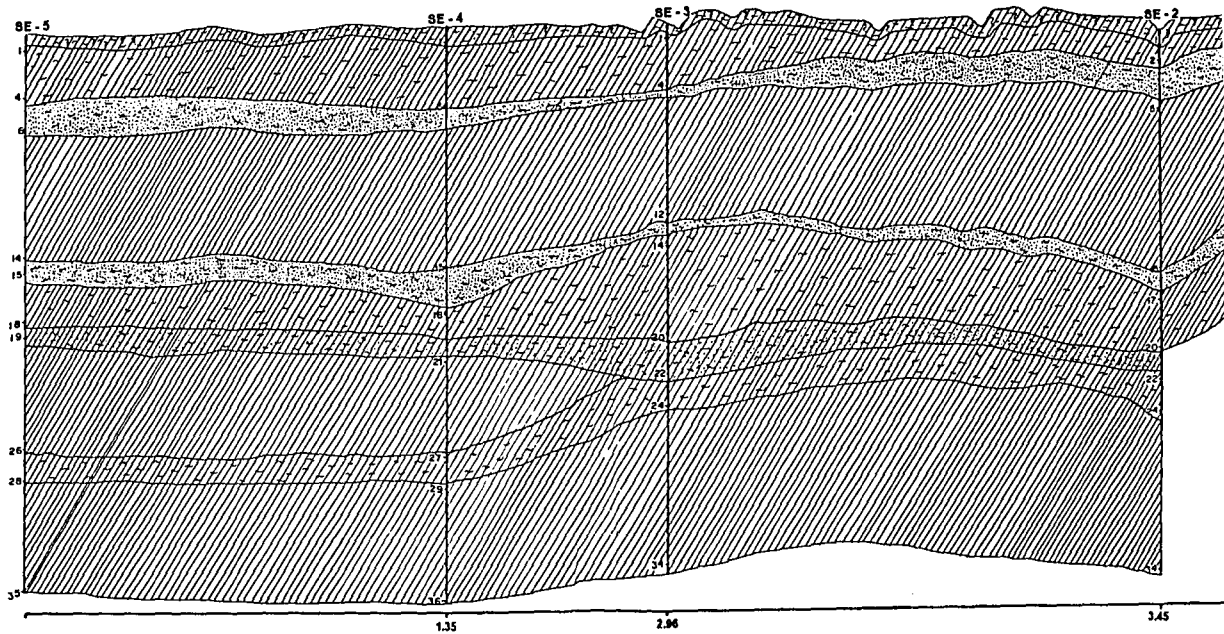


DISTANCIA (Km)

FIG. No. 6.3

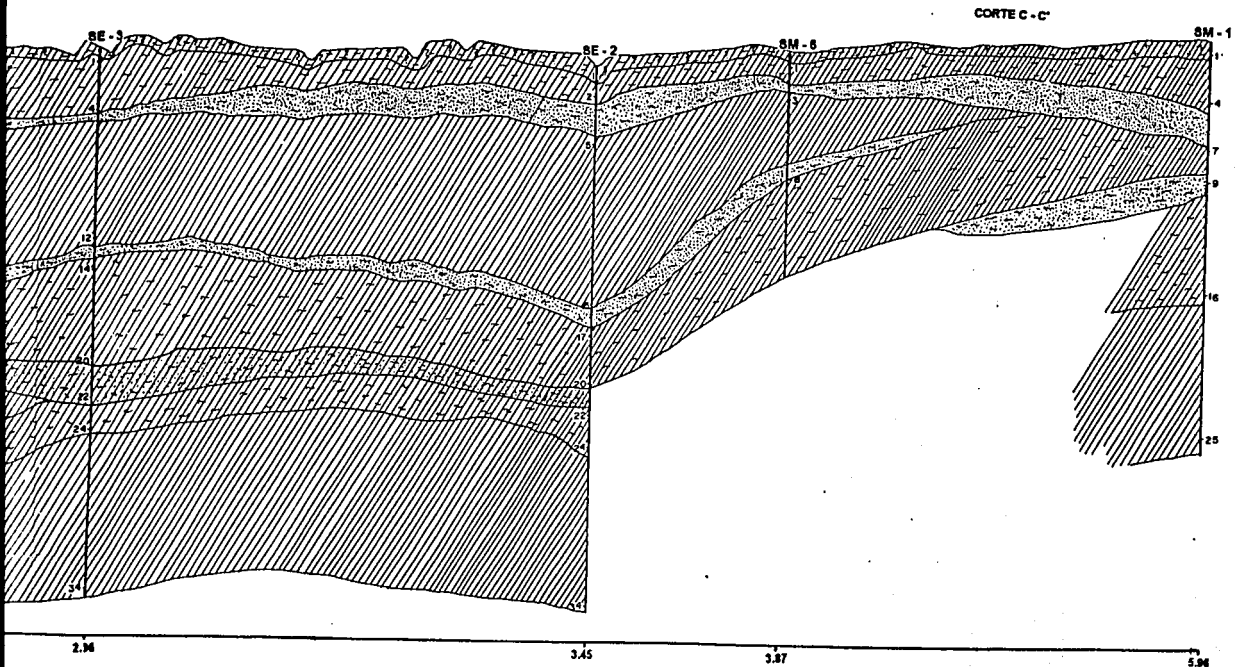


PERFIL ESTRATIGRAFICO DIRECCION S-N



DISTANCIA (Kgm)

