



872715
2ej
UNIVERSIDAD DON VASCO, A.C.

INCORPORADA A LA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

CLAVE N° 8727 - 15

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

**PROPIEDADES INDICE Y
MECANICAS EN SUELOS
DE URUAPAN, MICH.**

TESIS PROFESIONAL

P R E S E N T A

atalina
**MIRANDA DOMINGUEZ C. BETZABE
RODRIGUEZ CORONA MARIA ISABEL**

PARA OBTENER EL TITULO DE:

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

ASESOR:

I. C. GUILLERMO MARTINEZ RUIZ



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

URUAPAN, MICH., 30 DICIEMBRE 1999
277524



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DEDICATORIA

A JEHOVÁ, por permitirme hacer realidad éste sueño, y darme la fortaleza necesaria para lograrlo.

A mis padres, por toda su comprensión, paciencia, esfuerzo y aliento brindado en los momentos difíciles.

A mi hermano, por todo su cariño así como apoyo incondicional sin egoísmo alguno.

A mi asesor, por su guía siempre oportuna y su amistad brindada.

Betzabé Miranda Domínguez.

DEDICATORIA

A DIOS:

Por cuidarme, por permitirme vivir y cumplir una etapa tan importante en mi vida.

A MIS PADRES Y HERMANOS:

Gracias por sus esfuerzos, por estar siempre conmigo y por darme ésta oportunidad.

A MIS MAESTROS:

Por brindarme su apoyo, tiempo y esfuerzo.

A MI ASESOR:

Por su apoyo incondicional y el tiempo dedicado para la realización de ésta tesis.

Isabel Rodríguez Corona

INDICE

INTRODUCCIÓN

CAPITULO 1

Contexto físico y Geográfico

1.1	Medio Físico Natural	1
1.1.1	Ubicación	1
1.1.2	Topografía	1
1.1.3	Hidrología	1
1.1.4	Geología	2
1.1.5	Climatología	2
1.2	Aptitud territorial	2

CAPITULO 2

Geología superficial

2.1	Uso de los conocimientos de geología por el ingeniero	6
2.2	Suelo	7
2.3	Intemperismo y suelos	8
2.3.1	Acción geológica del agua	10
2.3.2	Erosión	10
2.3.3	Alteraciones de los ríos con el tiempo	11
2.3.4	Acción geológica del viento	11
2.3.5	Aguas subterráneas	11
2.4	Características de los sedimentos	11
2.5	Algunas propiedades y comportamiento de los suelos	13
2.6	Topografía	14
2.7	Hidrografía	17

CAPITULO 3

Opciones y tendencias al desarrollo urbano

3.1	Crecimiento urbano de Uruapan	19
3.2	Análisis preliminar de la zona en estudio	22

CAPITULO 4

Pruebas de Laboratorio

4.1	Muestreo	24
4.1.1	Método de muestreo a usar	26
4.2	Descripción de las pruebas de laboratorio	29
4.2.1	Granulometría	29
4.2.2	Limites de consistencia	30
4.2.2.1	Límite líquido	30
4.2.2.2	Límite plástico	32
4.2.2.3	Índice plástico	32
4.2.2.4	Contracción lineal	32
4.2.2.5	Límite de contracción	33
4.2.3	Clasificación SUCS	36
4.2.4	Densidad de sólidos	36
4.2.5	Humedad natural	39
4.2.6	Consolidación	40
4.2.7	Prueba de compresión simple	42
4.2.8	Prueba triaxial rápida	43

CAPITULO 5

Propiedades Índice y Mecánicas de los suelos

5.1	Localización de los estudios de mecánica de suelos	45
5.2	Propiedades índice y mecánicas de los suelos	47
5.3	Cortes estratigráficos de los suelos	103
5.3.1	Corte Norte-Sur	104
5.3.2	Corte Oeste-Este	104
5.3.3	Corte Noroeste-Sureste	105
5.3.4.1	Corte Noreste-Suroeste	105
5.3.4.1	Corte Noreste-Suroeste	106
5.3.5	Estratigrafía	107

COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

INTRODUCCIÓN

Los suelos son el más viejo material de construcción y el más complejo. Su variedad es enorme y sus propiedades variables en el tiempo y en el espacio, son difíciles de entender y medir. A pesar de esto, antes del siglo XX no se hizo un esfuerzo serio para atacar científicamente el estudio de los suelos.

La llamada Mecánica de Suelos es un fruto característico de la Ingeniería de nuestro tiempo: fue a principios de este siglo, en 1913, en Estados Unidos y Suecia, donde se intentó por primera vez, en forma sistemática y organizada, realizar estudios que corrigieran vicios seculares en el tratamiento de los suelos.

Desde entonces hasta nuestros tiempos ha habido una evolución muy grande y también momentos de gran incertidumbre y desconcierto. Científicos y técnicos han tratado a la mecánica de suelos a veces con desdén. No es una rama científica, esta llena de oscuridades y de dificultades de imágenes puramente empíricas, dicen. Sin embargo, pese a las hostilidades e incomprendimientos, la mecánica de suelos ha adquirido relevancia y para usar un término propio de ella, se ha “consolidado” en Universidades, Centros de estudio e investigación y en oficinas de consulta.

Para cualquier proyecto constructivo en Ingeniería Civil, es de vital importancia la adquisición de datos sobre las condiciones del suelo de cimentación y del lugar donde se desplantará. Son indispensables los estudios de mecánica de suelos para determinar si se puede construir una estructura segura en determinada zona. Dichos estudios consisten en la obtención de características físicas (índice y mecánicas) de un suelo tales como su granulometría, cohesión, ángulo de fricción interna, resistencia a la compresión simple, compacidad, estratigrafía, etc., que nos permiten conocer la capacidad de carga y la deformabilidad del suelo en estudio bajo las condiciones particulares de cada construcción. Muchas de las fallas pudieran haberse previsto con un análisis cuidadoso que hubiera conducido a una adecuada selección del tipo de cimiento, o la adopción de medidas en el proyecto y en la construcción necesarias para contrarrestar los defectos en la cimentación.

Para cubrir esta necesidad en el caso de la ciudad de Uruapan, se hará un análisis de las características de su suelo; identificando y clasificando al mismo donde se haya realizado algún estudio, es decir, el trabajo se efectuará en base a la recopilación de los estudios de mecánica de suelos disponibles incluyendo mapas e informes.

Actualmente se carece de información específica de las propiedades del suelo en la ciudad de Uruapan, las dependencias de gobierno que pudieran evitar de algún modo esta insuficiencia no tienen el interés de hacer un compendio de ella, mediante la exigencia a los constructores de un estudio completo de suelos para las edificaciones que así lo requieran.

El hecho es que se debe tener en cuenta, para dar un dimensionamiento adecuado a la cimentación de cualquier estructura, la ejecución de un estudio de mecánica de suelos que permita conocer la estratigrafía del sitio y características de los materiales que conforman el subsuelo, esto con la finalidad primordial de evitar fallas mediatas e inmediatas en la estructura que afecten a la misma y a las vecinas, ya que ello trae consigo gastos muy por encima de los planeados y afectaciones que en un momento dado resultan irreparables dado su elevado costo.

Los estudios que se realizarán en la presente tesis tiene como parámetros la profundidad de los sondeos, el área a estudiar (ciudad de Uruapan), etc., y como restricciones el tipo de equipo, tipo de pruebas a realizar, estudios de mecánica de suelos ya existentes, etc.

Un estudio de mecánica de suelos satisface la necesidad que se tiene de contar, tanto en la etapa de proyecto como durante la ejecución de la obra, con datos firmes y abundantes respecto al suelo con el que está tratando. El conjunto de estos datos, debe llevar al proyectista a adquirir una concepción razonablemente precisa de las propiedades físicas del suelo que hayan de ser consideradas en sus análisis.

En el laboratorio de mecánica de suelos es donde se obtendrán datos definitivos, primero al realizar pruebas de clasificación se ubicará en forma correcta la naturaleza del problema que se presente y de esta ubicación, se decidirán las pruebas más adecuadas que requiere el problema particular para definir las características de deformación y resistencia en el suelo estudiado.

Para poder obtener en el laboratorio resultados dignos de crédito, es necesaria la obtención de muestras de suelo apropiadas para la realización de las correspondientes pruebas. El muestreo debe estar regido por los requerimientos impuestos a las muestras obtenidas por el programa de pruebas de laboratorio y, a su vez, el programa de pruebas debe estar definido en términos de la naturaleza de los problemas que supongan pueda resultar del suelo presente en cada obra, lo cual no puede conocerse sin efectuar previamente el correspondiente muestreo. Aparece así un círculo vicioso de cuyo correcto balance depende el éxito de un estudio de muestreo y pruebas.

El objetivo general es elaborar un catálogo en el que se identifique las propiedades índice y mecánicas de los suelos en la ciudad de Uruapan. El proyecto se realizará con el fin de que la información obtenida sirva de base a ingenieros y arquitectos, que deseen construir con mayor certeza de las características del suelo en el sitio de interés, ya que actualmente ninguna institución cuenta con este tipo de información.

CAPITULO I

CONTEXTO FÍSICO Y GEOGRÁFICO

1.1 MEDIO FÍSICO NATURAL

1.1.1 UBICACIÓN

La ciudad de Uruapan se localiza a los 102° 22' 30" de longitud Oeste y a los 19° 38' de latitud norte, 19° 38' latitud sur, al este 101°56', 102°22' longitud oeste y está a 1640 m. sobre el nivel del mar.

Se ubica en la provincia fisiográfica del eje neovolcánico, en parte de las subprovincias Escarpa Límitrofe del Sur y la Neovolcánica Tarasca; principalmente en el sistema de Sierras con características de sierra volcánica compleja con llanos hacia el Noroeste encontrándose una pequeña franja del malpaís.

1.1.2 TOPOGRAFÍA

Uruapan ocupa una meseta rodeada de cerros a excepción del lado Este. Al Norte se localiza el cerro de la Cruz con 2300 m. snm.; al Sur existen dos cerros: el de las Campanas y la Cruz de arriero; también ahí se localizan las salidas de los escurrimientos pluviales; al Este, una serie de lomeríos menores y, al Oeste, únicamente el cerro de Jicalán.

En su mayor parte ocupa suelos planos con pendientes entre el 0-5%; y en la zona del libramiento Morelia-Apatitzingán y el Río San Antonio existen pendientes del 0-2%, en algunas zonas del Suroeste y Sur, alrededor de Zumpinito y Jicalán y hacia al Oeste hacia el límite del centro de población, las pendientes son del 2-5%. (SEDUE, 1988: 13-15). Ver lámina 1.

1.1.3 HIDROLOGIA

Se cuenta principalmente con dos ríos : el Río Cupatitzio que , al Norte, es alimentado por el Río San Lorenzo y barranca del Cupatitzio, por los manantiales Rodilla del Diablo, Revelero y Yerbabuena. El otro Río importante es el San Antonio que nace de los manantiales de la presa Caltzonzin y corre de Norte a Sur por el lado Este de Uruapan. Ambos ríos se juntan al Sur de la ciudad donde forman la caída de agua la Tzararacua.

1.1.4 GEOLOGÍA

Al norte se presenta una pequeña zona constituida por rocas ígneas extrusivas como toba basáltica de brecha volcánica basáltica. En esta zona se localiza un banco de material cuyo producto se utiliza en la industria de la construcción. El resto de la zona norte y la noroeste están formadas por rocas ígneas como basalto y brecha volcánica. Las zonas noroeste, sur y sureste están constituidas por suelos aluviales. Existen varios conos volcánicos alrededor de la ciudad, como el Jicalán, El Chino, las Ventanas, la Charanda, el de la Cruz, que son indicativos de la sismicidad de la zona.

1.1.5 CLIMATOLOGIA

De acuerdo al sistema de clasificación climática de KOPPEN modificado por E. García, el clima en Uruapan está incluido en la división de climas semicálidos, perteneciendo al más cálido de los templado-humedos, con temperatura media del mes más frío entre -3°C y 18°C y la más caliente mayor a 6.5°C así como es el más húmedo con lluvias en verano, con una temperatura media del mes más caliente entre 6.5°C y 22°C , con variación isothermal menor a 5°C ; el mes más caliente del año se presenta antes de junio, la temperatura media anual es de 19°C .

La época de lluvia está comprendida entre los meses de julio a octubre, presentándose la mayor precipitación en el mes de septiembre con aproximadamente 380mm., la precipitación anual es de 1630.6 mm. Los vientos soplan generalmente, de sur a norte, con velocidad de 34 Km/hr. (SEDUE, 1988: 13-15).

1.2 APTITUD TERRITORIAL

Considerando la topografía de la ciudad de Uruapan se tiene que dentro de la población hay:

- 1427.88 Ha. con pendiente de 0-2%.
- 1284.90 Ha. con pendiente de 2-5%.
- 7585.40 Ha. con pendiente de 5-15%.
- 3412.10 Ha. con pendiente del 15-30%.
- 3031.47 Ha. con pendiente de 30% o más.

En lo referente a geología y edafología cuenta con 63 Ha. de zona de inundación, 1046 Ha. de suelo granular, 8042,5 Ha. de suelo deformable y 7590.7 Ha. de suelo no problemático.

La zona de inundación y de suelo granular, no son aptas para el desarrollo urbano pues por ahí pasan los ríos y hay escurrimientos pluviales.

Tomando en cuenta la topografía, geología, edafología y uso de suelo, se tiene una zona con potencial para ser urbanizado del orden de 2220 Ha., esta incluye los terrenos del aeropuerto y estación del ferrocarril, áreas medianamente aptas para el desarrollo localizadas en el área adyacente a la mancha urbana en el sentido de crecimiento de la misma, que son áreas agrícolas de capacidad media con pendientes de 0-2% y suelo deformable; áreas condicionadas pues, aunque no son problemáticas desde el punto de vista físico natural son matorrales y malpaís; áreas al suroeste no adecuadas en virtud de su alta capacidad agrícola con pendientes mayores al 2% y áreas de preservación ecológica, y áreas con pendientes mayores al 30% (SEDUE ,1988:103).

Ver lámina 2.



TESIS PROFESIONAL
PROP. INDICE Y MEC. EN SUELOS DE URUPAN

Ma. Isabel Rodriguez Corona.
 Betzabé Miranda Domínguez.

TOPOGRAFIA



PENDIENTE DE 0-2 %



PENDIENTE DE 2-5 %



PENDIENTE DE 5-15 %



PENDIENTE DE 15-30 %



PENDIENTE DE 30 % O MAS



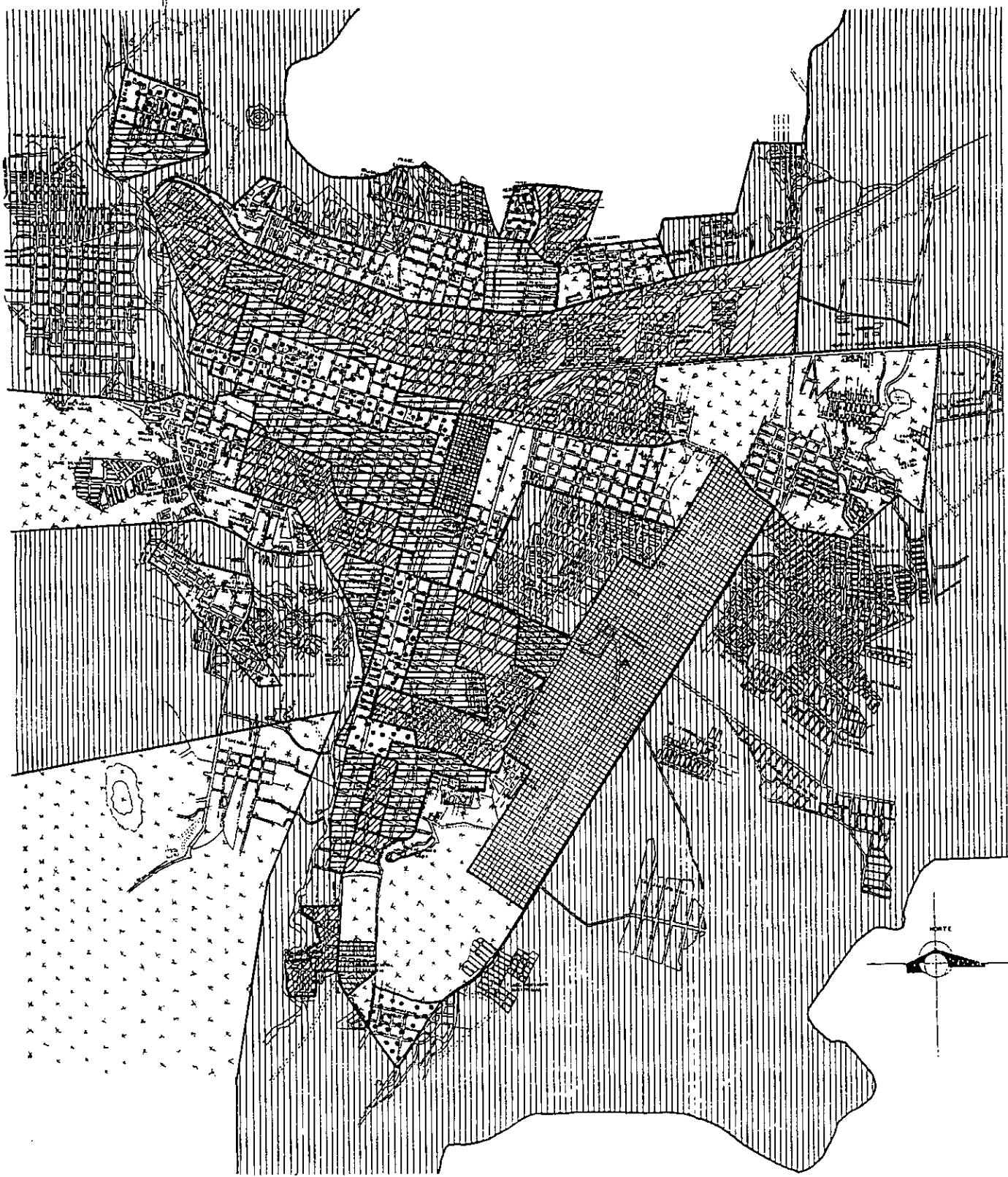
LIMITE DEL CENTRO DE POBLACION



LIMITE DE LA MANCHA URBANA ACTUAL

LAMINA No

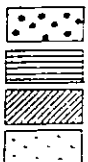
1



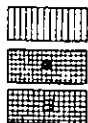
TESIS PROFESIONAL
PROP. INDICE Y MEC. EN SUELOS DE URUAPAN

Ma. Isabel Rodriguez Corona.
 Betzabé Miranda Domínguez.

VALORES DEL SUELO



MUY ALTO
 ALTO
 MEDIO
 BAJO



MUY BAJO
 AEROPUERTO
 TERMINAL FFCC

LAMINA No

2

CAPITULO II

GEOLOGIA SUPERFICIAL

2.1 USO DE LOS CONOCIMIENTOS DE GEOLOGIA POR EL INGENIERO.

El hombre se ha enfrentado, desde épocas remotas, con problemas relativos a los materiales y sus procesos. La experiencia le enseñó mucho y la ingeniería empírica se adelantó muchas generaciones a la ciencia teórica. Sin embargo, en tiempos modernos, el ingeniero civil confía menos en los conocimientos empíricos y recurre cada día más a las diversas ciencias.

Muchos problemas de ingeniería se presentan precisamente en los materiales resultantes del proceso de destrucción de las rocas, es decir, en los productos disgregados acumulados que forman "suelos".

Los problemas de cimentación son esencialmente geológicos. Los puentes, edificios, presas, carreteras y otras construcciones, se establecen sobre algún material natural.

Las excavaciones requeridas se pueden planear y dirigir más inteligentemente y realizar con mayor seguridad, cuando se conoce bien el tipo y la estructura de los materiales por mover.

El conocimiento de la existencia de aguas subterráneas y los elementos de la hidrología subterránea, son excelentes auxiliares para la ingeniería sanitaria, abastecimiento de aguas, drenaje de terrenos, excavaciones, defensa contra deslaves, etc.

El conocimiento de aguas superficiales, sus efectos de erosión, transporte y sedimentación, es esencial para el control de las corrientes y conservación de suelos.

Ninguna estructura es mejor que sus cimientos ó que el material de que éstos están constituidos, la mayor parte de los fracasos de nuestros tiempos se deben en cierto grado a causas geológicas no consideradas.