FIG. No. 8.4



DISTANCIA (Kms)

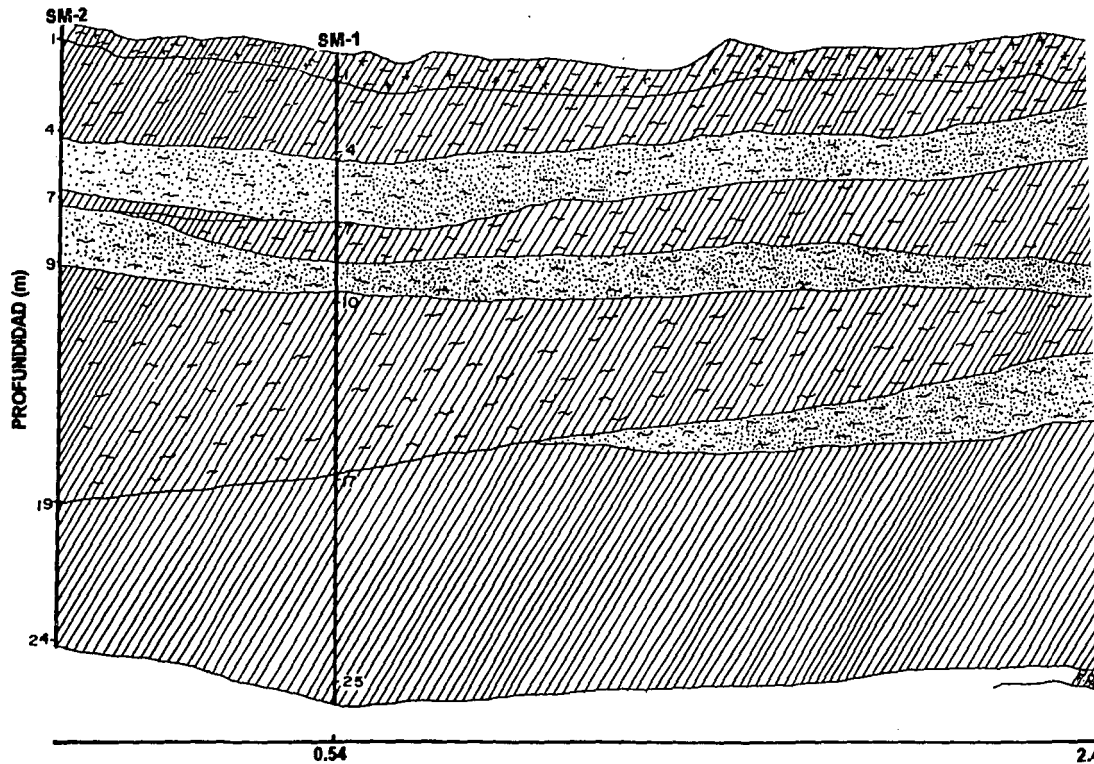
FIG. No. 64

posteriormente se tienen limos - arcillosos. En este corte se puede observar que existe otra formación de limos - arenosos aproximadamente a los 12 m y que estos estratos también emergen al este hacia donde se encuentra el cerro del elefante, (fig. No. 6.5).

En la figura No. 6.6 se muestra un corte esquemático donde se muestran las secciones A - A' y B - B' en dirección W - E y S - N respectivamente.

PERFIL ESTRATIGRAFICO DIRECCION W-E

CORTE D

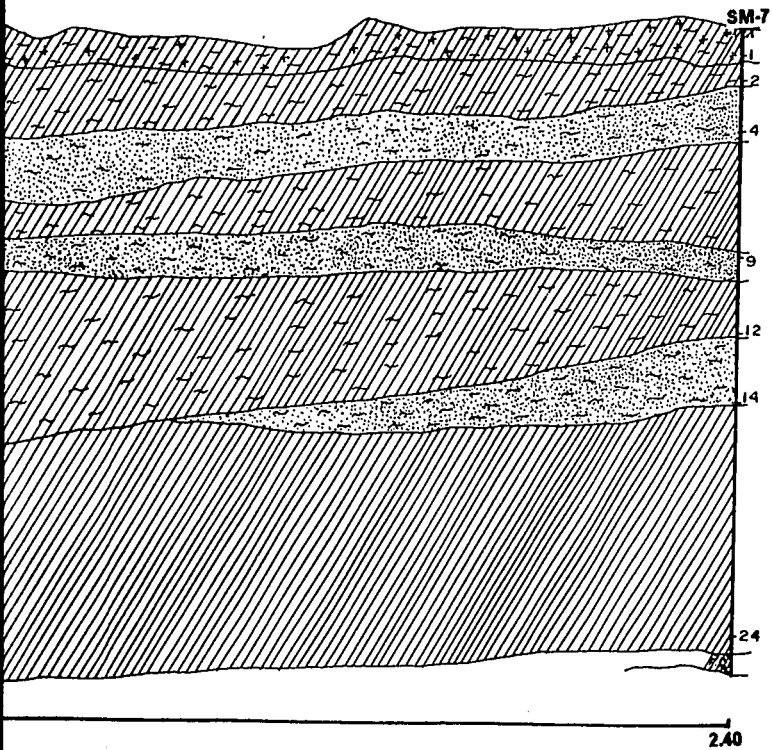





DISTANCIA (Km)

FIG. No. 6.5

RECCION W-E

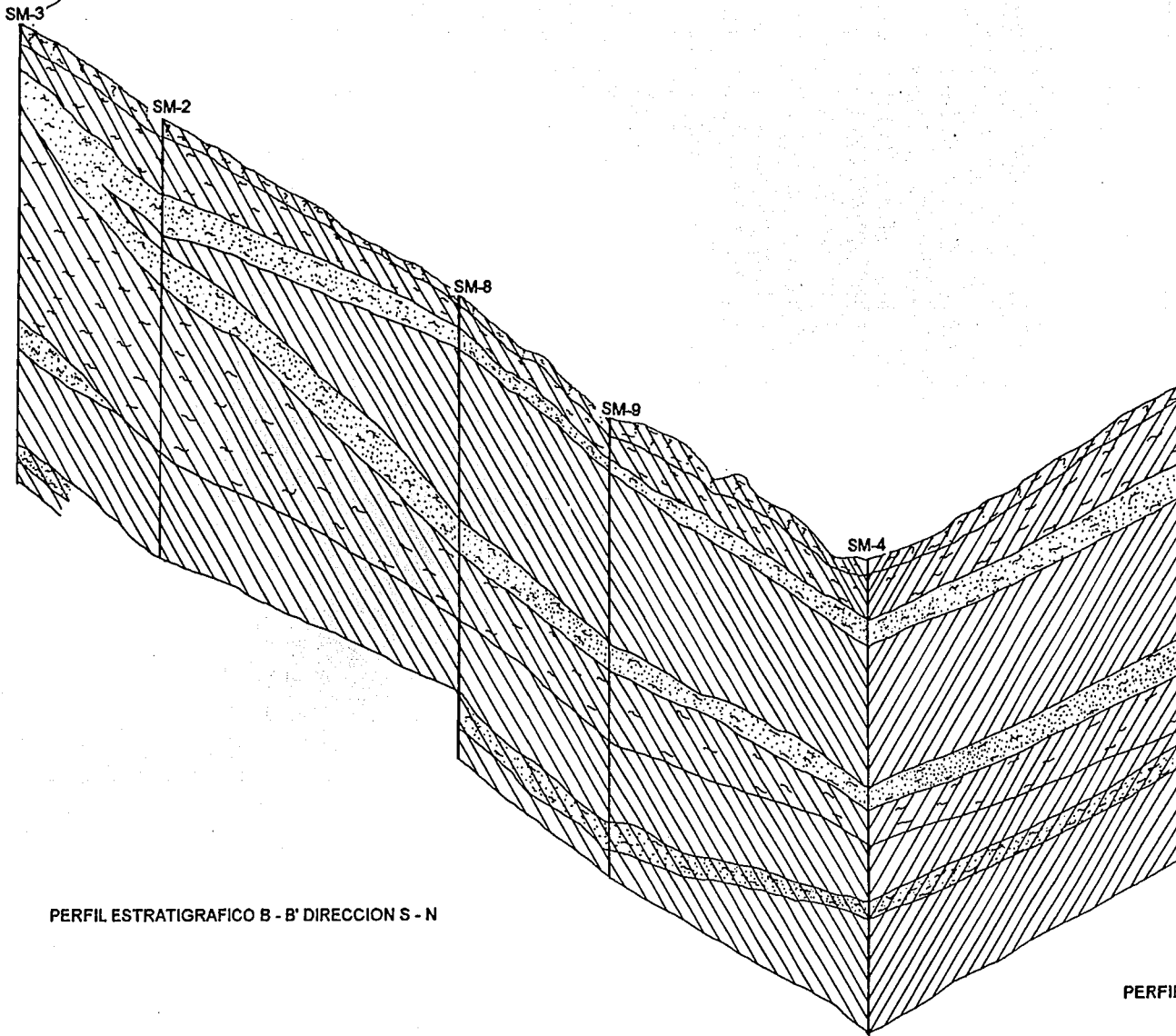
CORTE D - D'



-  MATERIA ORGANICA
-  ARENA
-  RELLENO
-  ARCILLA
-  LIMO

DISTANCIA (Km)