Al reconocer las causas de éstos fracasos, y teniendo en cuenta la responsabilidad inherente a cualquier construcción en gran escala, que puede afectar a cientos de vidas y a bienes materiales, el uso de la geología como instrumento de la ingeniería, ha llegado a ser parte íntegra de la práctica moderna de ésta última.

2.2 SUELO

El suelo tiene muy variados significados, su definición varía de acuerdo a los intereses particulares de cada autor. Los físicos y químicos lo consideran y estudian como un transformador de energía, los geólogos como un espacio poroso producto de la intemperización de las rocas y la transformación de la materia orgánica. Los ecólogos lo entienden como parte del medio ambiente (zona estrecha de la corteza terrestre donde interactúan litósfera, hidrósfera, atmósfera y biósfera); y los agrónomos lo entienden como el medio de soporte sobre el que se desarrolla la vegetación, base de la agricultura y ganadería. La dificultad que enfrenta el investigador y/o científico que lo estudia, es interpretar correctamente éstos conceptos.(Figura 2.1).

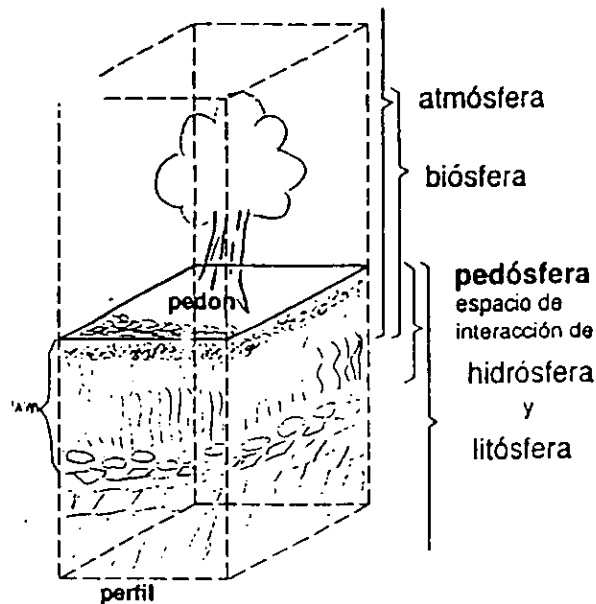


Fig. 2.1

El suelo tiene una organización definida, con partículas orgánicas e inorgánicas cuyas propiedades varían tanto en forma vertical como horizontal, siendo más brusco el cambio en forma vertical. Es decir que presenta un perfil.

Puede decirse entonces que el suelo representa todo tipo de material terroso,

sin incluir las rocas sanas, ígneas ó metamórficas y los depósitos sedimentados altamente cementados que no se desintegran rápidamente bajo la acción del intemperismo, y también considerarse al agua como parte integral del mismo por su importancia en su comportamiento mecánico.

2.3 INTEMPERISMO Y SUELOS

Las rocas que están en la superficie de la tierra, o cerca de ella, están expuestas a desintegración y descomposición dando lugar así a la formación de suelos. Los espesores de suelo se presentan en forma heterogénea, son frecuentes variaciones tanto en sentido lateral como vertical, en naturaleza mecánica, contenido litológico y estructura.

“Cada problema individual de ingeniería relacionado con el suelo exige un análisis particular, basado sobre el estudio del material que se trate.”

Llamamos suelos residuales a aquellos que quedan directamente sobre la roca de la que se deriva, y suelos transportados a los que son removidos del lugar de formación por agentes geológicos, y sobreyacen en otros estratos sin relación directa con ellos.

El escurrimiento de agua en las laderas de montes forma depósitos en el talud y faldas de los mismos, éstos suelen ser sueltos y en ellos predominan materiales gruesos. El arrastre de los materiales produce depósitos graduados a lo largo de su curso, los materiales más finos se ubican en las zonas planas.

Los factores (agentes geológicos transportadores) que conducen el material de la roca al suelo, son el resultado de la acción múltiple y prolongada de factores naturales como: clima, vegetación, fauna, relieve, tiempo y la dinámica interna. A esto se agregan factores con un carácter más restringido regionalmente: el nivel de aguas freáticas y la influencia del hombre.

Dentro del factor clima está considerado la temperatura, precipitación, viento, etc. La oscilación del clima provoca que se calienten fuertemente los cuerpos rocosos, originando dilatación y contracción, por lo tanto, se inicia el proceso de desintegración por fisuramiento. El agua en forma de lluvia o granizo fluye en la superficie de los terrenos dando lugar, a la integración de la red hidrográfica en la que son incorporados fragmentos de roca con tamaños diferentes, que más tarde por acción mecánica del agua forman depósitos.

La precipitación juega un papel importante en el proceso de alteración en Uruapan, influyendo en la distribución sobre el perfil de los diferentes constituyentes del suelo.

Los movimientos de aire en épocas de sequía permiten la transformación de

fragmentos rocosos, logrando mayor fineza del grano por la acción mecánica del mismo aire. En las cimas montañosas cuando la roca se encuentra al descubierto, todas las partículas desprendidas de los macizos rocosos son transportadas hacia determinados sitios (zonas más planas, al este de Uruapan), generando depósitos eolianos.

Sin la participación activa de vegetales y animales, la roca no llegaría a formar suelos. La vegetación juega un papel importante en la conservación del clima ya que puede modificar la humedad ambiental, la temperatura, circulación del agua en el suelo, evitar la erosión. La vegetación origina humus. Cuando la vegetación es destruida por el hombre se modifica la estructura del suelo y se destruye el humus, y por las radiaciones solares directas sobre los suelos, éstos se resecan y se pulverizan con el movimiento de la atmósfera.

Las actividades desarrolladas por el hombre sobre la superficie de la corteza terrestre, contribuye mucho en la modelación de los paisajes por que construye caminos, ciudades y destruye macizos rocosos transformando parcialmente a la naturaleza de acuerdo con sus intereses y progresos tecnológicos.

El factor relieve estimula la formación y evolución de los suelos, ya que permite los derrumbes y deslizamiento de materiales, más aún en regiones elevadas afectadas por abundantes lluvias, los flujos de materiales hacia áreas planas son frecuentes y con mayor intensidad cuando el terreno tiene pendientes fuertes y carece de vegetación. Por gravedad los fragmentos desprendidos de los cuerpos rocosos se depositan en la base de las montañas originando depósitos.

El suelo de la cima de un cerro difiere del de la ladera, el que a su vez no es igual al del nivel del terreno al pie del cerro; aunque los tres descansan sobre una roca basal idéntica.

El paso del tiempo es otro factor, un suelo que apenas comenzó a formarse difiere de otro que se ha estado desarrollando durante miles de años, aún cuando el clima, roca basal y topografía sean iguales.

Donde el agua freática se encuentra a poca profundidad se forma un horizonte de material suave. En lugares muy húmedos se originan suelos limosos y de turba principalmente.

En cuanto a la dinámica interna, ésta actúa como catalizador en la generación de suelos. Los movimientos tectónicos son determinantes de un relieve montañoso y accidentado, al originar la apertura para que agentes externos actúen sobre las rocas y las transformen.

En el caso particular de Uruapan, se trata de suelos de materiales acarreados que han sido desplazados de su lugar de origen y vueltos a depositar por

alguno de los diversos agentes geológicos. El agente geológico principal, en éste caso, es fluvial. El material procede de deslaves y escurrimiento de tierras, es decir, el depósito es producido por una corriente acuática que actúa en taludes. El tipo de sedimento es principalmente clástico (formado por arrastre del agua y viento), como gravas, gravilla, arena, limo y arcilla.

2.3.1 ACCION GEOLOGICA DEL AGUA

El agua corriente es la fuerza geológica más importante que actúa en la superficie terrestre. Aún con escasa precipitación anual, las avenidas que ocasionan tormentas súbitas trasladan cantidades considerables de materiales detríticos (clásticos).

El material transportado por los ríos constituye su carga. La carga total es llevada como partículas ó compuestos disueltos.

Las clases de transportes por el agua son:(1) tracción: gravas, arenas ;(2) suspensión: arcillas, arenas finas, coloides y ;(3) solución.

2.3.2 EROSION

Al desprendimiento y transporte de los detritos rocosos por los agentes en movimiento que operan en la superficie terrestre, es el efecto llamado erosión.

Los cauces fluviales ocupan sólo una pequeña parte del área total de tierras, aunque todo el paisaje esté sujeto a la acción erosiva del agua. La mayoría del desgaste de los terrenos se ha llevado a cabo antes de que el agua de lluvia llegue a canalizarse.

Puede obstaculizarse el proceso de erosión de suelos mediante su empleo racional, o se puede acelerar mediante un cuidado deficiente (como ha venido ocurriendo), más nunca se le puede detener. La erosión debida a la corriente del agua es un proceso geológico normal, que desgasta el terreno durante largos periodos geológicos y transporta los sedimentos al mar. El empobrecimiento de los suelos se ha agravado debido a la inmoderada tala de árboles que se ha hecho por largos periodos de tiempo, y a los incendios forestales no controlados.

El valle, en el que se ubica Uruapan, es una depresión topográfica ocupada por cursos de agua. Dicho valle está formado por depósitos aluviales constituidos principalmente de limos, arenas y gravas.

2.3.3 ALTERACIONES DE LOS RIOS CON EL TIEMPO

Los ríos no sólo recortan los valles por los que fluyen, sino que el trabajo geológico de las corrientes de agua es capaz de cambiar totalmente la fisiografía de la región, son capaces de reducir el relieve del terreno a una fisiografía de menos relieve, hasta una plana o senil, donde los ríos adquieren un carácter meándrico.

2.3.4 ACCION GEOLOGICA DEL VIENTO

Como agente de transporte y por consiguiente de erosión y sedimentación, la acción del viento es muy conocida donde quiera que los materiales sueltos no se hayan protegidos por una cubierta de vegetación.

En regiones húmedas, como es el caso, la erosión del viento se encuentra limitada por la cubierta formada predominantemente de hierba y árboles.

2.3.5 AGUAS SUBTERRANEAS

Su origen es la precipitación atmosférica, se desliza superficialmente en forma continua por los ríos hacia los océanos, penetra al subsuelo y alimenta receptáculos internos.

En los terrenos poco consolidados se forman capas de aguas freáticas, sin presión y con condiciones de aguas ascendentes ó artesianas, cuya profundidad varía de acuerdo al relieve topográfico.

Los manantiales o fuentes es donde brota el agua del depósito subterráneo y se incorpora al sistema de drenaje superficial.

2.4 CARACTERISTICAS DE LOS SEDIMENTOS

Los productos de la intemperización quedan sometidos al transporte, por alguno de los agentes geológicos (viento, agua, hielo, gravedad, en menor escala los organismos vivos) y más tarde se depositan formando sedimentos.

La estratificación es la estructura más común de dichos sedimentos, y es la disposición en capas. En general, cada plano de estratificación, marca la terminación de un depósito y el principio de otro.

La mayor parte de las capas de sedimentos se han depositado sobre superficies relativamente llanas y por lo tanto, son horizontales o subhorizontales. Sin embargo, algunos estratos se han formado sobre superficies inclinadas y las capas inclinadas que resultan tienen una pendiente inicial, que puede ser, tan grande como el ángulo de reposo para

el sedimento del que se trate.

Un tipo especial de estratificación inclinada es el creado por el vaciado y relleno del lecho del río. Si la velocidad de la corriente aumenta en algún punto a lo largo de su curso, barre, por así decirlo, la arena y grava del fondo y se la lleva. Posteriormente, si la velocidad decrece, la depresión se llena otra vez con sedimentos que tienden a depositarse en capas inclinadas.

Dentro de las capas, puede haber unidades de menos de $\frac{1}{4}$ " (0.63 cm.) de espesor que se llaman láminas, éstas pueden ser paralelas a los planos de las capas de sedimentación ó formar un cierto ángulo con dichos planos.

En el último caso, se dice que el sedimento presenta laminación transversal. La laminación transversal ocurre por sedimentos consolidados que han sufrido repliegues ó fallas.

Otra estructura debido a viento ó corrientes de agua es la ondulación.

Las grietas que se presentan en sedimentos no consolidados y parcialmente consolidados se deben a contracciones debidas a la pérdida de agua, compactación y asentamiento. Es característico que estas grietas sean cortas, irregulares y discontinuas. En los sedimentos de textura fina, especialmente en las arcillas, las grietas pueden permanecer abiertas permitiendo la penetración del agua.

Las grietas de desecación aparecen cuando un depósito de limo ó de arcilla se seca y se encoge.

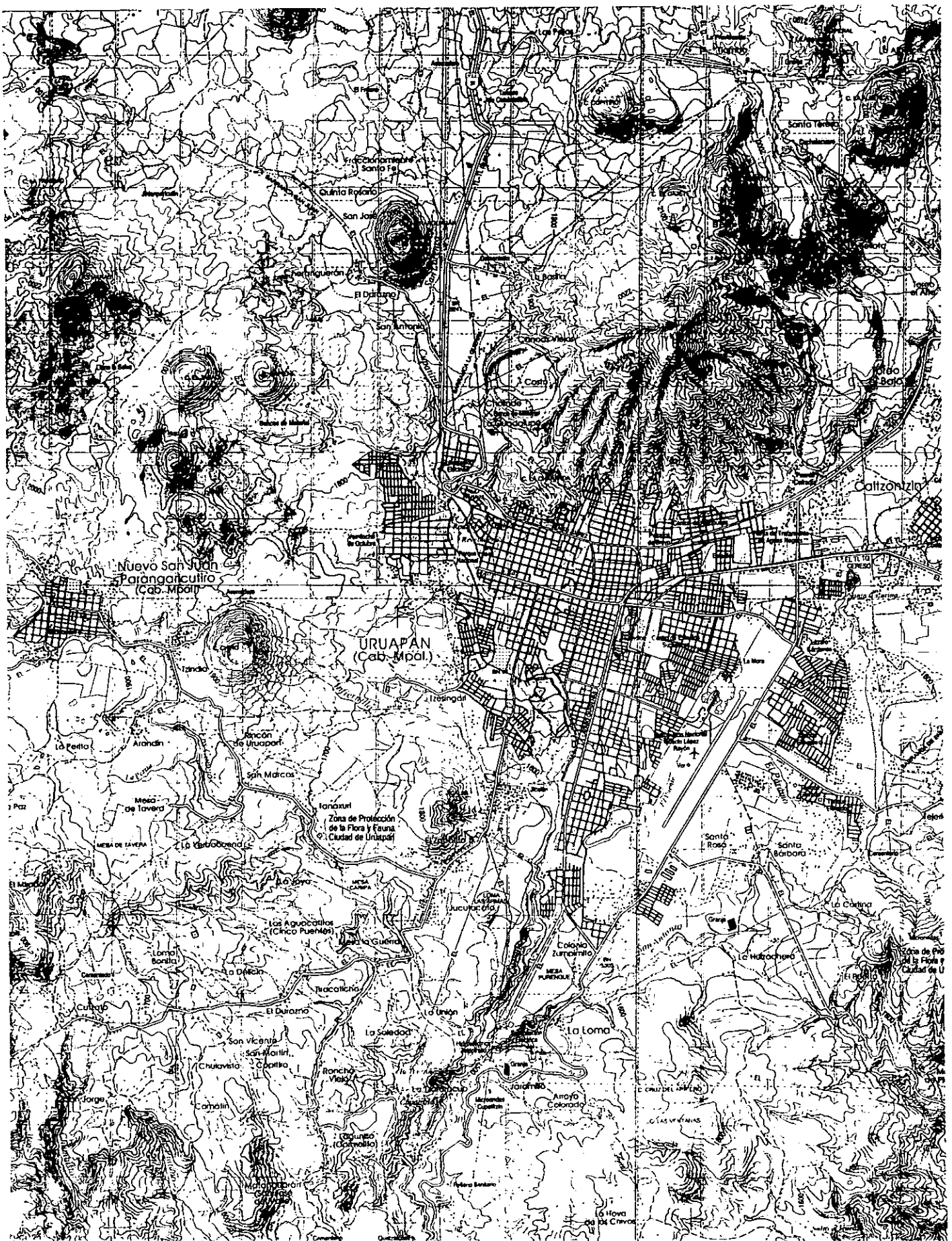
2.5 ALGUNAS PROPIEDADES Y COMPORTAMIENTO DE LOS SUELOS

ALGUNAS PROPIEDADES Y COMPORTAMIENTO DE SUELOS.

Propiedades de suelos Arenosos	Propiedades de suelos limosos	Propiedades de suelos arcillosos
Baja capacidad de retención de Agua.	Media a alta capacidad de retención de agua	Alta capacidad de retención de agua
Bien aireados, drenaje interno rápido	moderadamente aireados, drenaje interno mediano a lento	pobrementemente aireados, drenaje interno muy lento
bajo contenido de materia orgánica	contenidos medios a altos de materia orgánica	contenidos altos de materia orgánica
descomposición rápida	descomposición media	descomposición lenta
calentamiento rápido	calentamiento moderado	calentamiento lento
resistente a la compactación	se compacta fácilmente	se compacta fácilmente
susceptible a la erosión eólica e hídrica	altamente susceptible a la erosión eólica e hídrica	resistente a la erosión eólica y a la hídrica.
Expansión-contracción casi nula	expansión-contracción moderada	expansión-contracción muy alta a moderada

Tabla 2.1

2.6 TOPOGRAFIA ACTUAL





2.7 HIDROGRAFIA

Sabemos que el suelo registra una síntesis de todo lo que ocurre en un sitio, y existe una gran variedad de éstos mismos a consecuencia de ello. Las propiedades de cada uno cambian en función de los fenómenos naturales a que se encuentran sujetos, tales como los escurrimientos de agua.

Podemos esperar diferentes comportamientos del suelo, en cuanto a capacidad de carga o compresibilidad, de acuerdo a su porosidad, permeabilidad, etc. Hay materiales que impiden el flujo a través del mismo y aquellos que son permeables, las características de cada uno serán diferentes.

Por tanto, es conveniente conocer las zonas de recarga y las de descarga, así como el nivel que presentan los acuíferos someros (nivel de aguas freáticas). Las zonas de recarga se ubican en las porciones permeables topográficamente altas y en los valles, en Uruapan la constituyen los cerros de la Charanda, de la Cruz, Chino, Jicalán, Cruz de Arriero y las Ventanas; que permiten la infiltración y circulación de agua hacia los acuíferos. Otra zona de recarga la constituye la zona plana ubicada al este y sureste de la ciudad.

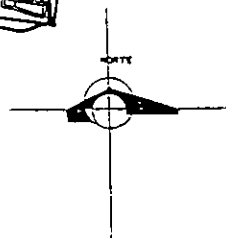
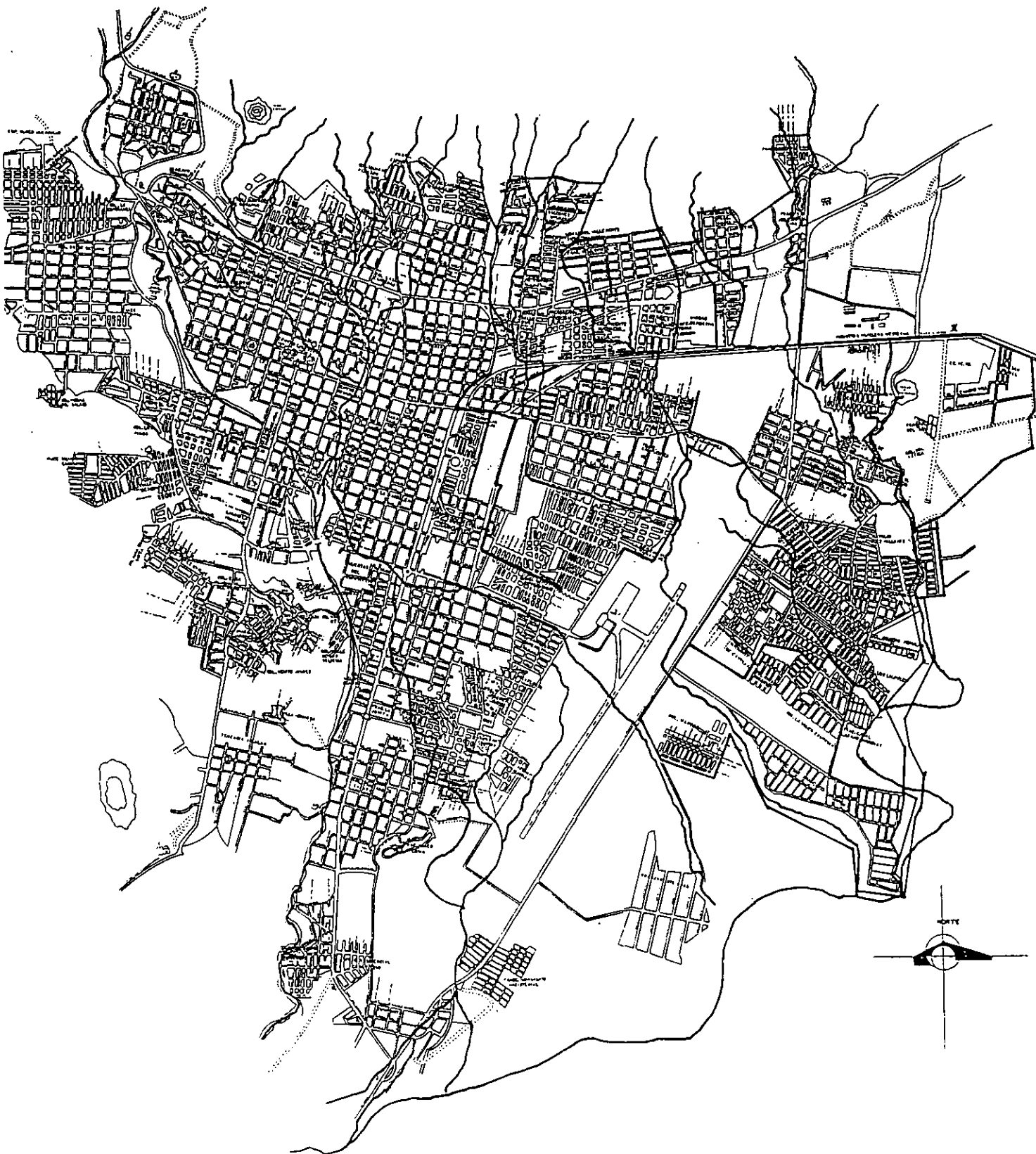
Un acuífero es un cuerpo saturado con tal permeabilidad que permite la circulación de agua a través de él en cantidades significativas.