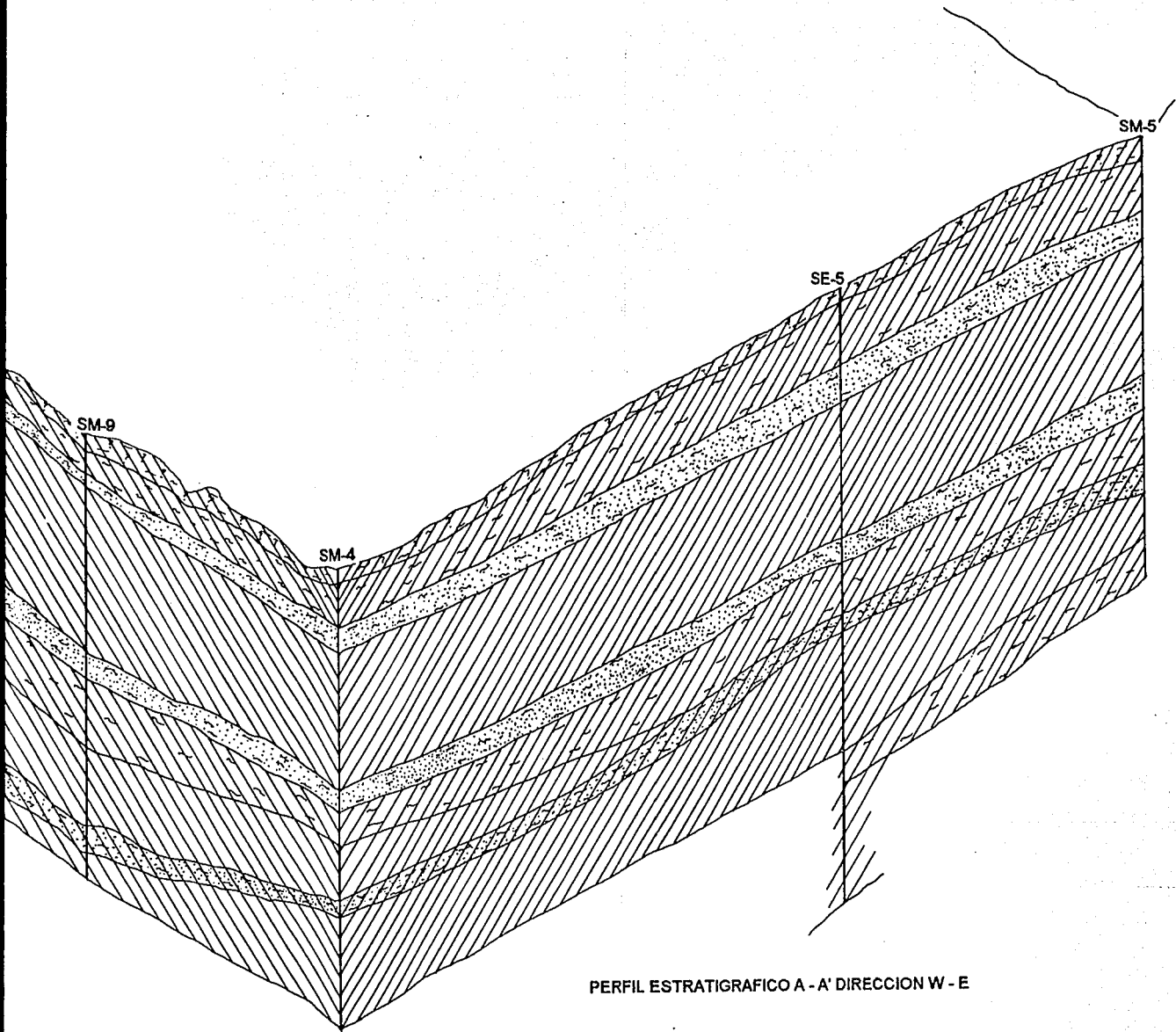
FIG. No. 6.5



PERFIL ESTRATIGRAFICO B - B' DIRECCION S - N

PERFIL

FIG. No. 6.6



PERFIL ESTRATIGRAFICO A - A' DIRECCION W - E

El conocer y analizar el comportamiento del suelo, en que se va a trabajar, permite determinar el tipo el procedimiento constructivo más adecuado y el comportamiento de las estructuras a corto, mediano y largo plazo; a continuación se explican brevemente algunos ejemplos.

Los estudios presentados en este trabajo son principalmente para auxiliar en los proyecto ejecutivo y definir los procedimientos constructivos de las obras que esta realizando la COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO (CEAS).

El sistema de drenaje en el Valle de Chalco consiste en un drenaje combinado en el que además de la instalación de la tubería que en ocasiones alcanza hasta los 8 m de profundidad se tienen que construir plantas de bombeo las cuales desalojaran las aguas negras y pluviales hacia el canal general y de éste al río de la compañía.

En este tipo de suelo en que la estabilidad y capacidad de carga del material es muy baja, para la instalación de la tubería y la construcción de los cárcamos para las plantas de bombeo se utilizaron los siguientes métodos.

#### a) INSTALACION DE TUBERIA.

Debido a las complejas características del subsuelo del Valle de Chalco y además a la irregularidad en la forma en que se urbanizo, en donde se tienen calles muy estrechas y en su mayoría las casas fueron autoconstruidas, esto motivo a realizar procedimientos constructivos complejos como es el caso de la instalación de la tubería que se vio en la necesidad de instalar tablaestacados metálicos antes de efectuar la excavación, los cuales consisten en instalar viguetas con una longitud de 6m y placas de acero de 1.20x6.00m (figura No. 6.7). con el fin de evitar derrumbes del material, afectar a las estructuras colindantes y poder colocar la tubería; el ancho de la



TABLAESTACADO METALICO

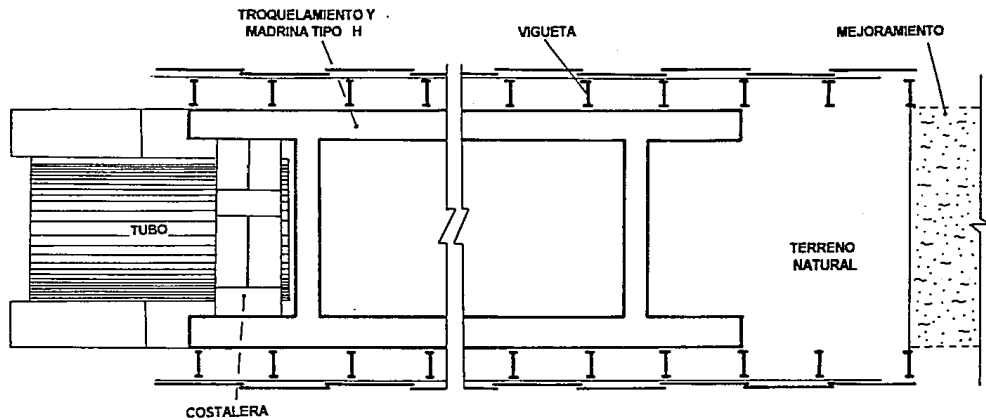


FIG. No. 6.7

zanja y el tablaestacado se realizó considerando los diámetros y la profundidad.

Con el propósito de aumentar y/o uniformizar la capacidad de carga del terreno para el apoyo correcto de la tubería por instalar es necesario construir la plantilla o "cama" de material de banco (tezontle), que trabaje como cimiento de las líneas por tender.

Para cada planta de bombeo (fig. No. 6.8) se están construyendo dos cárcamos, el de rejillas y el de bombeo para el lavado de estos debido a la inestabilidad y baja resistencia del terreno, se han realizado los siguientes procedimientos constructivos :

b) POZO INDIO

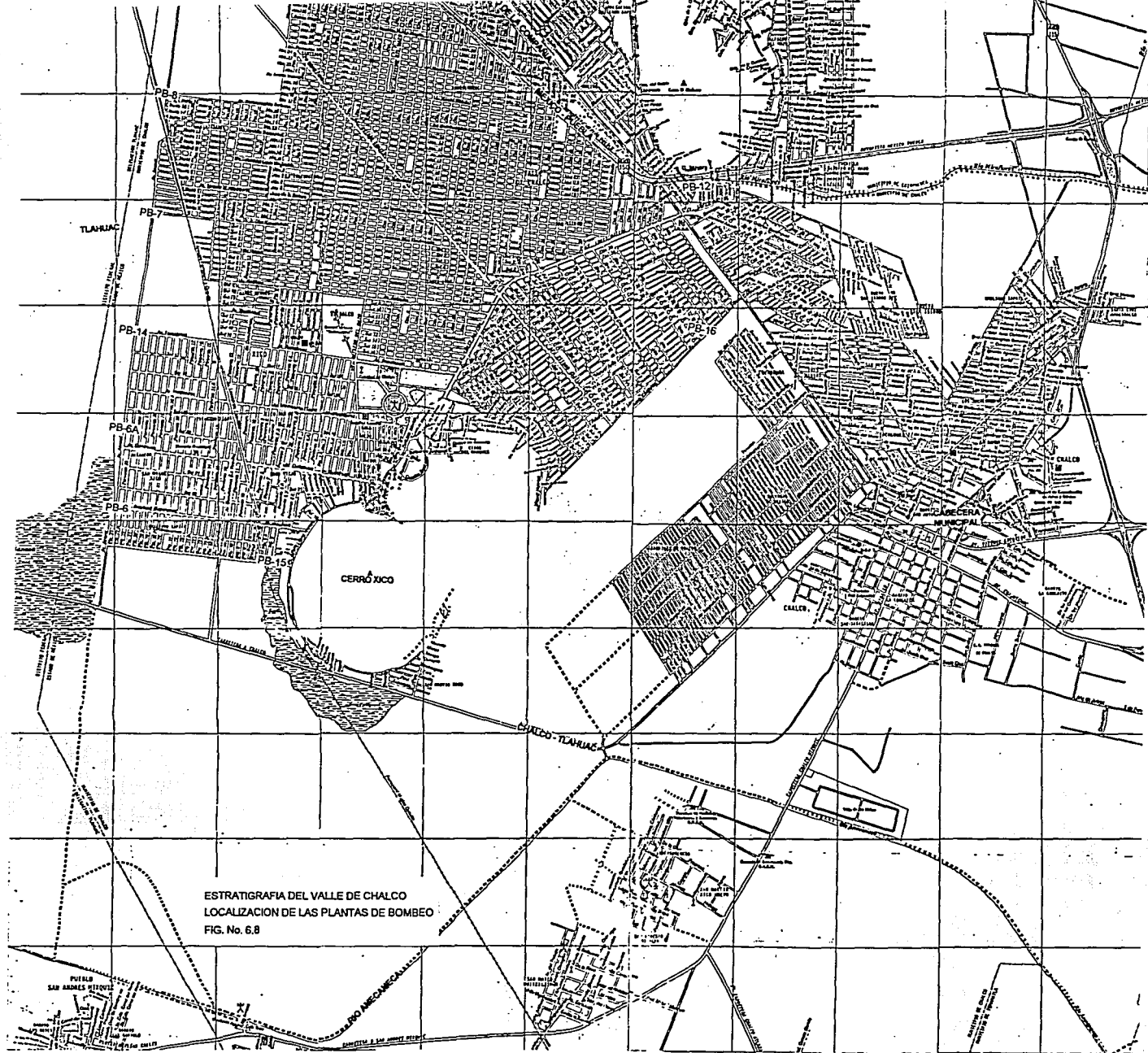
c) MURO MILAN

d) LUMBRERA FLOTADA

En la tabla No. 6.15 se muestran las dimensiones de cada cárcamo de las plantas de bombeo.