Las zonas de descarga están formadas por los manantiales río Cupatitzio y San Antonio, así como los diferentes canales existentes.

En la lámina 4 se muestra la dirección que sigue el escurrimiento del agua superficial en la ciudad de Uruapan.

En relación a las características geohidrológicas podemos encontrar con mayor frecuencia:

- a) Materiales granulares en las porciones bajas de elevaciones topográficas, que son fragmentos redondeados con apariencia de granos. Se clasifican por su tamaño en: finos (diámetro menor a 1/16 mm) conocidos como arcillas y limos; arena (1/16 a 2 mm); gravas y cantos rodados (mayor de 2 mm).
- b) Materiales impermeables, impiden el flujo de agua a través de él, en general son de tipo arcilloso.
- c) Materiales semipermeables, permiten el paso de una reducida cantidad de agua, debido a los espacios libres entre los granos, puede esperarse una mezcla de arcillas y arenas.



TESIS PROFESIONAL
PROP. INDICE Y MEC. EN SUELOS DE URUAPAN

Ma. Isabel Rodríguez Corona.
Betzabé Miranda Domínguez.

DRENAJE Y BARRANCAS DE LA CD. DE URUAPAN

LAMINA No.

4

CAPITULO III

OPCIONES Y TENDENCIAS AL DESARROLLO URBANO

3.1 CRECIMIENTO URBANO DE URUAPAN

La población de la ciudad ha tenido un rápido índice de crecimiento entre 1950 y 1990 (Fig. 3.1,3.2,3.3 y 3.4).En el municipio de Uruapan el grado de concentración urbano es alto y existe un flujo constante y creciente de inmigrantes que se ha visto acentuado las últimas décadas.

El proceso de urbanización implica el crecimiento de la mancha urbana. El paisaje agrario que dominaba los alrededores de la ciudad, por los años cincuentas, estaba formado por tierras de temporal y de riego de los ejidos recién formados (Sn. Francisco Uruapan, Toreo el alto, Toreo el Bajo, Zumpimito, Tejerías) y las comunidades de Sn. Miguel, Sn. Juan Evangelista, Sn. Juan Bautista, La Magdalena. Las laderas de los cerros destinados al cultivo del maíz de temporal; al oriente, una enorme zona de malpaís útil para captura de agua de lluvias.

Durante los primeros 50 años del siglo XX, el crecimiento, aparte de ser lento, modificó muy poco el paisaje agrario; en éste periodo se dio el establecimiento de la hoy colonia Ramón Farías.

En la segunda mitad del siglo la expansión urbana fue cada vez más rápida, teniendo consecuencias la desaparición del paisaje agrario. En los últimos 13 años el espacio urbano ha invadido malpaises, bosques de las laderas (cerros de la Cruz y Charanda), las tierras de cultivo al oriente, etc.

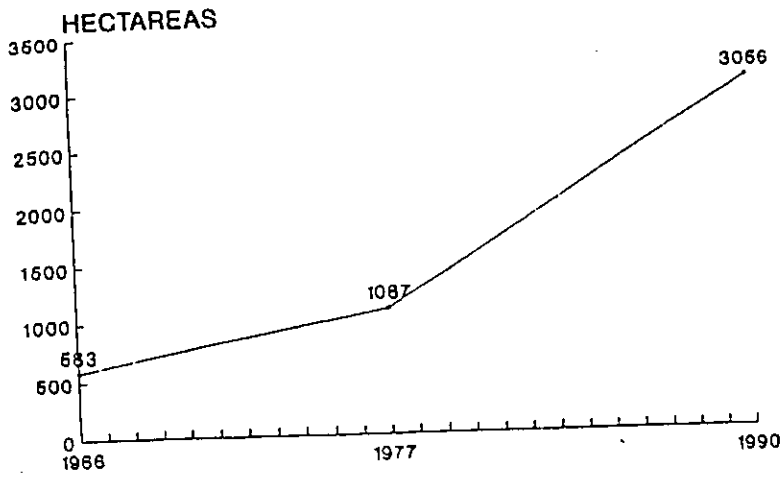
De 1959 en adelante el espacio urbano avanzó más allá de los límites del área compacta, dejando espacios no urbanizados dedicados a la producción rural observándose un patrón de crecimiento discontinuo.

Hacia 1977 el espacio urbano presenta "huecos" hacia los 4 puntos cardinales; en el noroeste está el fraccionamiento el Mirador y la colonia 28 de octubre; al poniente, por la casa del niño, aparecen las colonias José Elías Pérez Avalos, la San Juan Evangelista. Hacia el noreste y este surgen numerosos asentamientos, como la Mora, El colorín, Lázaro Cárdenas, San José Obrero, etc.

En los últimos 13 años la tendencia de crecimiento hacia el oriente se ha acentuado entre otras razones por la construcción del libramiento, el mercado de abastos, el nuevo hospital, la reserva territorial urbana y por la integración de los espacios vacíos dejados en la década anterior al espacio urbano.

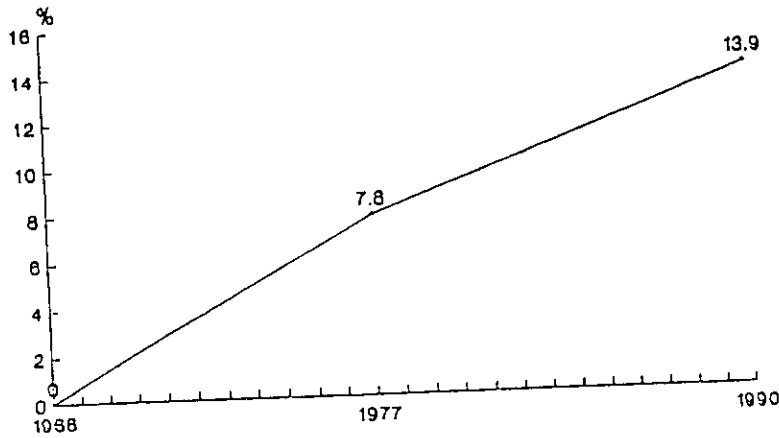
Sin embargo, la integración espacial no se ha completado, aún existen zonas

Fig. 3.1 CRECIMIENTO DEL ESPACIO URBANO (1966-1990)



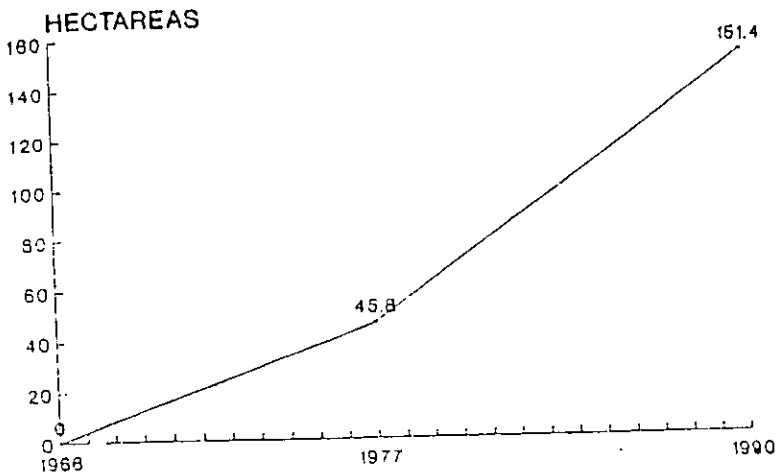
FUENTE: ESTIMACION PROPIA A PARTIR DE FOTOGRAFÍAS AERÉAS

Fig. 3.2 PORCENTAJE MEDIO ANUAL DE CRECIMIENTO DEL ESPACIO URBANO (1966-1990)

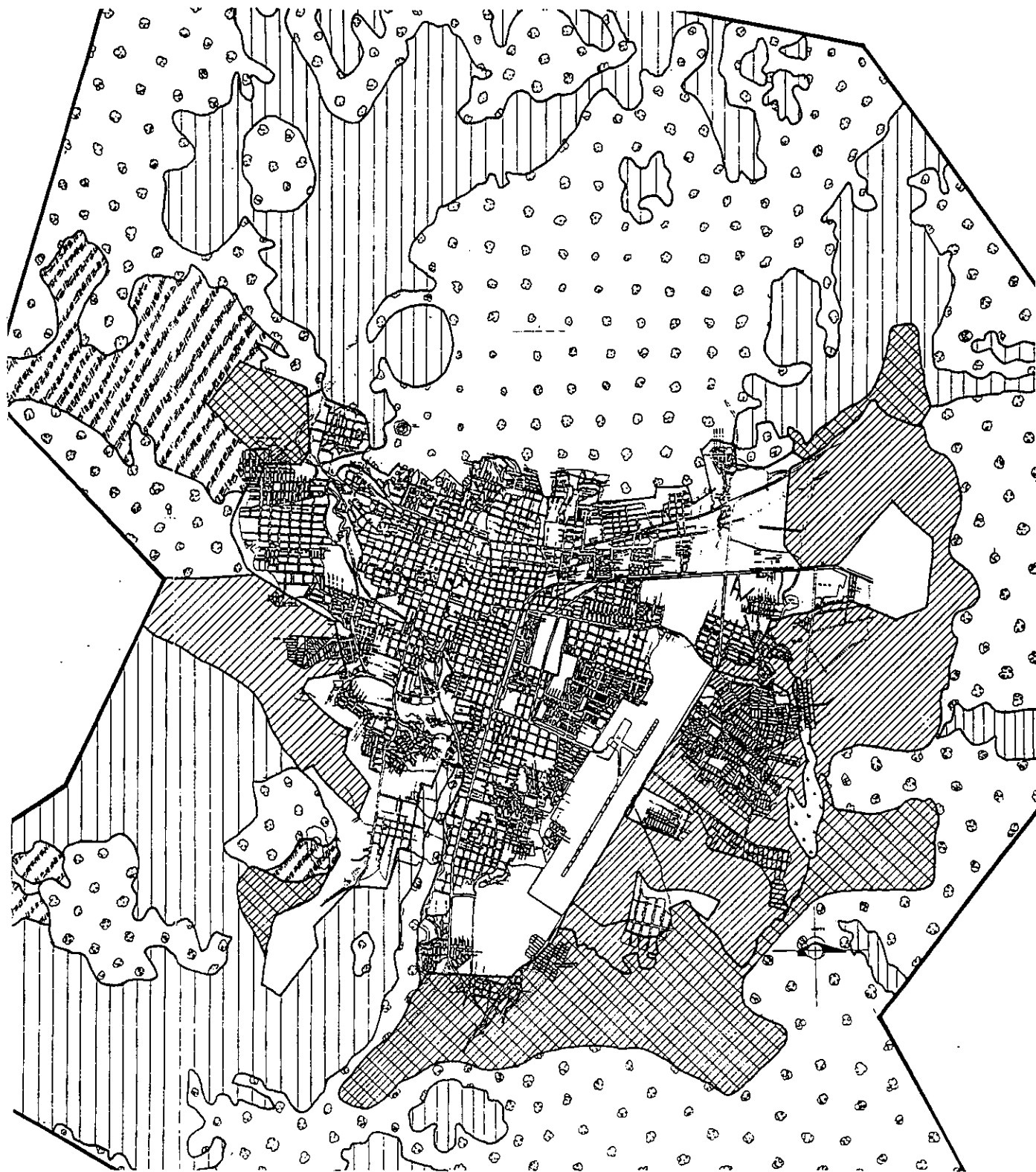


FUENTE: ESTIMACIONES PROPIAS A PARTIR DE FOTOGRAFÍAS AERÉAS

Fig. 3.3 CRECIMIENTO MEDIO ANUAL DEL ESPACIO URBANO (1966-1990)



FUENTE: ESTIMACIONES PROPIAS A PARTIR DE FOTOGRAFÍAS AERÉAS



TESIS PROFESIONAL
PROP. INDICE Y MEC. EN SUELOS DE URUAPAN

Ma. Isabel Rodríguez Corona.
 Betzabé Miranda Domínguez.

PLAN DE DESARROLLO URBANO DE URUAPAN MICH.

- | | |
|--|--|
|  AREA URBANA |  BOSQUE |
|  AREA PREVISTA PARA CRECIMIENTO
(corto, mediano y largo plazo) |  MATORRAL |
|  AREA APTA PARA DESARROLLO |  ZONA DE INUNDACION |
|  AREA PARA AGRICULTURA |  LIMITE DEL CENTRO DE POBLACION |

LAMINA No

3

baldías a las que se agregan las generadas por nuevos asentamientos del oriente, noreste y sur de la ciudad. Se espera que la próxima década el crecimiento sea lento ya que la mancha urbana llegó ya a límites naturales como los cerros de la Cruz y la Charanda al norte.

Al poniente ha avanzado sobre el "malpaís" hasta el campo experimental "Barranca del Cupatitzio", pero lo accidentado del terreno podría impedir más asentamientos. Al noreste, al sur y sureste aún hay tierras ejidales de Toreo, Tejerías, San Francisco Uruapan y Zumpimito que en pocos años se incorporarán al espacio urbano.

El mayor porcentaje de área susceptible de desarrollo urbano se localiza hacia el este de la ciudad a pesar de la barrera que constituye el aeropuerto. Existen posibilidades de aprovechamiento de extensiones relativamente pequeñas de terreno ubicadas en varios rumbos de la ciudad, pero dadas sus dimensiones, no pueden ser clasificadas como nuevos distritos de crecimiento. La única opción de crecimiento real es hacia el este, evitando el poblamiento de zonas agrícolas al sureste y este del río San Antonio.

Medido en términos de expansión territorial, se dispone de nuevos distritos de crecimiento al este de la ciudad, incluyendo las áreas de terreno actualmente ocupadas por el aeropuerto, en distintos lugares de la periferia, terrenos baldíos en el área urbana y terrenos que ocupan la estación de FF.CC.(ver lámina 3)
(SEDUE,1988:157)

3.2 ANALISIS PRELIMINAR DE LA ZONA EN ESTUDIO

Una parte importante de la ciudad, debido al alto crecimiento demográfico de los últimos años, no controlado, se encuentra construida en la zona plana donde el nivel freático alcanza niveles altos muy próximos a la superficie del suelo, en zonas que antes fueron de uso agrícola en donde se encuentran pozos profundos para abastecer de agua a la población. Existen también una gran cantidad de asentamientos irregulares en las faldas de los cerros. Estos hechos pueden ocasionar en un momento dado problemas de cimentación o mayor riesgo de daño en caso de sismo por el fenómeno de amplificación local. Una característica importante de la ciudad de Uruapan, es que, dentro de la zonificación existente para sismo en el RCEM 1990, ésta se encuentra dentro de la zona B.

La ciudad tiene una zona rocosa, desarrollada al poniente, constituida por terrenos compactos, con alto contenido de grava y roca basáltica. Por ello en general se esperan buenas condiciones para cimentar y capacidad de carga

alta del terreno, sin asentamientos apreciables.

Al pie de los cerros de la Cruz y la Charanda existen principalmente material producto del arrastre de agua, en ésta zona existen barrancas y algunas de ellas pueden estar actualmente rellenas de materiales limo arenosos sueltos que pueden ocasionar fallas en las estructuras produciendo asentamientos diferenciales si se usan zapatas aisladas con cargas fuertes.

Al centro de la mancha urbana, limitada al poniente por el río Cupatitzio y al oriente por el paseo Lázaro Cárdenas tenemos pendientes moderadas y podemos encontrar tanto depósitos eólicos como por arrastre de agua. Se considera una buena capacidad de carga.

A partir del paseo Lázaro Cárdenas hasta el libramiento oriente, y desde la calzada la fuente hasta zumpimito debido a que hay poca pendiente en los terrenos el nivel freático está cercano al suelo por lo que puede esperarse una capacidad de carga mediana a mala.

Al oriente de la ciudad el drenaje del agua del subsuelo no existe o es muy deficiente, y al igual que en la planta de tratamiento de aguas residuales Santa Bárbara, ubicada al sureste, se puede tener problemas de asentamientos importantes sino se tiene el cuidado debido.

CAPITULO IV

PRUEBAS DE LABORATORIO

Siempre es conveniente realizar un estudio de suelos simple o a mayor profundidad, dependiendo de la importancia de la edificación para determinar la naturaleza de los depósitos formados en el lugar de investigación. Es de beneficio conocer el espesor de las capas que los forman, su resistencia, su cantidad de agua; y además recordar que su comportamiento no solo dependen de las propiedades significativas de los granos de su masa, si no también del acomodamiento de las partículas dentro de ella, de modo que el constructor pueda prever en relación con el grado de Compresibilidad del terreno la repartición de las cargas de la edificación por construir.

Para edificar sobre ellos los suelos pueden clasificarse como :

- a) Suelos compresibles.
 - b) Suelos incompresibles. (deleznables y no deleznables).
- (Pérez, 1998:12,13).

Cuando cimentamos sobre un suelo firme, y conocido su espesor y resistencia, no habrá problema en estabilidad de la construcción. Por el contrario en terrenos compresibles de espesores variables en sus capas, la cimentación está expuesta a riesgos difíciles de predecir. La consolidación progresiva del suelo por el peso del edificio que comprime los estratos confinados de arcilla blanda ubicados en capas más profundas, puede causar asentamientos excesivos y desuniformes. El conocimiento y magnitud de los asentamientos permite realizar el proyecto adecuado de cimentación.

(Pérez, 1998: 13).

4.1 MUESTREO

Dentro de los objetos y usos de las muestras está la correcta identificación y clasificación de los suelos para determinar la densidad, humedad y para prueba de laboratorio de los suelos. Evidentemente se harán conclusiones erróneas si la muestras no son verdaderamente representativas de las exploraciones. Las muestras se clasifican en dos grandes grupos : las alteradas y las relativamente inalteradas. En la muestras alteradas no se conserva la estructura del suelo, están se extraen en general para la clasificación de los suelos, determinación de la humedad o para determinar sus características de compactación. Las relativamente inalteradas pueden

ser cortadas a mano o con muestreadores seccionales. (UNITED STATES DEPARTMENT OF THE INTERIOR BUREAU OF RECLAMATION WASHINGTON, 1979: 162-171).

Para que las muestras sean representativas se requiere considerable cuidado debido a la variación natural de los depósitos del suelo. Dichas muestras son relativamente fáciles de obtener en zanjas, pozos de prueba y en los bancos de los cortes, porque los diferentes estratos originales se pueden inspeccionar visualmente. A diferencia de esto, los barrenos no permiten la inspección visual del perfil .

En el caso particular de pozos a cielo abierto la profundidad de los sondeos es superficial, y según la estratigrafía del terreno a la profundidad del sondeo puede ser de dos formas: muestreo integral y muestreo por capas.

Muestreo integral: cuando se hace una sola muestra del sondeo porque se encontró un solo tipo de material.

Muestreo por capas: si encontramos varios estratos en el muestreo se toma una muestra de cada capa (GARCIA, 1989: 9-11).

Las muestras pueden ser clasificadas también como individuales o compuestas.

Muestras individuales: son muestras aisladas que representan un estrato o tipo de suelo.

Muestras compuestas: un grupo de muestras individuales que representan todos los estratos de un solo pozo, pueden combinarse en la misma relación que la de los espesores de los estratos de los que se han tomado.

La muestra se puede formar empleando las proporciones que se quieran de los tipos de suelo. Generalmente, es preferible obtener muestras individuales de cada estrato de suelo de un depósito en vez de componer la muestra en el campo.

Los tamaños necesarios de las muestras dependen de la naturaleza de las pruebas de laboratorio que se puedan necesitar. Las muestras alteradas deben colocarse en sacos o en otros envases adecuados, que eviten la pérdida de las fracciones finas del suelo y de humedad. (USDIPRW, 1979:162-171).

Las muestras de suelos arcillosos y limosos, deben protegerse para que no se sequen y guardarse en sacos impermeables para conservar su humedad tanto como se posible. Las muestras de arenas y gravas deben enviarse en bolsas de tejido apretado y secarse al aire antes de llevarla.

Las muestras deben identificarse siempre con dos tarjetas, una en el exterior del envase y otra en su interior con los siguientes datos:

1. Obra
2. Ubicación del pozo o sondeo
3. Numero de muestra
4. Profundidad a que se tomo la muestra
5. Espesor del estrato correspondiente
6. fecha
7. Nombre del operador

Se dibuja un croquis en una libreta de campo marcando referencia a puntos conocidos, linderos, etc. Las medidas del banco se toman con cinta. (GARCIA, 1989: 9-11).

4.1.1 MÉTODO DE MUESTREO A USAR

MUESTRAS ALTERADAS

En el caso particular se usará muestreo de excavaciones abiertas(2*2*2m) . Se empareja un tramo de la pared lateral del pozo de prueba para quitar todo el material intemperizado o revuelto. Los estratos que aparecen deben analizarse con respecto a los cambios de granulometría, humedad natural, uniformidad, etc.. y se elige el estrato representativo para muestrearse; se pueden obtener muestras individuales o compuestas cortando hacia abajo en la pared vertical del pozo, haciendo una ranura de arriba a abajo de sección transversal uniforme, juntando el material en una lona para cuartear al pie del pozo (FIG. 4.1) . La sección transversal mínima de la ranura para muestrear, debe tener cuando menos 4 veces la dimensión de la grava mas grande que contenga el suelo (USDIRW, 1979: 162-171).

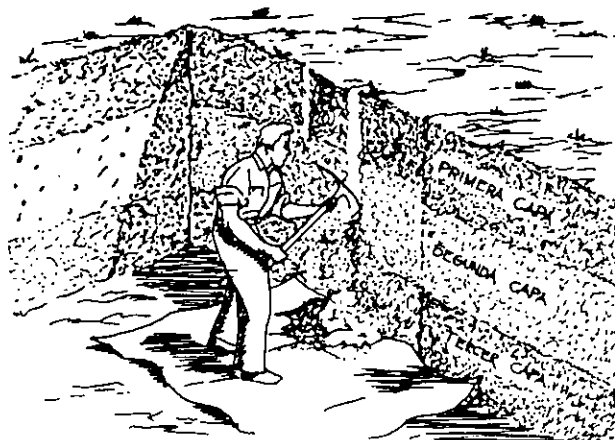
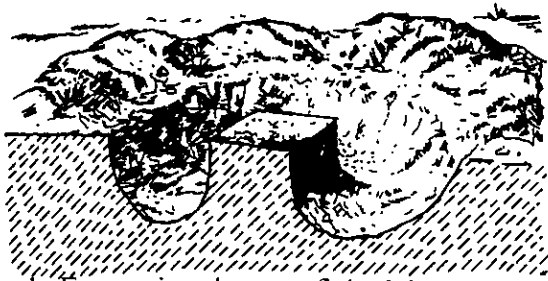


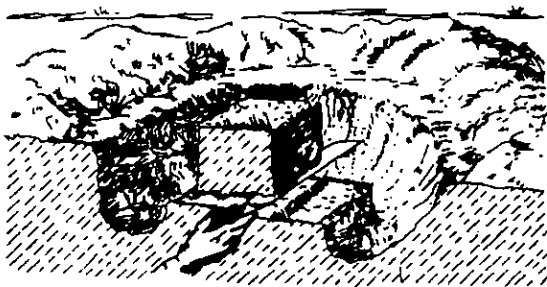
Fig. 4.1



- 1.-Emparejese la superficie del suelo y márquese el contorno de la muestra.
- 2.- Cuidadosamente excávese una zanja alrededor de la muestra.



- 3.- profundícese la excavación y lábrense los costados de la muestra al tamaño deseado con un cuchillo.



- 4.- Córtese la muestra del estrato correspondiente ó empáquese la muestra en una caja antes de cortarla si se desmorona fácilmente.

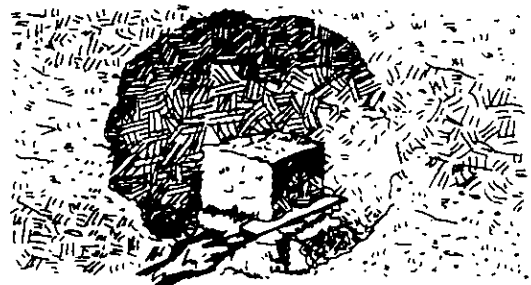
A) Muestra del fondo de un pozo de prueba



- 1.- Emparejese cuidadosamente la superficie y márquese el contorno de la muestra.



- 2.- Excávese cuidadosamente alrededor y atrás de la muestra. Confórmese aprox. La muestra con un cuchillo.



- 3 - Corte la muestra y quite del agujero, em-
pacar en una caja antes de desprender si
se desmorona fácilmente.

B) Muestra de los costados de un corte ó
Paredes de un pozo.

Fig. 4.3

Al tomar muestras individuales, el estrato no debe ser contaminado con material extraño. Para muestras compuestas, se corta la ranura vertical a través de todos los estratos arriba de la elevación que se desee.

Si el material que se va a muestrear es suelo gravoso que contiene grandes cantidades (25% o más del total del material) de partículas de 3" o mayores, generalmente, resulta ventajoso tomar partes proporcionales representativas de todo el material excavado, como cada 5 o 10 cucharones, que se separan como parte de la muestra en vez de cortar el material de la pared de la excavación. Cuando las muestras resultan mayores que las necesarias, su tamaño se puede reducir por cuarteo. Lo que se puede hacer formando un cono con toda la muestra sobre una lona o encerado, vaciando cada palada en el centro del cono, permitiendo que el material se derrame en cantidades iguales en todas direcciones. Luego se extiende el cono formando un círculo, caminando alrededor del montón ampliando gradualmente el círculo con la pala, hasta que el material tenga el mismo espesor. Después se divide el material en 4 partes. Se desechan las partes que quedan en dos cuadrantes opuestos, el resto del material se vuelve a mezclar formando otro cono, y se continua con el mismo proceso hasta reducir la muestra al tamaño necesario.(IBID).

MUESTRAS INALTERADAS

El método aplicado es pozos a cielo abierto con muestras cortadas a mano. Consiste en excavar un pozo con dimensiones suficientes (1*1.5*1.5 mts.) para que un técnico pueda bajar directamente y examinar los estratos de suelo en su estado natural, así como las condiciones referentes al contenido de agua en el suelo. Este tipo de excavaciones no puede llevarse a grandes profundidades, debido principalmente a la dificultad de controlar el flujo de agua bajo el nivel freático y la inestabilidad de las paredes laterales. (JUÁREZ, 1998:615).

Se pueden obtener muestras inalteradas en forma de cubos, cilindros, o de trozos de los estratos expuestos en los lados o fondos de las excavaciones. Estas muestras son útiles para determinar la densidad en el lugar y su humedad. En la figura 4.3 se muestran los procedimientos comúnmente usados para cortar bloques de muestras a mano. El corte y labrado de muestras al tamaño y forma deseadas requiere cuidado extremo, especialmente en materiales blandos que se alteran con facilidad, o materiales frágiles. Se debe usar la herramienta cortante adecuada evitando

la alteración y agrietamiento de la muestra. Los suelos plásticos, blandos requieren cuchillos filosos. Cuando los materiales secan con rapidez por condiciones climáticas, se usan trapos mojados u otro medio de protección mientras se corta la muestra.

Una vez cortada y labrada la muestra en forma y tamaño deseados, debe envolverse en una capa de manta y cubrirse con cera caliente. Frotando la superficie con las manos se facilita tapar los poros con la cera. Se debe aplicar mínimo dos capas mas de manta y de cera.

Si un suelo se desmorona fácilmente se deberá colocar sobre la muestra una caja de madera, sin tapas, antes de cortarla del lugar; y se levanta para desprenderla. El espacio entre la muestra y la caja se rellena de aserrín húmedo. Luego, la tapa de la caja se coloca sobre el material de relleno. Después de desprenderla, el lado del fondo de la muestra debe cubrirse con igual número de capas protectoras que las otras superficies, y el fondo de la caja se coloca sobre el material de relleno.

Las muestras pueden ser de diferentes tamaños, los comunes son cubos de 15 cm. y 30 cm. (IBID)

4.2 DESCRIPCIÓN DE PRUEBAS DE LABORATORIO

4.2.1 GRANULOMETRIA

Sirve para definir los límites de tamaño de las partículas que constituyen un suelo, ofrecen un criterio obvio para una clasificación descriptiva del mismo.

La prueba se realiza haciendo pasar sucesivamente a través de un juego de tamices de aberturas descendentes, hasta la malla NO. 200, los retenidos en cada malla se pesan y el porcentaje que representan respecto al peso de la muestra, se suma a los porcentajes retenidos en todas las mallas de mayor tamaño; el complemento al 100% de esa cantidad da el porcentaje de suelo que es menor que el tamaño representado por la malla en cuestión. Así puede tenerse un punto de la curva acumulativa correspondiendo a cada abertura. (JUÁREZ, 1998: 98-103).

4.2.2 LIMITES DE CONSISTENCIA

Los límites de consistencia se determinan en la fracción de suelo que pasa la malla No. 40, que corresponden a contenido de agua de un suelo en diferentes estados límite. Estas pruebas, también llamadas Atterberg tienen por objeto determinar la plasticidad de un suelo.

Considerando que la plasticidad es una propiedad de las arcillas, pero dependiendo de su contenido de agua, Atterberg determinó tres límites:

- Límite líquido
- Límite plástico
- Límite de contracción

Si el espécimen es arcilloso, es preciso que nunca haya sido secado a humedades menores de su límite plástico aprox.

4.2.2.1 LIMITE LIQUIDO (L.L.)

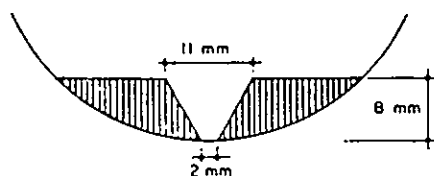
Es la frontera entre el estado semilíquido y el plástico. Se determina en laboratorio con el contenido de agua (expresado en porcentaje del peso seco) que deba tener un suelo remoldeado para que, a una muestra en que se haya practicado una ranura de dimensiones normalizadas, se cierre, sin resbalar en su apoyo al someterla a un impacto de 25 golpes en la copa de Casagrande bien definidos. (GARCIA, 1989: 44-45).

EQUIPO NECESARIO.

1. Copa de Casa Grande con ranurador laminar.
2. Balanza con sensibilidad de 0.01 grs.
3. Horno de temperatura constante (105^a-110^aC).
4. Vidrio de reloj.
5. Cápsula de porcelana
6. Espátula y demás equipo obligado.

PROCEDIMIENTO DE PRUEBA

1. El material que se trae del campo se seca a temperatura ambiente y se disgrega.
2. Seco el material se criba por la malla 40, y se toma en una cápsula de porcelana de 250-300 grs. del material que paso por la malla.
3. Una vez colocado el suelo en la cápsula se la agrega agua destilada y se mezcla hasta formar una pasta homogénea. La muestra se deja reposar durante 24 hrs. para que se homogeneice la humedad en el suelo.
4. Se inician los tanteos en la copa de Casa Grande teniendo diferentes humedades. Se deben tener 5 tanteos y obtener las humedades de cada uno de ellos..
5. Se coloca la pasta en la copa de Casa Grande, llenándola a la mitad y aislándola para obtener un espesor máximo de un cm. Se ranura el centro con un ranurador de dimensiones de 11 mm. en la parte superior y 2 mm. en la parte inferior, se deben tener los bordees redondeados para evitar deformaciones en el acomodo del suelo. Se debe ranurar la pasta según el eje de simetría del aparato manteniendo el ranurador perpendicular a la superficie de la copa. (Figura 4.4)
6. Una vez llena la copa y ranurador del material el golpeo se hace girando la manivela de 2 rps., y se cuenta el número de golpes necesarios para que la ranura cierre media pulgada aprox., la ranura debe cerrar por el flujo del suelo y por deslizamiento de la pasta respecto a la copa.
7. En la cápsula de vidrio de reloj se extrae una muestra representativa de aprox. 10 grs. del centro de la copa, cerca de donde cerró la ranura para obtener la humedad, se pesa la cápsula con material húmedo al centésimo de gramo. Se deja secar en el horno 24 hrs. a 110°C. (CALDERÓN, 1994: s/p).



Dimensiones de la ranura en la copa de Casagrande.

Fig. 4.4

4.2.2.2 LIMITE PLÁSTICO (L.P).

Frontera entre el edo. plástico y el semisólido de un suelo. Se define como el contenido de agua con el que se rompe en fragmentos de tamaño definido un rollo de 3.2 mm. de diámetro, formado con la porción de suelo al rodarlo con la palma de la mano sobre una superficie plana. (GARCIA, 1989: 45).

PROCEDIMIENTO DE PRUEBA.

1. Se amasan aprox. 15 grs. de suelo húmedo.
2. Se forman con la palma de la mano rollitos de 3.2 mm. aprox. de diámetro apoyándose en la placa de vidrio.
3. Se repite el procedimiento hasta que el rollito empieza a desmoronarse al estarlo formando.
4. Se coloca en una cápsula de vidrio de reloj y se procede a pesarlos con una báscula de 0.01 grs. de aprox., y se meten al horno 24 hrs. a temperatura de 110°C.
5. Se saca del horno y se pesan para determinar el contenido de humedad de los cilindros.
6. Se repite todo el proceso anterior para obtener resultados de la prueba que se podrán promediar para evaluar el L.P. (CALDERÓN, 1994: s/p).

4.2.2.3 INDICE PLÁSTICO (I.P.).

Llamado también índice de plasticidad es la diferencia aritmética entre el L.L. y el L. P. Los suelos con alto I.P. aumentan notablemente su volumen cuando la humedad aumenta, y se contraen cuando ésta disminuye. (GARCIA, 1989:45).

$$I.P.=L.L-L.P.$$

4.2.2.4 CONTRACCIÓN LINEAL (C.L.).

1. Se hace esta prueba con el material que sobro del ensaye del L.L., con una humedad ligeramente mayor del 10 % aprox.
2. Con el material mezcla de suelo y agua y las condiciones indicadas, se procede a llenar el molde de prueba previamente engrasado para evitar que se adhiera el material a las paredes. El material se coloca en tres capas, procurando en cada capa dar unos ligeros golpes contra una superficie dura . Para realizar esta operación deberá tomarse el molde de sus dos extremos y golpearlo, procurando que el impacto lo reciba en toda su base, lo cual se consigue manteniendo, durante la carga, paralela a la

base del molde a la superficie sobre la cual se golpea. Esta operación se debe realizar hasta expulsar el aire contenido. Al final se enrasa con una espátula el material del molde.

3. Se debe dejar secar el molde con el material a una temperatura ambiente hasta que su color cambie de oscuro a claro, y se coloca en el horno de 18-24 hrs. a temperatura de 110°C.
4. Se saca del horno y finalmente con el vernier, se mide la longitud de la barra del material seco y la longitud interior del molde.

$$C.L.=(L1-L2)*100/L1$$

L1=longitud original de la barra del suelo húmedo.

L2= longitud de la barra de suelo seco. (CALDERÓN, 1994: S/P).

4.2.2.5 LIMITE DE CONTRACCIÓN (LC).

Corresponde al contenido de agua para el cual el suelo alcanza su máxima contracción. La contracción lineal de un suelo es la reducción del volumen del mismo medida en una de sus dimensiones, y expresada en % de la dimensión original cuando la humedad se reduce desde el LL hasta el LC (GARCIA, 1989:45).

PROCEDIMIENTO DE PRUEBA.

1. Esta prueba se hace con el material que sobró del ensaye del LL con una humedad ligeramente mayor del 10 % aprox.
2. El material se coloca en una cápsula de petri, la cual debe pesarse y cubrir su interior con una capa delgada de aceite. El material se coloca en tres capas, procurando dar en cada capa unos golpes para que se asiente el material y expulse el aire que contiene la muestra, la cápsula se llena al ras y se pesa al 0.01 grs.
3. Se seca la cápsula con el suelo húmedo a temperatura ambiente hasta que cambie de color oscuro a claro, esto con la finalidad de que la pastilla de suelo no se agriete, para posteriormente colocarla en el horno a una temperatura de 110°C durante 24 hrs.
4. Se saca del horno y se pesa para obtener el peso seco de la muestra.
5. Se coloca en una cápsula de porcelana un recipiente de vidrio o lucita y se llena de mercurio hasta derramarlo y se enrasa. Para enrasar se coloca el vidrio de 3 puntas sobre la superficie de Hg, y se presiona hacia abajo forzando al excedente a salir del recipiente y así expulsar el aire atrapado.

El Hg que se derrama se recoge en la cápsula para evitar pérdidas.

6. La pastilla de suelo seco, se coloca invertida sobre la superficie del Hg. En el recipiente de vidrio de lucita lleno de Hg, y se sumerge lentamente con movimientos de rotación por medio del vidrio de tres puntas hasta expulsar el aire atrapado.
7. El Hg desalojado por la pastilla, se pesa y con este dato dividido entre el peso específico del Hg se calcula el volumen de la pastilla.

Para fines prácticos el peso del Hg es de 13.56 mm. (CALDERÓN, 1994:S/P).

$$LC = W_i - ((V_i - V_f) + 100) / W_s$$

W_i = contenido de agua en %.

V_i = volumen de la pastilla húmeda.

V_f = volumen de la pastilla seca.

W_s = peso de la pastilla seca.

EQUIPO

-Copa de Casa Grande y ranurador.

-Equipo para el LC:

- a) Cápsula de petri.
- b) Placas de vidrio con punta.
- c) Dotación de mercurio.
- d) Charola de evaporación grande.
- e) Gotero con pipeta.
- f) Molde de lámina galvanizada No. 2

-Placa de vidrio grande para LP.

-Agua destilada

-Balanza de 0.01 y 0.1 grs. de aprox.

-Horno secador.

-Franela.

- Vidrios de reloj.