PLANTA DE BOMBEO	O DE CARCAMOS		PROFUNDIDAD	
	BOMBEO	REJILLAS	BOMBEO	REJILLAS
PB - 6	6.50m	3.50m	8.00m	4.50m
PB - 6A	6.50m	3.50m	8.00m	4.50m
PB - 7	8.80m	8.00m	12.00m	9.50m
PB - 8	11.00m	5.50m	12.00m	9.00m
PB - 12	8.00m	4.10	6.00m	6.00m
PB - 14	4.00m	3.00m	8.00m	6.00m
PB - 15	3.80m	3.20m	8.00m	6.00m
PB - 16	6.50m	4.00m	10.20m	7.00m

TABLA No. 6.15





## b) POZO INDIO

Los cárcamos de las plantas de bombeo No. PB-8, PB-8A, PB-14, PB-15 y PB-16 se construyen con este procedimiento el cual consiste en lo siguiente:

La geometría de los cárcamos es circular y su construcción es por medio de dovelas.

El procedimiento de pozo indio consiste en que la estructura valla descendiendo conforme se valla incrementando las dovelas (fig. No. 8.9) y se realiza la excavación en el interior del cilindro para esto se requiere que el peso de la parte construida sea mayor a la fricción lateral que ejerce el subsuelo, por tal motivo se requiere conocer las características mecánicas del suelo.

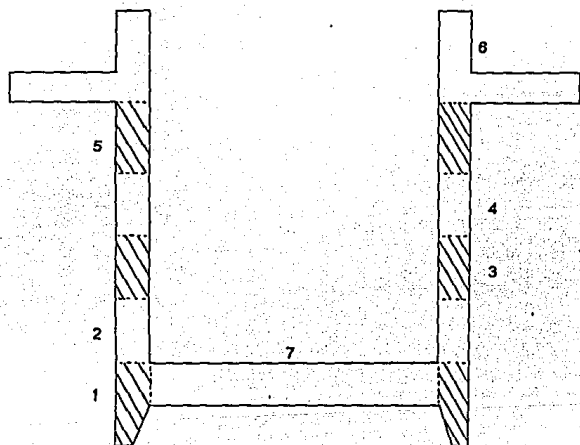
La excavación se realizará a mano de manera uniforme, para que en cada ciclo el fondo presente un nivel sensiblemente horizontal; una vez iniciados estos trabajos lo recomendable es no suspenderlo por largo tiempo, ya que la fricción lateral entre las paredes y el suelo es susceptible de recuperarse.

Este método resulta un poco lento y cuando no se realiza en forma continua pueden presentarse problemas de desplome en los cárcamos.

## c) MURO MILAN.

Con este procedimiento (fig. No. 10) se construye el cárcamo de bombeo de la planta PB-8A, el cárcamo de rejillas de la PB-8 y los de la PB-12; primero se construirán dos brocales (interior y exterior) cada uno está constituido por dos elementos denominados alero y faldón. En el área comprendida entre estos dos brocales se efectuarán perforaciones uniformemente distribuidas a una profundidad mayor a la del lecho inferior de la losa de fondo; estas perforaciones deberán realizarse con máquina rotatoria ocupando lodo bentonítico como fluido de perforación, conservando el nivel de lodo a una profundidad mínima de 80 cm abajo del nivel del terreno.

ETAPAS DE COLADO



POZO INDIO

FIG. No. 6.9

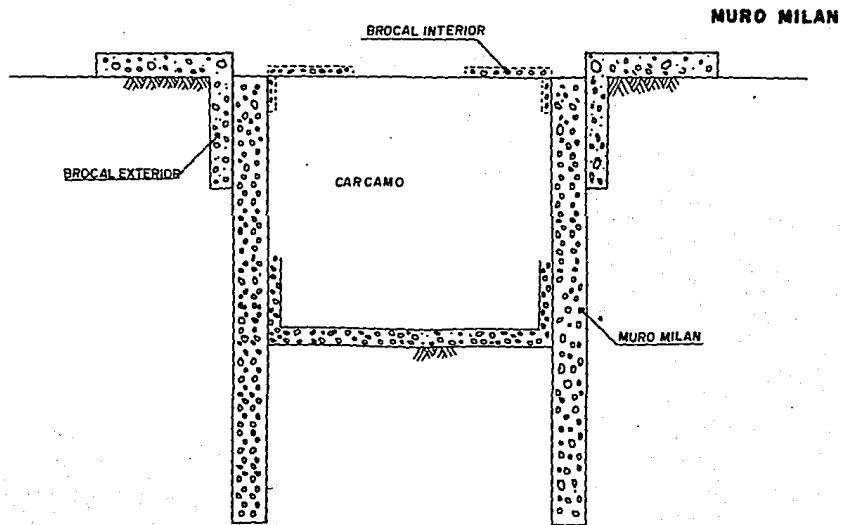


FIG. No. 6.10

En los tramos entre las perforaciones realizadas y en toda la profundidad de estas, se excavará con almeja hidráulica guiada, sustituyendo este material por lodo bentonítico, conservando de igual forma el nivel del lodo a una profundidad no mayor de 80 cm abajo del nivel del terreno, será necesario remover el lodo dentro de la excavación para evitar la decantación o sedimentación del lodo bentonítico, esta operación se podrá realizar inyectando aire a presión por medio de una tubería de 2" de diámetro.