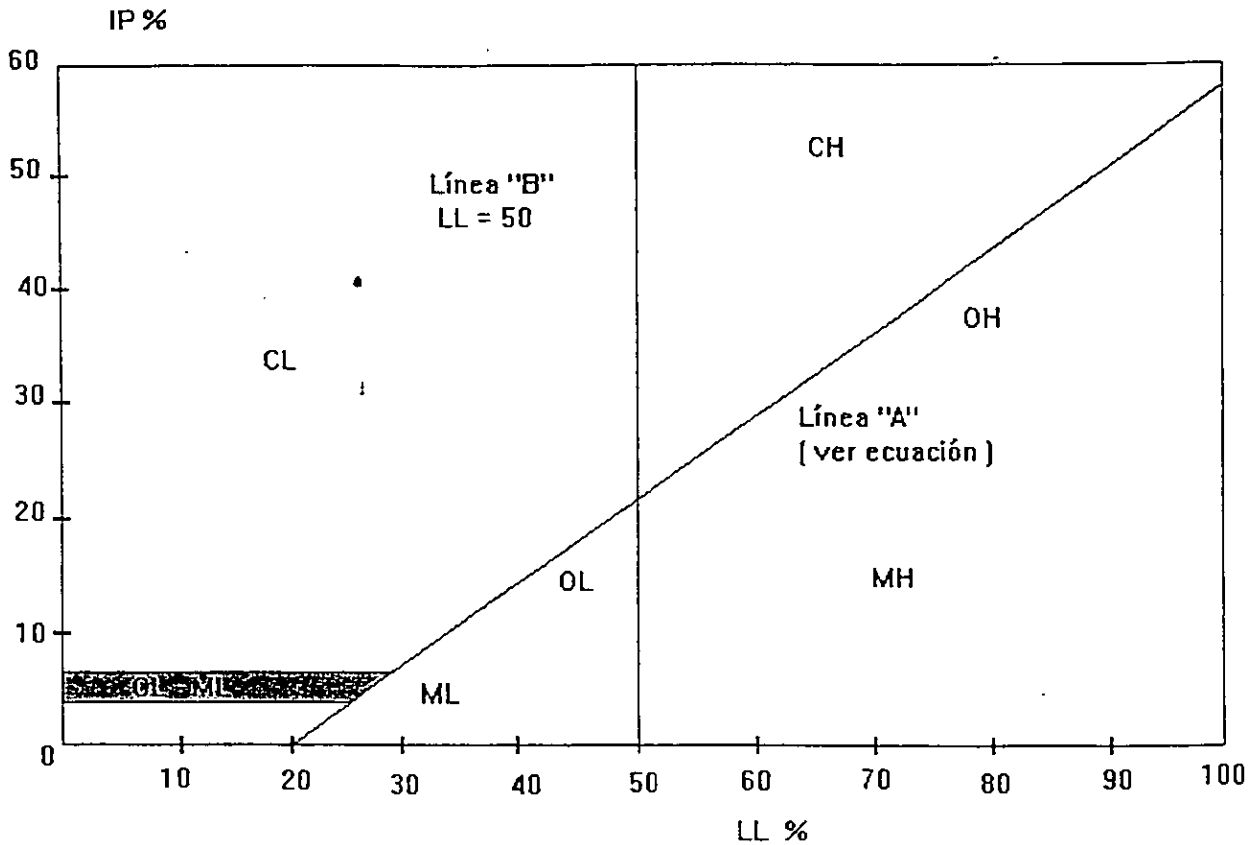
-Charolas de vaporación .

-Espátula.

-Calibrador vernier.

-Cápsulas de porcelana.

(Figura 4.5)



DEFINICIONES : Ec. línea "A" $IP = 0.73 (LL - 20)$

C	ARCILLAS	OH	LIMOS O ARCILLAS DE ALTA COMPRESIBILIDAD
M	LIMOS	ML	LIMOS DE BAJA COMPRESIBILIDAD
LL	LÍMITE LÍQUIDO EN %	MH	LIMOS DE ALTA COMPRESIBILIDAD
IP	ÍNDICE PLÁSTICO EN %	O	SUELO CON MATERIA ORGÁNICA
CL	ARCILLAS DE BAJA COMPRESIBILIDAD	L	BAJA COMPRESIBILIDAD
CH	ARCILLAS DE ALTA COMPRESIBILIDAD	H	ALTA COMPRESIBILIDAD
OL	LIMOS O ARCILLAS DE BAJA COMPRESIBILIDAD		

Fig. 4.5

4.2.3 CLASIFICACIÓN SUCS

El sistema cubre los suelos gruesos y finos, distinguiendo ambos por el cribado a través de la malla 200, las partículas gruesas son mayores que dicha malla y las finas menores. Un suelo se considera grueso si más del 50% de sus partículas son gruesas, y fino si más de la mitad de sus partículas en peso son finas. (JUÁREZ, 1998: 152-153).(Tabla 4.1 y 4.2)

4.2.4 DENSIDAD DE SÓLIDOS

En mecánica de suelos al hablar de densidad, hablamos de la densidad relativa aparente que se define como: la relación de la densidad absoluta de dicho material incluyendo sus vacíos, a la densidad absoluta del agua destilada a la temperatura de 4°C que tiene un valor de 1 gr/cm³. La densidad relativa queda expresada por un número abstracto. La densidad de un material pétreo retenido en la malla de 3/8 in. está relacionada con la prueba de absorción, dando una idea general de la calidad del material. (GARCIA, 1989:26).

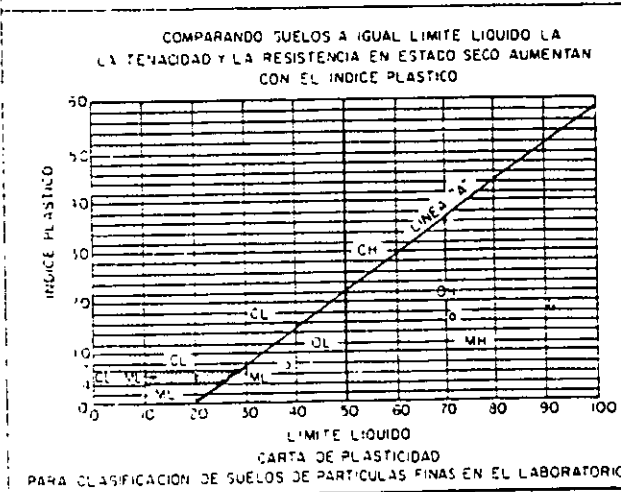
PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD DE SÓLIDOS (S_s)

SUELOS INERTES (Granulares ó no plásticos)

- 1.- Coloque aprox. 150 grs. de suelo, secado en estufa y pesado con 0.01 grs. de aproximación, dentro del matraz estando parcialmente lleno de agua .
- 2.- Se elimina todo el aire atrapado en el suelo, hirviendo el agua del conjunto dentro del matraz durante 10 min.; acompañe el hervido con agitación continua del matraz ó conectado a una bomba de vacío.
- 3.- Enfríe el conjunto de matraz con agua y muestra de suelo a una temperatura comprendida dentro de la curva de calibración del matraz.
- 4.- Agregue agua hasta llevar el fondo del menisco a la marca de calibración del matraz.
- 5.- Seque el exterior del matraz y el interior del cuello arriba del menisco.
- 6.- Pese el conjunto del matraz con agua y muestra de suelo con una aproximación de 0.1 grs..
- 7.- Verifique que la temperatura sea uniforme dentro del matraz y mídase anotando dicha temperatura.

ANEXO VII - A
SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS
INCLUYENDO IDENTIFICACION Y DESCRIPCION

PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACION EN EL CAMPO (Excluyendo las partículas mayores de 7.6 cm (3") y basando las fracciones en pesos estimados)		SIMBOLOS DEL GRUPO (e)	NOMBRES TÍPICOS	INFORMACION NECESARIA PARA LA DESCRIPCION DE LOS SUELOS	CRITERIO DE CLASIFICACION EN EL LABORATORIO		
SUELOS DE PARTICULAS GRANDES Más de la mitad del material es retenido en la malla N° 200 (Ø) Los procedimientos de identificación se aplican a las fracciones que pasan la malla N° 200.	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenido en la malla N° 4 (Para identificación visual puede usarse 1/2 cm como equivalente a la abertura de la malla N° 4)	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena, con poca o nada de finas	Dese el nombre típico, indiquense los porcentajes aproximados de grava y arena, tamaño máximo, angulosidad, características de la superficie y Jurezo de las partículas gruesas, nombre local y geológico, cualquier otra información descriptiva pertinente y el símbolo entre paréntesis. Para los suelos inalterados agreguese información sobre estratificación, compactación, cementación, condiciones de humedad y características de drenaje. EJEMPLO Arena limosa con grava, como un 20% de grava de partículas duras, angulosas y de 15 cm de tamaño máximo, arena gruesa fina de partículas redondeadas a subangulosas, y alrededor de 15% de finas no plásticas de baja resistencia en estado seco, compacta y húmeda en el lugar, arena blanda (SM)	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$, mayor de 4, $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \cdot D_{60}}$, entre 1 y 3 No satisfacen todos los requisitos de graduación para GW Límites de plasticidad abajo de la "línea A" o I_p menor que 4 Arriba de la "línea A" y con I_p entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$, mayor de 6, $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \cdot D_{60}}$, entre 1 y 3 No satisfacen todos los requisitos de graduación para SW Límites de plasticidad abajo de la "línea A" o I_p menor que 4 Arriba de la "línea A" y con I_p entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles Límites de plasticidad arriba de la "línea A" con I_p mayor que 7		
		GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena, con poca o nada de finas				
	GM	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo					
	GC	Gravas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla					
ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa la malla N° 4 (Para identificación visual puede usarse 1/2 cm como equivalente a la abertura de la malla N° 4)	ARENAS LIMPIAS Amplia gama en los tamaños de las partículas y cantidades apreciables de todos los tamaños intermedios	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, con poca o nada de finas	Dese el nombre típico, indiquense el grado y carácter de la plasticidad, cantidad y tamaño máximo de las partículas gruesas, color del suelo húmedo, nombre local y geológico, cualquier otra información descriptiva pertinente y el símbolo entre paréntesis. Para los suelos inalterados agreguese información sobre la estructura, estratificación, consistencia tanto en estado inalterado como remoldeado, condiciones de humedad y drenaje. EJEMPLO Limo arcilloso, café, ligeramente plástico, porcentaje reducido de arena fina, numerosos agujeros verticales de raíces, firme y seco en el lugar, (aess), (ML)	Determine los porcentajes de grava y arena de la curva granulométrica de la muestra que pasa la malla N° 200. Dependiendo del porcentaje de finas (fracción que pasa la malla N° 200) los suelos se clasifican como sigue: Menos de 5% GW, GP, SW, SP Más de 5% GM, GC, SM, SC Más de 12% CM, CC, IM, IC 5% a 12% MS, ML, OL, MH, OH Símbolos dobles		
		SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, con poca o nada de finas				
	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo					
	SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla					
SUELOS DE PARTICULAS FINAS Más de la mitad del material pasa la malla N° 200 (Ø) (Las partículas de Ø 0.75 mm de diámetro (arena f.) (U.S.))	PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACION EN LA FRACCION QUE PASA LA MALLA N° 40			Dese el nombre típico, indiquense el grado y carácter de la plasticidad, cantidad y tamaño máximo de las partículas gruesas, color del suelo húmedo, nombre local y geológico, cualquier otra información descriptiva pertinente y el símbolo entre paréntesis. Para los suelos inalterados agreguese información sobre la estructura, estratificación, consistencia tanto en estado inalterado como remoldeado, condiciones de humedad y drenaje. EJEMPLO Limo arcilloso, café, ligeramente plástico, porcentaje reducido de arena fina, numerosos agujeros verticales de raíces, firme y seco en el lugar, (aess), (ML)	EQUIVALENCIA DE SIMBOLOS G-Grava M-Limo J-Suelos orgánicos W-Bien graduada L-Baja compresibilidad S-Arena C-Arcilla R-Turba P-Mal graduada H-Alta compresibilidad		
	ML	Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos	RESISTENCIA EN ESTADO SECO (Características al ramplamiento)			DILATANCIA (Reacción al agitado)	TENACIDAD (Consistencia cerca del límite plástico)
	CL	Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres	Nula a ligera			Rápida a lenta	Nula
	OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad	Media a alta			Nula a muy lenta	Media
	MH	Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, limos elásticos	Ligera a media			Lenta	Ligera
	CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas	Ligera a media			Lenta a nula	Ligera a media
SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS	SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS	PI	Turba y otros suelos altamente orgánicos	Ligera a media	Nula	Alta	
		OH	Arcillas orgánicas de media a alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad	Alta a muy alta	Nula	Ligera a media	



PROCEDIMIENTOS DE IDENTIFICACION PARA SUELOS FINOS O FRACCIONES FINAS DE SUELO EN EL CAMPO

Estos procedimientos se ejecutan con la fracción que pasa la malla No. 40 (aproximadamente 0.5 mm).

Para fines de clasificación en el campo si no se usa la malla simplemente se quitan a mano las partículas gruesas que interfieren con las pruebas.

DILATANCIA
(Reacción al agitado)

Después de quitar las partículas mayores que la malla No. 40, prepárese una pastilla de suelo húmedo aproximadamente igual a 10 cm³; si es necesario añádase suficiente agua para dejar el suelo suave pero no pegajoso.

Colóquese la pastilla en la palma de la mano y agítela horizontalmente, golpeando vigorosamente contra la otra mano varias veces. Una reacción positiva consiste en la aparición de agua en la superficie de la pastilla, la cual cambia adquiriendo una consistencia de hígado y se vuelve lustroso. Cuando la pastilla se aprieta entre los dedos el agua y el hongo desaparecen de la superficie, la pastilla se vuelve tiesa y finalmente se aprieta y se desmorona. La rapidez de la aparición del agua durante el agitado y de su desaparición durante el apriete sirve para identificar el carácter de las finas en un suelo.

Las arenas limpias muy finas dan la reacción más rápida y distintiva, mientras que las arcillas plásticas no tienen reacción. Las limas inorgánicas, tales como el típico polvo de roca, dan una reacción rápida moderada.

RESISTENCIA EN ESTADO SECO
(Características al ramplamiento)

Después de eliminar las partículas mayores que la malla No. 40, moldeese una pastilla de suelo hasta alcanzar una consistencia de masa añadiendo agua si es necesario. Déjese secar la pastilla completamente en un horno, al sol o al aire y pruébese su resistencia ramplándola y desmoronándola entre los dedos. Esta resistencia es una medida del carácter y cantidad de la fracción coloidal que contiene el suelo. La resistencia en estado seco aumenta con la plasticidad.

Una alta resistencia a seco es característica de las arcillas del grupo CH. Un limo inorgánico típico posee solamente muy ligera resistencia. Las arenas finas limosas y las limas tienen aproximadamente la misma ligera resistencia, pero pueden distinguirse por el tacto al pulverizar el espécimen seco. La arena fina se siente granular, mientras que el limo típico de la sensación suave de la harina.

TENACIDAD
(Consistencia cerca del límite plástico)

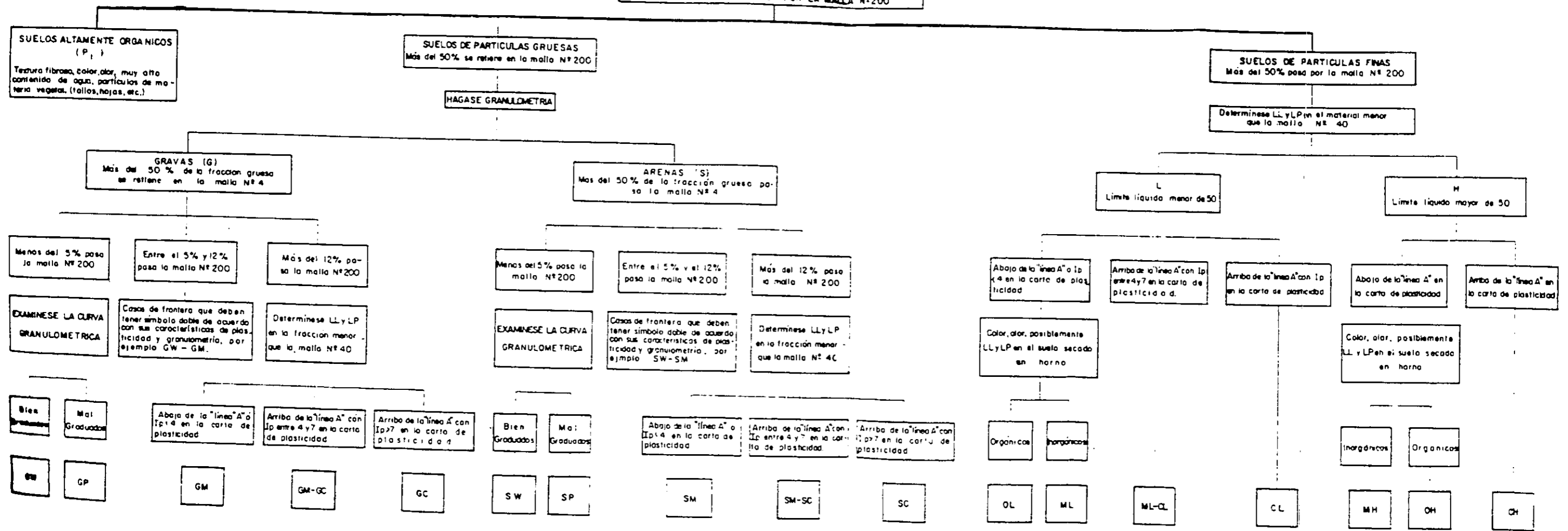
Después de eliminar las partículas mayores que la malla No. 40, moldeese un espécimen de aproximadamente 10 cm³ hasta alcanzar la consistencia de masa. Si el suelo está muy seco debe agregarse agua, pero si está pegajoso debe extenderse el espécimen formando una capa delgada que permita algo de pérdida de humedad por evaporación. Posteriormente el espécimen se rota a mano sobre una superficie lisa y entre las palmas hasta hacer un rollo de 3 mm. de diámetro aproximadamente, se amasa y se vuelve a rotar varias veces. Durante estas operaciones el contenido de humedad se reduce gradualmente y el espécimen llega a ponerse tieso, pierde finalmente su plasticidad y se desmorona cuando se alcanza el límite plástico. Después de que el rollo se ha desmoronado, las pedruzcos deben juntarse continuando el amasado ligeramente entre los dedos hasta que la masa se desmorone nuevamente.

La potencialidad de la fracción coloidal arcillosa de un suelo se identifica por la mayor o menor tenacidad del rollo al acercarse al límite plástico y por la rigidez de la muestra al romperse finalmente entre los dedos. La debilidad del rollo en el límite plástico y la pérdida rápida de la coherencia de la muestra al rebasar este límite, indican la presencia de arcilla inorgánica de baja plasticidad o de materiales tales como arcilla del tipo coeita y arcillas orgánicas que caen abajo de la "línea A". Las arcillas altamente orgánicas se sienten muy débiles y esponjosas al tacto en el límite plástico.

Las designaciones de frontera - Los suelos que posean las características de dos grupos se designan con la combinación de los dos símbolos. Por ejemplo GW-GC, mezcla de grava y arena bien graduada con cemento arcillosa.
 Los tamaños de las mallas en esta carta son los U.S. Standard

ANEXO VII-b
PROCEDIMIENTO AUXILIAR PARA IDENTIFICACION DE SUELOS
EN EL LABORATORIO
S.U.C.S.

HAGASE UN EXAMEN VISUAL DEL SUELO PARA DETERMINAR SI ES ALTAMENTE ORGANICO, DE PARTICULAS GRUESAS O DE PARTICULAS FINAS, EN LOS CASOS DE FRONTERA DETERMINESE LA CANTIDAD QUE PASA POR LA MALLA N° 200



NOTA - Los tamaños de las mallas son de la U.S. Estándar

SUELOS PLÁSTICOS

- 1.- Moldee la muestra del suelo en estudio, en una cápsula hasta formar una pasta suave agregándole agua destilada. La muestra debe tener una cantidad aproximada en peso seco de 50 grs..
- 2.- Vierta la pasta dentro del matraz y llénese parcialmente con agua.
- 3.- Elimine el aire atrapado, enfríe y obtenga el peso y la temperatura de la suspensión y matraz, en la forma como se hizo en los pasos 1 y 2 del proceso para suelos inertes.
- 4.- Vierta la muestra de suelo y agua en una charola de evaporación grande de peso conocido, enjuagándose cuidadosamente el matraz para recuperar todas las partículas de suelo.
- 5.- Seque la mezcla de la charola en la estufa, enfríe y pésela.

El peso seco de la muestra de suelo se obtiene por la diferencia con el peso de la charola vacía. (CALDERÓN, 1994: S/P)

EQUIPO

- Matraz calibrado (picnómetro).
- Agua destilada
- Mechero ó parrilla eléctrica
- Balanza de 0.01grs. de aproximación.
- Estufa de calor controlado
- Franela y papel absorbente
- Termómetro de 0.1°C
- Cápsula de porcelana y charolas
- Gotero ó pipeta
- Bomba de vacío

4.2.5 HUMEDAD NATURAL

La humedad natural de un suelo se define como la relación del contenido de agua en peso de un suelo, a la del peso de los sólidos expresada en porcentaje. Esta prueba se puede aplicar a materiales de tamaño máximo de 2 in. y materiales que pasen la malla No. 4 .

PROCEDIMIENTO

- 1.- Se toma una muestra de material de, en el primer caso, 1000 grs. aprox. y en el segundo caso 100 grs. aprox. y se anota su peso.
- 2.- Se seca la muestra en un horno a temperatura constante entre 100 y 110 °C durante 20 hrs. aprox..

$$W=(P1-P2)*100/(P2-PT)$$

W= Contenido de humedad en porcentaje

P1= Peso de la muestra húmeda más el peso del recipiente

P2= Peso de la muestra seca más el peso del recipiente

PT= Peso del recipiente

EQUIPO

-Balanza con aprox. de 0.1 grs., para muestras con materiales retenidos en la malla No. 4.

-Balanza con 0.01 grs. de aprox. para materiales que pasan la malla No. 4

-Charola

-Estufa

-Cristal ó vidrio

(GARCIA,1989:20-21)

4.2.6 CONSOLIDACIÓN

La prueba de consolidación determina el decremento de volumen y la velocidad con que este decremento se produce, en un espécimen de suelo confinado lateralmente y sujeto a una carga axial.

EQUIPO

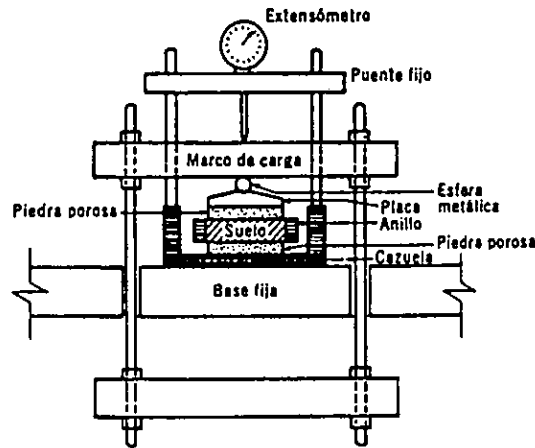
Consiste de un consolidómetro incluyendo el anillo para la ubicación de la muestra, piedras porosas, micrómetro de 0.001 cms. y equipo adicional tal como cortadores para labrar el espécimen, cronómetro, cápsulas, balanza, termómetro y una cierta cantidad de algodón.

La prueba se realiza aplicando carga por medio de pesos colocados en una ménsula que cuelga del extremo de la viga de carga.

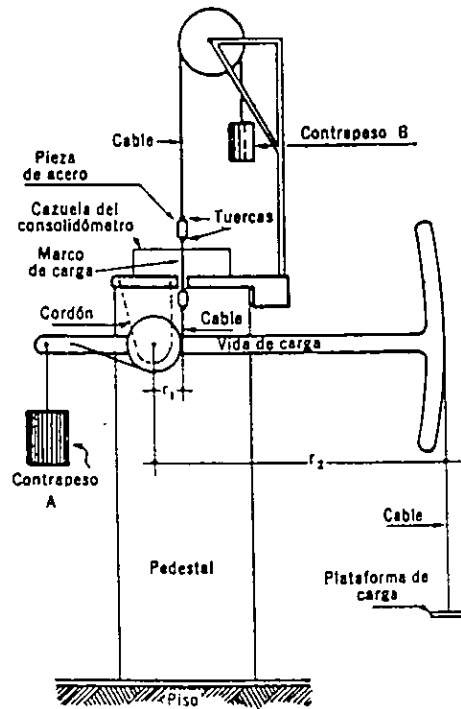
Se retira el pequeño peso actuante sobre el marco de carga, colocando la ménsula en el primer incremento de carga, evitando que el marco cause

impacto sobre la muestra y usando los pesos apropiados. Anótese esa carga. Se observa y se anota las lecturas del micrómetro en intervalos de tiempo adecuado.

Se dibuja la curva de consolidación. Se coloca el segundo incremento de carga, una vez aplicados todos los incrementos necesarios, se quitan las cargas en decrementos. Se hacen las lecturas en diferentes tiempos en el ciclo de descarga. Finalmente se quita el micrómetro y se desarma el consolidómetro. (JUAREZ, 1998:293-299). (Figuras 4.7 y 4.8).



Detalle de la colocación de la muestra en el consolidómetro de anillo flotante.



Esquema del mecanismo de transmisión de carga de un consolidómetro.

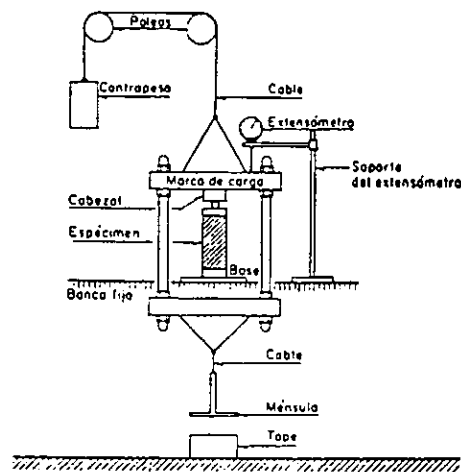
4.2.7 PRUEBA DE COMPRESIÓN SIMPLE

Se utiliza para determinar las características esfuerzo-deformación del suelo, al aplicar una carga axial a la muestra representativa.

El equipo usado consiste de una prensa de compresión simple, horno a una temperatura constante, cápsula de porcelana, balanza, cuchillos.

PROCEDIMIENTO

- 1.- Se labran cilindros con diámetros aproximados de 3 a 6 cms. y altura de 7 cms., ó con otras dimensiones de modo que su relación de esbeltez sea de 2.5 a
- 2.- Se miden los diámetros superior, medio e inferior, la altura y peso de la muestra.
- 3.- Se coloca la muestra en la pesa cuidando que este bien centrada para que la carga sea perfectamente axial, y esté cabeceada con arena fina.
- 4.- Se monta el extensómetro y se ajusta la carátula en 0.
- 5.- Se hecha a andar el mecanismo de aplicación de carga.
- 6.- Se realizan las lecturas, la deformación debe ser a velocidad constante que generalmente es de 1mm/min.
- 7.- Se observa cuidadosamente su falla, grietas, planos de falla u otros puntos de interés.
- 8.- Se determina la humedad de la probeta.
- 9.- Se calculan las deformaciones, para cada uno de los esfuerzos y se traza la gráfica esfuerzo-deformación. (Figura 4.9)



Esquema de un aparato con aplicación de carga directa para prueba de compresión simple.

Fig. 4.9

4.2.8 PRUEBA TRIAXIAL RAPIDA.

Determina características esfuerzo-deformación y resistencia de suelos sujetos a esfuerzos cortantes.

El equipo a usar es el aparato para pruebas triaxiales, cortador del espécimen, balanzas, calibrador nonio o vernier, horno a temperatura constante y cápsula de porcelana.

PROCEDIMIENTO DE PRUEBA.

- 1.- Se labran cilindros de 3.6cm. de diámetro y 9cm. de altura o con cualquier otra dimensión con relación de esbeltez igual a 2.5.
 - 2.- Se coloca una membrana de hule al espécimen sujetándola sobre su piedra porosa, y se arma la cámara de compresión triaxial para colocarla en la mesa de soporte.
 - 3.- Se coloca la cámara en la báscula y se centra el vástago en el tablero del marco de carga, luego se baja el marco hasta que esté a punto de hacer contacto.
 - 4.- Se coloca el micrómetro en el soporte de la cámara apoyada sobre el marco y se ajusta su carátula en cero.
 - 5.- Se coloca el agua dentro de la cámara y se aplica la presión de confinamiento con la que se ensayará la muestra.
 - 6.- Se aplica la carga a una velocidad de ruptura igual a 1 mm./min.
 - 7.- Se toman lecturas simultáneamente de la báscula y del micrómetro a cada milímetro de deformación, para definir la curva deformación unitaria-esfuerzo.
 - 8.- Se suspenden las lecturas cuando la carga luego de llegar a un máximo decrece, o bien, cuando la deformación corresponda a un 20% respecto a la lectura inicial. (Figuras 4.10 y 4.11)
- (CALDERON,1994:S/P)

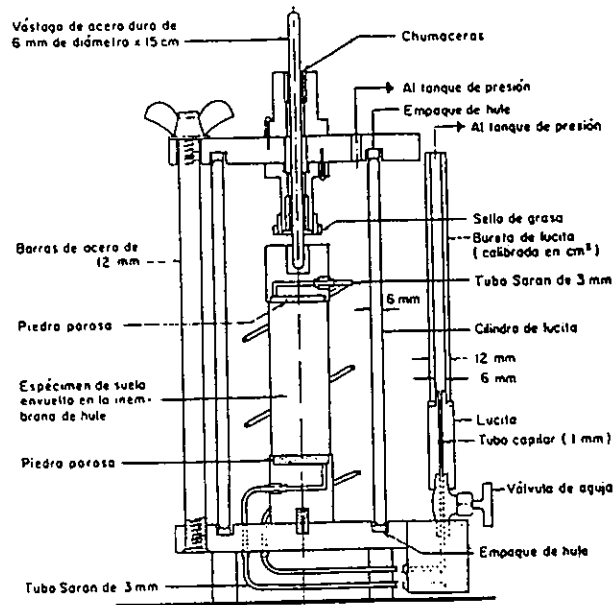


Fig. 4.10 Cámara de compresión triaxial.

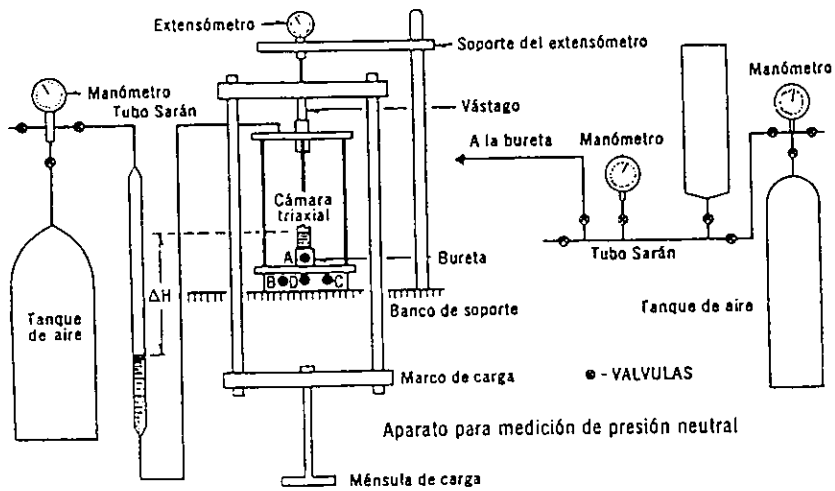


Fig. 4.11 Conjunto del dispositivo para pruebas de compresión triaxial.

CAPITULO V

PROPIEDADES INDICE Y MECANICAS DE LOS SUELOS

5.1 LOCALIZACION DE LOS ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS

La ubicación de los estudios se encuentra en el plano de la ciudad, mostrado en la figura 5.1. Se trazaron 5 diferentes ejes a lo largo de la ciudad, de modo que la distancia entre los P.C.A. y/o sondeos y el eje no fuese mayor de 300 metros. Así , en base a dichos ejes se elaboraron los cortes estratigráficos siguientes:

- 1.- Corte Norte-Sur, con rumbo NE de 10° , que parte desde el fraccionamiento Don Vasco y llega hasta la Pinera, con una longitud de 6.5 Kms. Su desnivel es de 200 metros.
- 2.- Corte Oeste-Este, con rumbo NO de 84° , cubriendo parte del cerro el Chino hasta el libramiento Oriente, con una longitud de 7.5 Kms. Desnivel de 200 metros.
- 3.- Corte Noroeste-Sureste, con rumbo de NO 32.5° , el cual inicia en el fraccionamiento el Mirador y termina en Quirindavara, con una longitud de 8.44 Kms. Desnivel de 245 metros.
- 4.- Corte Noreste-Suroeste, con rumbo NE de 82.5° , desde la carretera libre Uruapan-Morelia atraviesa zona céntrica, hasta San Pedro, con una longitud de 7 Kms. Desnivel de 40 metros.
- 5.- Corte Noreste-Suroeste, con rumbo NE de 37° , a partir de INPAMEX hasta el centro comercial Soriana, con longitud de 6.85 Kms. Desnivel de 80 metros.

Los cuales se presentan también en el mapa 5.



TESIS PROFESIONAL
PROP. INDICE Y MEC. EN SUELOS DE URUAPAN

Ma. Isabel Rodriguez Corona.
 Betzabé Miranda Domínguez.

LOCALIZACION DE POZOS A CIELO ABIERTO
 Y SONDEOS DE PENETRACION ESTANDAR

LAMINA No.

5

5.2 PROPIEDADES INDICE Y MECANICAS DE LOS SUELOS

LOCALIZACION	CARRETERA LIBRAMIENTO, ENTRONQUE PATZCUARO				FECHA
PCA#1					AGO-20-96
DESCRIPCION DEL ESTRATO					
0.0 m A 1.0m	Primer estrato, Limo arenoso plástico (MH), color café oscuro amarillento				
1.0m a 2.5m	Segundo estrato, Limo arenoso plástico (MH), color café rojizo				
NIVEL DE AGUAS FREATICAS					
				No se detectó	
ESTRATO No.					
			1	2	2
PROFUNDIDAD (M)					
			0.75	1.5	2.5
TIPO DE MUESTRA					
			A	A	A
GRANULOMETRIA					
% QUE PASA MALLA 4			100	100	100
% QUE PASA MALLA 40			89	95	95
% QUE PASA MALLA 200			79	84	84
LIMITES DE CONSISTENCIA					
% HUMEDAD NATURAL			62.7	90.1	60.8
% LIMITE LIQUIDO			62.5	54.5	54.5
% LIMITE PLASTICO			41.5	40.7	40.7
% INDICE PLASTICO			21.5	13.8	13.8
% CONTRACCION LINEAL			8.3	4.5	4.5
% LIMITE DE CONTRACCION			33.2	37.6	37.6
CLASIFICACION SUCS					
			MH	MH	MH
COSISTENCIAS					
CONSISTENCIA NATURAL			Muy firme	Muy firme	Muy firme
CONSISTENCIA CON PENETROMETRO DE BOLSILLO			2.5	3.75	3.75
RELACIONES VOLUMETRICAS Y GRAVIMETRICAS					
PESO VOLUMETRICO (TON/M3)					
DENSIDAD DE SOLIDOS					
RELACION DE VAGIOS					
POROSIDAD (%)					
GRADO DE SATURACION (%)					
PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE					
RESISTENCIA (TON/M2)					
COHESION (TON/M2)					
PRUEBA TRIAXIAL RAPIDA					
FIGURA					
COHESION (TON/M2)					
ANGULO DE FRICCION					
PRUEBA DE CONSOLIDACION					
FIGURA					
CARGA DE PRECONSOLIDACION (TON/M2)					

LOCALIZACION	CARRETERA LIBRAMIENTO, ENTRONQUE PATZCUARO				FECHA	
PCA#3					AGO-20-96	
DESCRIPCION DEL ESTRATO						
0.0m a 0.35m		Relleno de material pétreo				
0.35m a 2.00 m		Primer estrato, limo arenoso plástico (MH), color café rojizo.				
2.00m a 2.30 m		Segundo estrato, limo arenoso plástico (MH), color café rojizo.				
NIVEL DE AGUAS FREATICAS				No se detectó		
ESTRATO No.			1		1	2
PROFUNDIDAD (M)			0.6		1.1	2.3
TIPO DE MUESTRA			A		A	A
GRANULOMETRIA						
% QUE PASA MALLA 4			100		100	100
% QUE PASA MALLA 40			93		93	92
% QUE PASA MALLA 200			82		82	75
LIMITES DE CONSISTENCIA						
% HUMEDAD NATURAL			63.8		51.9	50.2
% LIMITE LIQUIDO			58.4		58.4	54.6
%LIMITE PLASTICO			38.7		38.7	34.2
%INDICE PLASTICO			19.7		19.7	20.4
%CONTRACCION LINEAL			9.3		9.3	9.2
%LIMITE DE CONTRACCION			25.3		25.3	28.1
CLASIFICACION SUCS			MH		MH	MH
COSISTENCIAS						
CONSISTENCIA NATURAL			Firme		Muy firme	Muy firme
CONSISTENCIA CON PENETROMETRO DE BOLSILLO			1.5		3	2.5
RELACIONES VOLUMETRICAS Y GRAVIMETRICAS						
PESO VOLUMETRICO (TOMM3)						
DENSIDAD DE SOLIDOS						
RELACION DE VACIOS						
POROSIDAD (%)						
GRADO DE SATURACION (%)						
PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE						
RESISTENCIA (TON/M2)						
COHESION (TON/M2)						
PRUEBA TRIAXIAL RAPIDA						
FIGURA						
COHESION (TON/M2)						
ANGULO DE FRICCION (grados)						
PRUEBA DE CONSOLIDACION						
FIGURA						
CARGA DE PRECONSOLIDACION (TON/M2)						

LOCALIZACION	AV. AMERICAS, COLONIA MORELOS				FECHA
PCA#1					DIC-16-96
DESCRIPCION DEL ESTRATO					
0.0 m a 1.0 m		Primer estrato, Limo café obscuro suave con poca materia orgánica. café claro con algunas raíces (M).			
1.0 m a 1.90m		Segundo estrato, limo café claro suave.			
1.90m a 3.0 m		Tercer estrato, limo café obscuro con intercalaciones de limo café rojizo con poca materia orgánica.			
3.0 m a 3.5 m		Cuarto estrato, limo arenoso gris claro compacto.			
NIVEL DE AGUAS FREATICAS			No se detectó.		
ESTRATO No.			2		3
PROFUNDIDAD (M)			1.9		2.5
TIPO DE MUESTRA			A		I
GRANULOMETRIA					
% QUE PASA MALLA 4			100		100
% QUE PASA MALLA 40			96.7		96.7
% QUE PASA MALLA 200			93		89.9
LIMITES DE CONSISTENCIA					
% HUMEDAD NATURAL			77		120
% LIMITE LIQUIDO			82		85
%LIMITE PLASTICO			53.6		51.7
%INDICE PLASTICO			28.4		33.3
%CONTRACCION LINEAL			9.1		6.2
%LIMITE DE CONTRACCION					
CLASIFICACION SUCS			MH		MH
COSISTENCIAS					
CONSISTENCIA NATURAL			Suave		Suave
CONSISTENCIA CON PENETROMETRO DE BOLSILLO			2		1.75
RELACIONES VOLUMETRICAS Y GRAVIMETRICAS					
PESO VOLUMETRICO (TON/M3)					1.223
DENSIDAD DE SOLIDOS			2.66		2.6
RELACION DE VACIOS					
POROSIDAD (%)					
GRADO DE SATURACION (%)					
PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE					
RESISTENCIA (TON/M2)					4
COHESION (TON/M2)					
PRUEBA TRIAXIAL RAPIDA					
FIGURA					
COHESION (TON/M2)					2.9
ANGULO DE FRICCION					8
PRUEBA DE CONSOLIDACION					
FIGURA					
CARGA DE PRECONSOLIDACION (TON/M2)					

LOCALIZACION	AV. AMERICAS, COLONIA MORELOS				FECHA
PCA#2					DIC-16-96
DESCRIPCION DEL ESTRATO (S)					
0.0 m a 0.7 m		Primer estrato, Limo café obscuro con poca materia orgánica.			
0.7 m a 1.70m		Segundo estrato, limo café claro suave.			
1.70 m a 2.80 m		Tercer estrato, limo café obscuro con intercalaciones de limo café rojizo con poca materia orgánica.			
2.80 m a 3.50 m		Cuarto estrato, limo arenoso gris claro compacto.			
NIVEL DE AGUAS FREATICAS			No se detectó.		
ESTRATO No.			2		3
PROFUNDIDAD (M)			2.8		2.3
TIPO DE MUESTRA			A		I
GRANULOMETRIA					
% QUE PASA MALLA 4			100		100
% QUE PASA MALLA 40			97.8		97.9
% QUE PASA MALLA 200			91.6		88
LIMITES DE CONSISTENCIA					
% HUMEDAD NATURAL			76.2		106.2
% LIMITE LIQUIDO			82.4		88
%LIMITE PLASTICO			39		49.6
%INDICE PLASTICO			43.4		28.4
%CONTRACCION LINEAL			9.2		9.8
%LIMITE DE CONTRACCION					
CLASIFICACION SUCS			MH		MH
COSISTENCIAS					
CONSISTENCIA NATURAL			Suave		Suave
CONSISTENCIA CON PENETROMETRO DE BOLSILLO			1.5		1.75
RELACIONES VOLUMETRICAS Y GRAVIMETRICAS					
PESO VOLUMETRICO (TOMM3)					1.214
DENSIDAD DE SOLIDOS			2.64		2.62
RELACION DE VACIOS					
POROSIDAD (%)					
GRADO DE SATURACION (%)					
PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE					
RESISTENCIA (TON/M2)					4.5
COHESION (TON/M2)					
PRUEBA TRIAXIAL RAPIDA					
FIGURA					
COHESION (TON/M2)					2.4
ANGULO DE FRICCION					10
PRUEBA DE CONSOLIDACION					
FIGURA					
CARGA DE PRECONSOLIDACION (TON/M2)					