Se colocará el armado del muro milán, bajando cada uno de los armados que constituyen el tablero.

Simultáneamente a las perforaciones perimetrales, se deberá iniciar el habilitado del muro milán que estará constituido por tableros semicirculares.

En los extremos del tablero del muro milán, se colocarán dos tubos de acero de 20" de diámetro. Se iniciará el colado del muro bajo lodo bentonítico con concreto hidráulico, este deberá colarse con tubo tremie, mediante trompas.

Iniciado el fraguado se extraerán los tubos con lo cual quedarán dos muescas que servirán para la junta vertical inyectada. Se continuará con la construcción del tablero opuesto, siguiendo el procedimiento constructivo del primer tablero.

Se demolerá el brocal interior y se procederá a excavar el núcleo central hasta una profundidad determinada, donde se colocará un marco metálico (troquel). Durante la excavación, se presentará un flujo de agua dentro del cárcamo, estos se deberán encauzar a un cárcamo interior y extraerlos por medio de bombas.

Una vez alcanzada la profundidad de proyecto se colocará una plantilla compuesta por una



capa de tezontle, procediendo a colocar posteriormente una plantilla de concreto.

Se colará la losa de fondo procediendo a la preparación del muro mltán (cajas y conectores), el brocal exterior al muro de la lumbrera.

#### d) LUMBRERA FLOTADA

Por este procedimiento (fig. No. 6.11) se construirá únicamente el cárcamo de bombeo de la planta PB-8.

Se construirán dos brocales denominados exterior e interior; cada uno estará constituido por dos elementos denominados alero y faldón.

Se iniciará la excavación de una zanja circular con un diámetro según las dimensiones del cárcamo y se amará y colará el faldón de los dos brocales.

En el área comprendida entre los dos brocales, se efectuarán diez perforaciones uniformemente distribuidas a una profundidad mayor a la del lecho inferior de la losa de fondo; estas perforaciones deberán realizarse con máquina rotatoria ocupando lodo bentonítico como fluido de perforación, conservando de igual forma el nivel del lodo a una profundidad no mayor de 80 cm con respecto al nivel del terreno actual.

Los bordos dejados por la perforación y la almeja, se excavarán mediante una caja metálica con paredes curvas que coincidan con las superficies interiores de los brocales, esta operación se llevará a cabo en todo el perímetro circular de la excavación y se deberá ir comprobando la verticalidad de las paredes.

Se demolerá el brocal interior y se excavará al centro de la lumbrera mediante almeja hidráulica guiada, llevando la excavación hasta la profundidad de las perforaciones guiadas y

## LUMBRERA FLOTADA

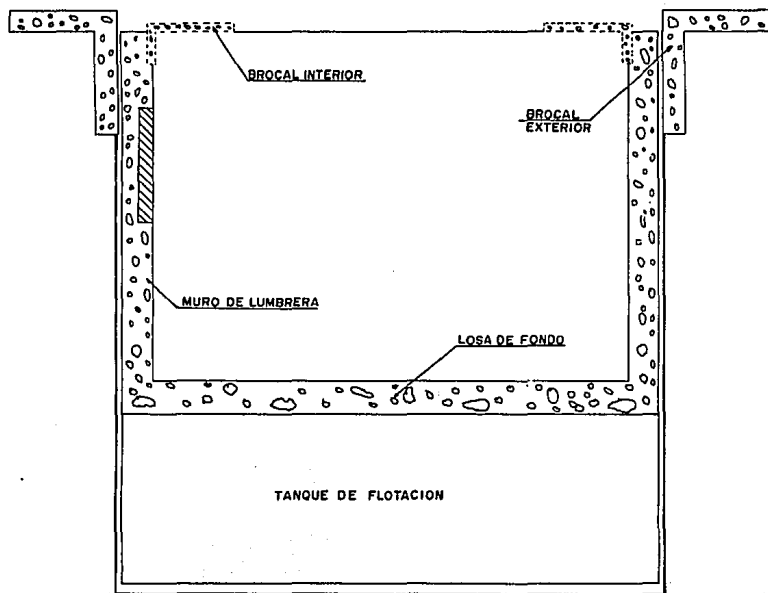


FIG. No. 6.11

conservando el nivel del lodo bentonítico a una profundidad máxima de 80 cm.

El control de la profundidad deberá ser mediante una sonda en toda el área de la excavación, formando una cuadrícula de lugares sondeados, para realizar esta operación se deberá colocar un puente con malacates para efectuar adecuadamente la inspección.

Cuando finalmente se alcanzó la profundidad de proyecto se comprobará la verticalidad de las paredes; será necesario recircular el lodo dentro de la excavación para evitar la decantación o sedimentación del lodo bentonítico esta operación se podrá realizar inyectando aire a presión por medio de una tubería de 2" de diámetro, estas tuberías se colocan en la periferia de la excavación.