LOCALIZACION	PROL. CALZADA BENITO JUAREZ, SALIDA A CARAPAN, KM 0+300 DEL EJE ANILLO				FECHA	
PCA#1	DE CIRCUNVALACION.					Jul-98
DESCRIPCION DEL ESTRAT						
0.0m a 0.5 m	Primer estrato, depósito transportado por medio pluvial tipo arena grava arcillosa, café, granos redondeados, finos, compactos, cementados con arcilla (SC).					
0.5 m a 2.0 m	Segundo estrato, Depósito residual, arcilla limosa color amarillo de consistencia media, alta plasticidad, húmedo (OH).					
Prof. No definida	Tercer estrato, arena arcillo gravosa amarilla, compacta de grano fino y redondeado, con humedad cementada con arcilla plástica (SC).					
NIVEL DE AGUAS FREATICAS				No se detectó		
ESTRATO No.				1	2	3
PROFUNDIDAD (M)				0.4	1.5	2.5
TIPO DE MUESTRA				A	I	A
GRANULOMETRIA						
% QUE PASA MALLA 4				60	100	80
% QUE PASA MALLA 40				20	70	65
% QUE PASA MALLA 200				10	55	40
LIMITES DE CONSISTENCIA						
% HUMEDAD NATURAL					33.8	17
% LIMITE LIQUIDO					65	35
% LIMITE PLASTICO					35	20
% INDICE PLASTICO					30	15
% CONTRACCION LINEAL				2	6	5.5
% LIMITE DE CONTRACCION						
CLASIFICACION SUCS				SC	OH	SC
CONSISTENCIAS						
CONSISTENCIA NATURAL				Dura	Media	Dura
CONSISTENCIA CON PENETROMETRO DE BOLSILLO				3	0.8	3
RELACIONES VOLUMETRICAS Y GRAVIMETRICAS						
PESO VOLUMETRICO (TON/M3)				1.7	1.63	1.72
DENSIDAD DE SOLIDOS				2.35	2.29	2.33
RELACION DE VACIOS						
POROSIDAD (%)						
GRADO DE SATURACION (%)						
PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE						
RESISTENCIA (TON/M2)						
COHESION (TON/M2)						
PRUEBA TRIAXIAL RAPIDA						
FIGURA						
COHESION (TON/M2)					1.2	1.1
ANGULO DE FRICCION (grados)					14	17
PRUEBA DE CONSOLIDACION						
FIGURA						
CARGA DE PRECONSOLIDACION (TON/M2)					5.5	7

LOCALIZACION	CALZADA LA FUENTE, COLEGIO HIDALGO				FECHA
PCA#1					Oct-97
DESCRIPCION DEL ESTRATO (S)					
0.0 m a 0.20 m		Primer estrato, capa de tierra vegetal.			
0.20 m a 1.0 m		Segundo estrato, limo poco arenoso fino (MH) color café oscuro con raíces. Poca materia orgánica y pocos carbonatos de calcio.			
1.0 m a 2.50 m		Tercer estrato, limo poco arcilloso (MH), color café claro con partes con tono amarillo.			
NIVEL DE AGUAS FREATICAS		Se encontró a una profundidad de 2.0 m.			
ESTRATO No.					
				3	
PROFUNDIDAD (M)				1.7	
TIPO DE MUESTRA				I	
GRANULOMETRIA					
% QUE PASA MALLA 4				100	
% QUE PASA MALLA 40				97	
% QUE PASA MALLA 200				62	
LIMITES DE CONSISTENCIA					
% HUMEDAD NATURAL				94	
% LIMITE LIQUIDO				152	
% LIMITE PLASTICO				100	
% INDICE PLASTICO				52	
% CONTRACCION LINEAL					
% LIMITE DE CONTRACCION					
CLASIFICACION SUCS				MH	
COSISTENCIAS					
CONSISTENCIA NATURAL				Semirígida a suave	
CONSISTENCIA CON PENETROMETRO DE BOLSILLO					
RELACIONES VOLUMETRICAS Y GRAVIMETRICAS					
PESO VOLUMETRICO (TON/M3)				1.16	
DENSIDAD DE SOLIDOS				2.21	
RELACION DE VACIOS				2.74	
POROSIDAD (%)					
GRADO DE SATURACION (%)				100	
PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE					
RESISTENCIA (TON/M2)				5.3	
COHESION (TON/M2)					
PRUEBA TRIAXIAL RAPIDA					
FIGURA					
COHESION (TON/M2)				4	
ANGULO DE FRICCION (grados)				8	
PRUEBA DE CONSOLIDACION					
FIGURA					
CARGA DE PRECONSOLIDACION (TON/M2)					

LOCALIZACION	COMUNIDAD JICALAN, SALIDA A SN. JUAN NUEVO				FECHA
PCA#1					Ago-98
DESCRIPCION DEL ESTRATO (S)					
0.0 m a 2.30 m	Primer estrato, limo café amarillento suave con poca materia orgánica con intercalaciones de limo café muy compacto (MH2).				
2.30 m a 2.70 m	Segundo estrato, arcilla roja, suave (CH):				
NIVEL DE AGUAS FREATICAS					
	No se detectó				
ESTRATO No.					
			1		2
PROFUNDIDAD (M)					
			2		2.3
TIPO DE MUESTRA					
			A		I
GRANULOMETRIA					
% QUE PASA MALLA 4			98.5		99.8
% QUE PASA MALLA 40			95.9		98.6
% QUE PASA MALLA 200			94.5		96.4
LIMITES DE CONSISTENCIA					
% HUMEDAD NATURAL			103.9		58.7
% LIMITE LIQUIDO			138.8		62
%LIMITE PLASTICO			56.1		27.9
%INDICE PLASTICO			82.7		34.1
%CONTRACCION LINEAL			15		11.5
CLASIFICACION SUCS					
			MH2		CH
COSISTENCIAS					
CONSISTENCIA NATURAL			Suave		Suave
CONSISTENCIA CON PENETROMETRO DE BOLSILLO					
RELACIONES VOLUMETRICAS Y GRAVIMETRICAS					
PESO VOLUMETRICO (TOMM3)					1.43
DENSIDAD DE SOLIDOS					2.48
RELACION DE VACIOS					
POROSIDAD (%)					
GRADO DE SATURACION (%)					
PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE					
RESISTENCIA (TON/M2)					4.33
COHESION (TON/M2)					2.17
PRUEBA TRIAXIAL RAPIDA					
FIGURA					
COHESION (TON/M2)					4.3
ANGULO DE FRICCION (grados)					10.5
PRUEBA DE CONSOLIDACION					
FIGURA					
CARGA DE PRECONSOLIDACION (TON/M2)					

LOCALIZACION	COMUNIDAD JICALAN, SALIDA A SN. JUAN NUEVO					FECHA
PCA#2						Ago-98
DESCRIPCION DEL ESTRATO (S)						
0.0 m a 2.40 m	Primer estrato, limo café amarillento suave con poca materia orgánica con intercalaciones de limo café muy compacto (MH2).					
NIVEL DE AGUAS FREATICAS				No se detectó		
ESTRATO No. 1						
PROFUNDIDAD (M) 2.4						
TIPO DE MUESTRA A						
GRANULOMETRIA						
% QUE PASA MALLA 4 99.3						
% QUE PASA MALLA 40 97.7						
% QUE PASA MALLA 200 95.3						
LIMITES DE CONSISTENCIA						
% HUMEDAD NATURAL 106.19						
% LIMITE LIQUIDO 121.2						
% LIMITE PLASTICO 52.9						
% INDICE PLASTICO 68.3						
% CONTRACCION LINEAL 14.5						
% LIMITE DE CONTRACCION						
CLASIFICACION SUCS MH2						
COSISTENCIAS						
CONSISTENCIA NATURAL Suave						
CONSISTENCIA CON PENETROMETRO DE BOLSILLO						
RELACIONES VOLUMETRICAS Y GRAVIMETRICAS						
PESO VOLUMETRICO (TOMM3)						
DENSIDAD DE SOLIDOS						
RELACION DE VACIOS						
POROSIDAD (%)						
GRADO DE SATURACION (%)						
PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE						
RESISTENCIA (TON/M2)						
COHESION (TON/M2)						
PRUEBA TRIAXIAL RAPIDA						
FIGURA						
COHESION (TON/M2)						
ANGULO DE FRICCION (grados)						
PRUEBA DE CONSOLIDACION						
FIGURA						
CARGA DE PRECONSOLIDACION (TON/M2)						

LOCALIZACION	CONJUNTO HABITACIONAL BALCONES			FECHA
PCA#1				AGO-06-83
DESCRIPCION DEL ESTRATO (S)				
0.0m a 1.0m	Primer estrato, Limo inorgánico (MH).			
NIVEL DE AGUAS FREATICAS				
	No se detectó			
ESTRATO No.				
				1
PROFUNDIDAD (M)				
				1
TIPO DE MUESTRA				
				A
GRANULOMETRIA				
% QUE PASA MALLA 4				
				100
% QUE PASA MALLA 40				
				88
% QUE PASA MALLA 200				
				61
LIMITES DE CONSISTENCIA				
% HUMEDAD NATURAL				
				77.1
% LIMITE LIQUIDO				
				74
% LIMITE PLASTICO				
				57
% INDICE PLASTICO				
				37
% CONTRACCION LINEAL				
				7.2
% LIMITE DE CONTRACCION				
CLASIFICACION SUCS				
				MH
COSISTENCIAS				
CONSISTENCIA NATURAL				
				Blanda
CONSISTENCIA CON PENETROMETRO DE BOLSILLO				
RELACIONES VOLUMETRICAS Y GRAVIMETRICAS				
PESO VOLUMETRICO (TON/M3)				
				0.548
% DE COMPACTACION				
				65
RELACION DE VACIOS				
POROSIDAD (%)				
GRADO DE SATURACION (%)				
PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE				
RESISTENCIA (TON/M2)				
				6.92
COHESION (TON/M2)				
				2.05
PRUEBA TRIAXIAL RAPIDA				
FIGURA				
COHESION (TON/M2)				
ANGULO DE FRICCION (grados)				
				9
PRUEBA DE CONSOLIDACION				
FIGURA				
CARGA DE PRECONSOLIDACION (TON/M2)				

LOCALIZACION	CALLE SIERRA MADRE, FRACCIONAMIENTO DON VASCO			FECHA
PCA#1				ENE-15-97
DESCRIPCION DEL ESTRATO (S)				
0.0m a 0.9 m		Relleno integrado por escombro		
0.9m a 1.6 m		Primer estrato, limo de alta plasticidad (MH), color amarillento.		
NIVEL DE AGUAS FREATICAS			No se detectó	
ESTRATO No.			1	
PROFUNDIDAD (M)			2.2	
TIPO DE MUESTRA			A	
GRANULOMETRIA				
% QUE PASA MALLA 4				
% QUE PASA MALLA 40				
% QUE PASA MALLA 200				
LIMITES DE CONSISTENCIA				
% HUMEDAD NATURAL			65	
% LIMITE LIQUIDO			92.9	
%LIMITE PLASTICO			61	
%INDICE PLASTICO			31	
%CONTRACCION LINEAL			12.9	
%LIMITE DE CONTRACCION				
CLASIFICACION SUCS			MH	
COSISTENCIAS				
CONSISTENCIA NATURAL				
CONSISTENCIA CON PENETROMETRO DE BOLSILLO				
RELACIONES VOLUMETRICAS Y GRAVIMETRICAS				
PESO VOLUMETRICO (TON/M3)				
DENSIDAD DE SOLIDOS			2.5	
RELACION DE VACIOS				
POROSIDAD (%)				
GRADO DE SATURACION (%)				
PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE				
RESISTENCIA (TON/M2)			9.63	
COHESION (TON/M2)			2	
PRUEBA TRIAXIAL RAPIDA				
FIGURA				
COHESION (TON/M2)				
ANGULO DE FRICCION (grados)				
PRUEBA DE CONSOLIDACION				
FIGURA				
CARGA DE PRECONSOLIDACION (TON/M2)				

LOCALIZACION	CALLE SINALOA, COLONIA RAMON FARIAS			FECHA
PCA#1				Dic-96
DESCRIPCION DEL ESTRATO (S)				
0.0 m a 1.40 m		Primer estrato, limo café obscuro con poca materia orgánica.(Relleno)		
1.40 m a 3.3 m		Segundo estrato, limo café claro con boleos aislados.		
NIVEL DE AGUAS FREATICAS			No se detectó.	
ESTRATO No.			1	2
PROFUNDIDAD (M)			1.4	2.5
TIPO DE MUESTRA			A	I
GRANULOMETRIA				
% QUE PASA MALLA 4			99.9	100
% QUE PASA MALLA 40			85.1	93.4
% QUE PASA MALLA 200			64.2	78
LIMITES DE CONSISTENCIA				
% HUMEDAD NATURAL			49.2	62.1
% LIMITE LIQUIDO			64.5	74.5
%LIMITE PLASTICO			46.1	51.6
%INDICE PLASTICO			18.4	22.9
%CONTRACCION LINEAL			6.8	8.5
%LIMITE DE CONTRACCION				
CLASIFICACION SUCS			MH	MH
COSISTENCIAS				
CONSISTENCIA NATURAL			Suave	Suave
CONSISTENCIA CON PENETROMETRO DE BOLSILLO			1.5	1.55
RELACIONES VOLUMETRICAS Y GRAVIMETRICAS				
PESO VOLUMETRICO (TON/M3)				1.15
DENSIDAD DE SOLIDOS			2.49	2.5
RELACION DE VACIOS				
POROSIDAD (%)				
GRADO DE SATURACION (%)				
PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE				
RESISTENCIA (TON/M2)				3.8
COHESION (TON/M2)				
PRUEBA TRIAXIAL RAPIDA				
FIGURA				
COHESION (TON/M2)				2.4
ANGULO DE FRICCION				12.5
PRUEBA DE CONSOLIDACION				
FIGURA				
CARGA DE PRECONSOLIDACION (TON/M2)				

LOCALIZACION	CALLE SINALOA, COLONIA RAMON FARIAS			FECHA
PCA#2				Dic-96
DESCRIPCION DEL ESTRATO (S)				
0.0 m a 1.50 m	Primer estrato, limo café obscuro suave con poca materia orgánica.(Relleno)			
1.50 m a 3.3 m	Segundo estrato, limo café claro suave con boleos aislados.			
NIVEL DE AGUAS FREATICAS				
	No se detectó.			
ESTRATO No.		1		2
PROFUNDIDAD (M)		1.5		2.5
TIPO DE MUESTRA		A		I
GRANULOMETRIA				
% QUE PASA MALLA 4		100		99.4
% QUE PASA MALLA 40		88.8		91.4
% QUE PASA MALLA 200		69.1		73.7
LIMITES DE CONSISTENCIA				
% HUMEDAD NATURAL		65.9		60.5
% LIMITE LIQUIDO		66.1		69
%LIMITE PLASTICO		45.3		51.8
%INDICE PLASTICO		20.8		17.2
%CONTRACCION LINEAL		7.1		8.5
%LIMITE DE CONTRACCION				
CLASIFICACION SUCS		MH		MH
COSISTENCIAS				
CONSISTENCIA NATURAL		Suave		Suave
CONSISTENCIA CON PENETROMETRO DE BOLSILLO		1.75		1.75
RELACIONES VOLUMETRICAS Y GRAVIMETRICAS				
PESO VOLUMETRICO (TOMM3)				1.16
DENSIDAD DE SOLIDOS		2.48		2.62
RELACION DE VACIOS				
POROSIDAD (%)				
GRADO DE SATURACION (%)				
PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE				
RESISTENCIA (TON/M2)				4.4
COHESION (TON/M2)				
PRUEBA TRIAXIAL RAPIDA				
FIGURA				
COHESION (TON/M2)				1.8
ANGULO DE FRICCION				13.5
PRUEBA DE CONSOLIDACION				
FIGURA				
CARGA DE PRECONSOLIDACION (TON/M2)				

LOCALIZACION	CONJUNTO HABITACIONAL ISSSTE				FECHA
PCA#1					JUN-24-74
DESCRIPCION DEL ESTRATO					
0.0 m a 3.0m	Primer estrato, Limo café muy poco arenoso con agujeros. (MH).				
NIVEL DE AGUAS FREATICAS					
Encontrado a una profundidad de 4.20m.					
ESTRATO No.			1	2	3
PROFUNDIDAD (M)			1	2	3
TIPO DE MUESTRA			1	1	1
GRANULOMETRIA					
% QUE PASA MALLA 4					
% QUE PASA MALLA 40					
% QUE PASA MALLA 200					
LIMITES DE CONSISTENCIA					
% HUMEDAD NATURAL			101	126	110
% LIMITE LIQUIDO			141	212	177
% LIMITE PLASTICO			120	116	130
% INDICE PLASTICO			21	96	47
% CONTRACCION LINEAL					
% LIMITE DE CONTRACCION					
CLASIFICACION SUCS			MH	MH	MH
COSISTENCIAS					
CONSISTENCIA NATURAL					
CONSISTENCIA CON PENETROMETRO DE BOLSILLO					
RELACIONES VOLUMETRICAS Y GRAVIMETRICAS					
PESO VOLUMETRICO (TOMM3)			0.82	0.85	0.94
DENSIDAD DE SOLIDOS			2.42	2.43	2.43
RELACION DE VACIOS			4.92	5.5	4.45
POROSIDAD (%)					
GRADO DE SATURACION (%)			50	56	60
PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE					
RESISTENCIA (TON/M2)			7.3	6.6	8
COHESION (TON/M2)					
PRUEBA TRIAXIAL RAPIDA					
FIGURA					
COHESION (TON/M2)					
ANGULO DE FRICCION					
PRUEBA DE CONSOLIDACION					
FIGURA					
CARGA DE PRECONSOLIDACION (TON/M2)					

LOCALIZACION	CONJUNTO HABITACIONAL ISSSTE				FECHA
PCA#2					JUN-24-74
DESCRIPCION DEL ESTRATO					
0.0 m a 3.0m		Primer estrato, Limo café muy poco arenoso con agujeros. (MH).			
NIVEL DE AGUAS FREATICAS					
			Encontrado a una profundidad de 4.20m.		
ESTRATO No.			1		2
PROFUNDIDAD (M)			1		2
TIPO DE MUESTRA			A		I
GRANULOMETRIA					
% QUE PASA MALLA 4					
% QUE PASA MALLA 40					
% QUE PASA MALLA 200					
LIMITES DE CONSISTENCIA					
% HUMEDAD NATURAL			66		132
% LIMITE LIQUIDO			118		201
% LIMITE PLASTICO			55		113
% INDICE PLASTICO			63		88
% CONTRACCION LINEAL					
% LIMITE DE CONTRACCION					
CLASIFICACION SUCS			MH		MH
COSISTENCIAS					
CONSISTENCIA NATURAL					
CONSISTENCIA CON PENETROMETRO DE BOLSILLO					
RELACIONES VOLUMETRICAS Y GRAVIMETRICAS					
PESO VOLUMETRICO (TOM/M3)					0.94
DENSIDAD DE SOLIDOS					2.44
RELACION DE VACIOS					5.05
POROSIDAD (%)					
GRADO DE SATURACION (%)					64
PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE					
RESISTENCIA (TON/M2)					10.1
COHESION (TON/M2)					
PRUEBA TRIAXIAL RAPIDA					
FIGURA					
COHESION (TON/M2)					
ANGULO DE FRICCION					
PRUEBA DE CONSOLIDACION					
FIGURA					
CARGA DE PRECONSOLIDACION (TON/M2)					