El tanque es una estructura de acero en forma cilíndrica construido de tal manera que evite las fugas de aire; la función del tanque es la de servir como cámara de flotación. El tanque deberá contar con válvulas que permita la entrada o salida de aire, lográndose con esto que la estructura ascienda o descienda dentro de la excavación.

Contruido el tanque, se colocará en su posición inicial, apoyándose en las viguetas de sujeción colocadas con anterioridad.

Se proseguirá con el armado y colado de la losa de fondo. Se iniciará el armado y colado del primer tramo de muro, se deberán dejar las preparaciones para vanos donde se colocarán las viguetas de sujeción. Se inyectará aire para sustentar el peso de las estructuras, y se retirarán las viguetas.

Para nivelar la lumbrera durante su descenso, se colocarán cuatro malacates apoyados en el

brocal exterior. Se procederá a extraer el aire en el tanque de flotación para sumergir parte de la estructura, hasta el nivel de las preparaciones de la lumbrera, apoyándola nuevamente en las viguetas de inyección. Durante el proceso de construcción el efecto de flotación se controlará mediante un lastre con agua, que se almacenará en el interior de la lumbrera.

Se efectuará la unión estructural del brocal y las paredes de la lumbrera dejando preparaciones necesarias para efectuar la inyección de la mezcla; se sustituirá la bentonita remanente por inyección de una mezcla de mortero que cumpla con un peso volumétrico determinado.

Una vez que se coloque el mortero se podrá ir quitando el lastre de agua colocado, para así, iniciar la construcción de la liga con el cárcamo de rejillas.

La colocación del mortero se hará con método "Tremi", ahogando el tubo 30 cm dentro del mortero que se descarga; la colocación será en toda la lumbrera radialmente para evitar la contaminación con el lodo bentonítico.

## CAPITULO 7

### CONCLUSIONES

Todas las obras de Ingeniería civil están directamente relacionadas con el suelo, por lo que es de vital importancia, conocer las propiedades físicas y mecánicas del terreno en que se va a trabajar, ya que mediante su adecuada interpretación, se pueden predecir con bastante aproximación, el comportamiento de este, bajo la acción de los esfuerzos a que sean sometidos. El intentar iniciar cualquier construcción sin un estudio previo del suelo, posiblemente sea uno de los mayores riesgos que se pueden correr en este campo. Se debe tener cuidado que la obtención de las muestras se realice con el método de exploración adecuado, según el tipo de suelo que se requiera estudiar.

El fin de este trabajo fue precisamente el de dar una descripción del tipo de suelo que existe en el Valle de Chalco; como un apoyo para determinar los procedimientos constructivos de las obras del drenaje combinado que se está realizando.

En base a los sondeos realizados se puede concluir que el subsuelo del Valle de Chalco está formado principalmente por arcillas de alta compresibilidad y en algunos casos está intercalada con lentes de limos, también se pueden encontrar capas de arena con pocos limos.

Tomando en cuenta el tipo de suelo que existe en el Valle de Chalco se han tenido que tomar precauciones para no dañar las edificaciones con la instalación de la tubería y evitar la falla de fondo en la construcción de los cárcamos para las plantas de bombeo que desalojaran las aguas negras y pluviales de esta zona.

## BIBLIOGRAFIA.

- Juárez Badillo, Rico Rodríguez,  
Mecánica de suelos, Fundamentos de la Mecánica de suelos  
Editorial Limusa.
- E. Vazquez Sanchez R. Jaimes Palomera,  
Geología de la cuenca de México  
Revista de la Unión de Geofísica Mexicana, auspiciada  
por el Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional  
Autónoma de México.
- El subsuelo y la Ingeniería de Cimentaciones en el Área  
Urbana del Valle de México.  
Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos.  
Simposio  
10 de marzo de 1978.
- Raúl J. Marsal y Marcos Mazari,  
El subsuelos de la ciudad de México.  
Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos.
- Carlos Crespo Villalaz,  
Mecánica de suelos y cimentaciones.  
Editorial limusa.
- Sondeo mixto SM-1  
Comisión Estatal de Agua y Saneamiento.
- Sondeo mixto SM-2  
Comisión Estatal de Agua y Saneamiento.

- Sondeo mixto SM-3  
Comisión Estatal de Agua y Saneamiento.
- Sondeo mixto SM-4  
Comisión Estatal de Agua y Saneamiento.
- Sondeo mixto SM-5  
Comisión Estatal de Agua y Saneamiento.
- Estudio de mecánica de suelos para el centro  
de distribución y agencia de la compañía de luz  
y fuerza.
- Sondeo mixto SM-7  
Comisión Estatal de Agua y Saneamiento.
- Sondeo mixto SM-8  
Comisión Estatal de Agua y Saneamiento.
- Sondeo mixto SM-9  
Comisión Estatal de Agua y Saneamiento.
- Sondeo exploratorio SE-1  
Comisión Estatal de Agua y Saneamiento.
- Sondeo exploratorio SE-2  
Comisión Estatal de Agua y Saneamiento.
- Sondeo exploratorio SE-3  
Comisión Estatal de Agua y Saneamiento.
- Sondeo exploratorio SE-4  
Comisión Estatal de Agua y Saneamiento.
- Sondeo exploratorio SE-5  
Comisión Estatal de Agua y Saneamiento.