LOCALIZACION	CONJUNTO HABITACIONAL ISSSTE			FECHA
PCA#3				JUN-24-74
DESCRIPCION DEL ESTRATO				
0.0 m a 3.0m	Primer estrato, Limo café muy poco arenoso con agujeros.(MH).			
NIVEL DE AGUAS FREATICAS	Encontrado a una profundidad de 4.20m.			
ESTRATO No.		1	2	3
PROFUNDIDAD (M)		1	2	3
TIPO DE MUESTRA			1	1
GRANULOMETRIA				
% QUE PASA MALLA 4				
% QUE PASA MALLA 40				
% QUE PASA MALLA 200				
LIMITES DE CONSISTENCIA				
% HUMEDAD NATURAL		74	156	129
% LIMITE LIQUIDO		126	206	210
%LIMITE PLASTICO		64	92	138
%INDICE PLASTICO		62	114	72
%CONTRACCION LINEAL				
%LIMITE DE CONTRACCION				
CLASIFICACION SUCS		MH	MH	MH
COSISTENCIAS				
CONSISTENCIA NATURAL				
CONSISTENCIA CON PENETROMETRO DE BOLSILLO				
RELACIONES VOLUMETRICAS Y GRAVIMETRICAS				
PESO VOLUMETRICO (TOMM3)		0.77	0.96	0.93
DENSIDAD DE SOLIDOS		2.44	2.42	2.43
RELACION DE VACIOS		4.5	5.5	5
POROSIDAD (%)				
GRADO DE SATURACION (%)		40	69	63
PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE				
RESISTENCIA (TON/M2)		3.6	5.1	8
COHESION (TON/M2)				
PRUEBA TRIAXIAL RAPIDA				
FIGURA				
COHESION (TON/M2)				
ANGULO DE FRICCION				
PRUEBA DE CONSOLIDACION				
FIGURA				
CARGA DE PRECONSOLIDACION (TON/M2)				

LOCALIZACION	CONJUNTO HABITACIONAL ISSSTE				FECHA
PCA#4					JUN-24-74
DESCRIPCION DEL ESTRATO					
0.0 m a 3.0m		Primer estrato. Limo café muy poco arenoso con agujeros. (MH).			
NIVEL DE AGUAS FREATICAS					
			Encontrado a una profundidad de 4.20m.		
ESTRATO No.			1	2	3
PROFUNDIDAD (M)			1	2	3
TIPO DE MUESTRA			A	I	I
GRANULOMETRIA					
% QUE PASA MALLA 4					
% QUE PASA MALLA 40					
% QUE PASA MALLA 200					
LIMITES DE CONSISTENCIA					
% HUMEDAD NATURAL			80	108	128
% LIMITE LIQUIDO			129	208	214
%LIMITE PLASTICO			59	84	127
%INDICE PLASTICO			70	124	87
%CONTRACCION LINEAL					
%LIMITE DE CONTRACCION					
CLASIFICACION SUCS			MH	MH	MH
COSISTENCIAS					
CONSISTENCIA NATURAL					
CONSISTENCIA CON PENETROMETRO DE BOLSILLO					
RELACIONES VOLUMETRICAS Y GRAVIMETRICAS					
PESO VOLUMETRICO (TON/M3)				0.89	0.82
DENSIDAD DE SOLIDOS				2.43	2.42
RELACION DE VACIOS				4.7	5.73
POROSIDAD (%)					
GRADO DE SATURACION (%)				56	54
PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE					
RESISTENCIA (TON/M2)				4.1	5.6
COHESION (TON/M2)					
PRUEBA TRIAXIAL RAPIDA					
FIGURA					
COHESION (TON/M2)					
ANGULO DE FRICCION					
PRUEBA DE CONSOLIDACION					
FIGURA					
CARGA DE PRECONSOLIDACION (TON/M2)					

LOCALIZACION	CALLE MORELOS ENTRE ALDAMA Y MIGUEL SILVA				FECHA
PCA#1					Oct-98
DESCRIPCION DEL ESTRATO (S)					
0.0 m a 0.3 m		Primer estrato, limo arcillo-arenoso con materia orgánica en todo su espesor (MH2).			
0.3 m a 0.8 m		Segundo estrato, arcilla limo-arenosa amarilla con alto porcentaje de vacios (MH2).			
0.8 m a 2.0 m		Tercer estrato, arcilla limo-arenosa, amarilla (OH).			
NIVEL DE AGUAS FREATICAS					
				No se detectó.	
ESTRATO No.				3	
PROFUNDIDAD (M)				1.7	
TIPO DE MUESTRA				I	
GRANULOMETRIA					
% QUE PASA MALLA 4				100	
% QUE PASA MALLA 40				80	
% QUE PASA MALLA 200				65	
LIMITES DE CONSISTENCIA					
% HUMEDAD NATURAL				43.3	
% LIMITE LIQUIDO				65	
%LIMITE PLASTICO				45	
%INDICE PLASTICO				20	
%CONTRACCION LINEAL				7	
%LIMITE DE CONTRACCION					
CLASIFICACION SUCS				MH2	
COSISTENCIAS					
CONSISTENCIA NATURAL				Muy firme	
CONSISTENCIA CON PENETROMETRO DE BOLSILLO				3.55	
RELACIONES VOLUMETRICAS Y GRAVIMETRICAS					
PESO VOLUMETRICO (TOMM3)				1.72	
DENSIDAD DE SOLIDOS				2.33	
RELACION DE VACIOS				2.02	
POROSIDAD (%)				70	
GRADO DE SATURACION (%)				80	
PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE					
RESISTENCIA (TON/M2)					
COHESION (TON/M2)					
PRUEBA TRIAXIAL RAPIDA					
FIGURA					
COHESION (TON/M2)				1.8	
ANGULO DE FRICCION				16°	
PRUEBA DE CONSOLIDACION					
FIGURA					
CARGA DE PRECONSOLIDACION (TON/M2)				7	

LOCALIZACION	CALLE MORELOS ENTRE ALDAMA Y MIGUEL SILVA				FECHA
PCA#2					Oct-98
DESCRIPCION DEL ESTRATO (S)					
0.0 m a 0.3 m		Primer estrato, limo arcillo-arenoso con materia orgánica en todo su espesor (MH2).			
0.3 m a 0.8 m		Segundo estrato, arcilla limo-arenosa amarilla con alto porcentaje de vacios (MH2).			
0.8 m a 2.0 m		Tercer estrato, arcilla limo-arenosa, amarilla (OH).			
NIVEL DE AGUAS FREATICAS					
				No se detectó.	
ESTRATO No.				3	
PROFUNDIDAD (M)				1.8	
TIPO DE MUESTRA				1	
GRANULOMETRIA					
% QUE PASA MALLA 4				100	
% QUE PASA MALLA 40				85	
% QUE PASA MALLA 200				70	
LIMITES DE CONSISTENCIA					
% HUMEDAD NATURAL				96.7	
% LIMITE LIQUIDO				180	
%LIMITE PLASTICO				80	
%INDICE PLASTICO				100	
%CONTRACCION LINEAL				12.8	
%LIMITE DE CONTRACCION					
CLASIFICACION SUCS				MH2	
COSISTENCIAS					
CONSISTENCIA NATURAL				Media	
CONSISTENCIA CON PENETROMETRO DE BOLSILLO				0.85	
RELACIONES VOLUMETRICAS Y GRAVIMETRICAS					
PESO VOLUMETRICO (TOMM3)				1.7	
DENSIDAD DE SOLIDOS				2.3	
RELACION DE VACIOS				2.2	
POROSIDAD (%)				80	
GRADO DE SATURACION (%)				90	
PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE					
RESISTENCIA (TON/M2)					
COHESION (TON/M2)					
PRUEBA TRIAXIAL RAPIDA					
FIGURA					
COHESION (TON/M2)				1.3	
ANGULO DE FRICCION				13°	
PRUEBA DE CONSOLIDACION					
FIGURA					
CARGA DE PRECONSOLIDACION (TON/M2)				4.5	

LOCALIZACION	CALLE NICOLAS ROMERO, COLONIA LINDA VISTA				FECHA		
PCA#1					DIC-21-98		
DESCRIPCION DEL ESTRATO							
0.0m a 1.10m	Primer estrato, Limo poco arenoso, café claro, consistencia dura con zonas suaves, presencia de fisuras ó planos de deslizamiento.						
1.10m a 2.0m	Segundo estrato, Limo café obscuro, consistencia muy dura con presencia de fisuras ó planos de deslizamiento.						
NIVEL DE AGUAS FREATICAS							
				No se detectó			
ESTRATO No.							
				1	2		
PROFUNDIDAD (M)							
				1.1	2		
TIPO DE MUESTRA							
GRANULOMETRIA							
% QUE PASA MALLA 4				100	100		
% QUE PASA MALLA 40				92.8	97.6		
% QUE PASA MALLA 200				74.6	83.2		
LIMITES DE CONSISTENCIA							
% HUMEDAD NATURAL				60.5	61.45		
% LIMITE LIQUIDO				54	56		
% LIMITE PLASTICO				51	50.6		
% INDICE PLASTICO				3	5.4		
% CONTRACCION LINEAL				8.5	6.2		
% LIMITE DE CONTRACCION							
CLASIFICACION SUCS				M	MH		
COSISTENCIAS							
CONSISTENCIA NATURAL				Dura	Muy dura		
CONSISTENCIA CON PENETROMETRO DE BOLSILLO							
RELACIONES VOLUMETRICAS Y GRAVIMETRICAS							
PESO VOLUMETRICO (TON/M3)					1.51		
DENSIDAD DE SOLIDOS				2.32	2.52		
RELACION DE VACIOS							
POROSIDAD (%)							
GRADO DE SATURACION (%)							
PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE							
ESFUERZO MAXIMO (TON/M2)					8.8		
COHESION (TON/M2)					4.4		
PRUEBA TRIAXIAL RAPIDA							
FIGURA							
COHESION (TON/M2)							
ANGULO DE FRICCION (grados)					<20		
PRUEBA DE CONSOLIDACION							
FIGURA							
CARGA DE PRECONSOLIDACION (TON/M2)					12		

LOCALIZACION	CALZADA BENITO JUAREZ ESQ. DURANGO				FECHA		
PCA#1					JUN-03-92		
DESCRIPCION DEL ESTRATO							
0.0m a 1.6m		Primer estrato, Limo arenoso (ML), color amarillo					
1.6 m a 1.9 m		Segundo estrato, Grava arenosa compacta (GW), color café obscura.					
1.9m a 2.0 m		Tercer estrato, arenisca muy compacta fuertemente cementada con arcilla de alta capacidad (SW), café obscuro.					
NIVEL DE AGUAS FREATICAS							
				No se detectó			
ESTRATO No.							
		1	1	2	3		
PROFUNDIDAD (M)							
		1.6	1.6	1.9	2		
TIPO DE MUESTRA							
					A		
GRANULOMETRIA							
% QUE PASA MALLA 4		100	100	23			
% QUE PASA MALLA 40		94	94	10			
% QUE PASA MALLA 200		59	59	4			
LIMITES DE CONSISTENCIA							
% HUMEDAD NATURAL		85	86	15.11	5.1		
% LIMITE LIQUIDO		94	94	28			
% LIMITE PLASTICO		84	84				
% INDICE PLASTICO		10	10				
% CONTRACCION LINEAL		5.18	5.18	1			
% LIMITE DE CONTRACCION							
CLASIFICACION SUCS							
		M	M	G	SW		
COSISTENCIAS							
CONSISTENCIA NATURAL		Blanda	Blar	Firm	Dura		
CONSISTENCIA CON PENETROMETRO DE BOLSILLO		0.25	0.25	2	4		
RELACIONES VOLUMETRICAS Y GRAVIMETRICAS							
PESO VOLUMETRICO (TOMM3)		1.05	1.07	1.21	1.7		
DENSIDAD DE SOLIDOS		2.58	2.56	2.6	2.69		
RELACION DE VACIOS		ALT	AL				
POROSIDAD (%)							
GRADO DE SATURACION (%)							
PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE							
RESISTENCIA (TON/M2)							
COHESION (TON/M2)							
PRUEBA TRIAXIAL RAPIDA							
FIGURA							
COHESION (TON/M2)			1.18				
ANGULO DE FRICCION (grados)			11				
PRUEBA DE CONSOLIDACION							
FIGURA							
CARGA DE PRECONSOLIDACION (TON/M2)			3.8				

LOCALIZACION	CALLE CANANEA, FRACCIONAMIENTO SN. JOSE OBRERO				FECHA
PCA#1					MAY-18-98
DESCRIPCION DEL ESTRATO					
0.0 m A 1.0m		Primer estrato, Limo arenoso inorgánico de alta compresibilidad (MH), color café claro, con poca materia orgánica vegetal.			
1.0m a 2.0m		Segundo estrato, Arena limosa de alta compresibilidad (SM), color café oscuro, suave.			
NIVEL DE AGUAS FREATICAS					
				Encontrado a una profundidad de 1.90m.	
ESTRATO No.					
				1	2
PROFUNDIDAD (M)					
				1	2
TIPO DE MUESTRA					
				A	
GRANULOMETRIA					
% QUE PASA MALLA 4		100		100	
% QUE PASA MALLA 40		96.4		64.01	
% QUE PASA MALLA 200		74.25		24.61	
LIMITES DE CONSISTENCIA					
% HUMEDAD NATURAL		88.7		184.5	
% LIMITE LIQUIDO		89		162.5	
% LIMITE PLASTICO		66.8		118.5	
% INDICE PLASTICO		22.2		44	
% CONTRACCION LINEAL		8.6		14.7	
% LIMITE DE CONTRACCION					
CLASIFICACION SUCS		MH		SM	
CONSISTENCIAS					
CONSISTENCIA NATURAL		Suave		Suave	
CONSISTENCIA CON PENETROMETRO DE BOLSILLO					
RELACIONES VOLUMETRICAS Y GRAVIMETRICAS					
PESO VOLUMETRICO (TON/M3)				1.03	
DENSIDAD DE SOLIDOS				2.6	
RELACION DE VACIOS					
POROSIDAD (%)					
GRADO DE SATURACION (%)					
PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE					
RESISTENCIA (TON/M2)				3.6	
COHESION (TON/M2)				1.8	
PRUEBA TRIAXIAL RAPIDA					
FIGURA					
COHESION (TON/M2)				1.3	
ANGULO DE FRICCION				6.2	
PRUEBA DE CONSOLIDACION					
FIGURA					
CARGA DE PRECONSOLIDACION (TON/M2)				7	

LOCALIZACION	CALLE CANANEA, FRACCIONAMIENTO SN. JOSE OBRERO					FECHA	
PCA#2						MAY-18-98	
DESCRIPCION DEL ESTRATO							
0.0 m A 0.9m	Primer estrato, Arena limosa de alta compresibilidad , color café claro con poca materia orgánica.						
1.0m a 2.0m	Segundo estrato, Arena limosa de alta compresibilidad (SM), color café rojizo con betas duras de limo rojizo amarillento y negro.						
NIVEL DE AGUAS FREATICAS							
					Encontrado a una profundidad de 1.80m.		
ESTRATO No.							
				1	2		
PROFUNDIDAD (M)							
				0.9	2		
TIPO DE MUESTRA							
				A	I		
GRANULOMETRIA							
% QUE PASA MALLA 4				100	100		
% QUE PASA MALLA 40				81.62	58.66		
% QUE PASA MALLA 200				49.75	28.51		
LIMITES DE CONSISTENCIA							
% HUMEDAD NATURAL				150	170.3		
% LIMITE LIQUIDO				127	148		
% LIMITE PLASTICO				99.7	113		
% INDICE PLASTICO				27.3	35		
% CONTRACCION LINEAL				9.6	12.35		
% LIMITE DE CONTRACCION							
CLASIFICACION SUCS							
				SM	SM		
COSISTENCIAS							
CONSISTENCIA NATURAL				Suave	Suave		
CONSISTENCIA CON PENETROMETRO DE BOLSILLO							
RELACIONES VOLUMETRICAS Y GRAVIMETRICAS							
PESO VOLUMETRICO (TOMM3)						1.12	
DENSIDAD DE SOLIDOS						2.56	
RELACION DE VACIOS							
POROSIDAD (%)							
GRADO DE SATURACION (%)							
PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE							
RESISTENCIA (TON/M2)						5.2	
COHESION (TON/M2)						2.6	
PRUEBA TRIAXIAL RAPIDA							
FIGURA							
COHESION (TON/M2)						1.7	
ANGULO DE FRICCION						5.1	
PRUEBA DE CONSOLIDACION							
FIGURA							
CARGA DE PRECONSOLIDACION (TON/M2)						7.5	

LOCALIZACION	CALLE AMERICAS ESQ. HILANDEROS, COLONIA MORELOS				FECHA
PCA#1					MAY-26-70
DESCRIPCION DEL ESTRATO (S)					
0.0 m a 0.9m	Primer estrato, Limo café claro con algunas raíces (M).				
0.9m a 2.5 m	Segundo estrato, arcillas limosas color café rojizo con algunas gravillas alteradas ó betas de limos cementados.				
2.5m a 3.0 m	Tercer estrato, limos arcillo-arenosos.				
NIVEL DE AGUAS FREATICAS	No se detectó.				
ESTRATO No.			1		2
PROFUNDIDAD (M)			1		0.8
TIPO DE MUESTRA			I		I
GRANULOMETRIA					
% QUE PASA MALLA 4					100
% QUE PASA MALLA 40					94
% QUE PASA MALLA 200					53
LIMITES DE CONSISTENCIA					
% HUMEDAD NATURAL	13-38				45
% LIMITE LIQUIDO					90
%LIMITE PLASTICO					79
%INDICE PLASTICO					11
%CONTRACCION LINEAL					3.7
%LIMITE DE CONTRACCION					
CLASIFICACION SUCS	M				MH
COSISTENCIAS					
CONSISTENCIA NATURAL	Suave a Media				
CONSISTENCIA CON PENETROMETRO DE BOLSILLO					
RELACIONES VOLUMETRICAS Y GRAVIMETRICAS					
PESO VOLUMETRICO (TON/M3)	1				0.702
DENSIDAD DE SOLIDOS					2.63
RELACION DE VACIOS					
POROSIDAD (%)					
GRADO DE SATURACION (%)					
PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE					
RESISTENCIA (TON/M2)					
COHESION (TON/M2)					
PRUEBA TRIAXIAL RAPIDA					
FIGURA					
COHESION (TON/M2)					3.8
ANGULO DE FRICCION					9
PRUEBA DE CONSOLIDACION					
FIGURA					
CARGA DE PRECONSOLIDACION (TON/M2)					

LOCALIZACION	INFONAVIT AGUACATES				FECHA
PCA#1					AGO-02-80
DESCRIPCION DEL ESTRATO (S)					
0.0 m a 0.50m		Primer estrato, Limo inorgánico de alta plasticidad (MH).			
0.50m a 1.20m		Segundo estrato, limo de alta plasticidad.			
NIVEL DE AGUAS FREATICAS					
				No se detectó.	
ESTRATO No.					
			1		2
PROFUNDIDAD (M)					
			0.5		0.8
TIPO DE MUESTRA					
			A		I
GRANULOMETRIA					
% QUE PASA MALLA 4					
			97		100
% QUE PASA MALLA 40					
			90		94
% QUE PASA MALLA 200					
			51		53
LIMITES DE CONSISTENCIA					
% HUMEDAD NATURAL					
			35		45
% LIMITE LIQUIDO					
			99		90
%LIMITE PLASTICO					
			85		79
%INDICE PLASTICO					
			14		11
%CONTRACCION LINEAL					
			6.2		3.7
%LIMITE DE CONTRACCION					
CLASIFICACION SUCS					
			MH		MH
COSISTENCIAS					
CONSISTENCIA NATURAL					
CONSISTENCIA CON PENETROMETRO DE BOLSILLO					
RELACIONES VOLUMETRICAS Y GRAVIMETRICAS					
PESO VOLUMETRICO (TOMM3)					
			0.811		0.702
DENSIDAD DE SOLIDOS					
					2.63
RELACION DE VACIOS					
POROSIDAD (%)					
GRADO DE SATURACION (%)					
PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE					
RESISTENCIA (TON/M2)					
COHESION (TON/M2)					
PRUEBA TRIAXIAL RAPIDA					
FIGURA					
COHESION (TON/M2)					
					3.8
ANGULO DE FRICCION					
					9
PRUEBA DE CONSOLIDACION					
FIGURA					
CARGA DE PRECONSOLIDACION (TON/M2)					

LOCALIZACION	CALLE CUPATITZIO ESQ. MORELOS COLONIA CENTRO			FECHA
PCA#1				FEB-03-98
DESCRIPCION DEL ESTRATO (S)				
0.4m a 1.60 m		Primer estrato, arena limosa color café claro.		
1.60 m a 2.60 m		Segundo estrato, arena arcillosa mal graduada color café obscuro.		
2.60 m a 3.00 m		Tercer estrato, (SC)		
3.00m a 3.60 m		Cuarto estrato, arenas arcillosas mal graduadas color café obscuro.		
3.60 m a 4.00 m		Quinto estrato, arena limosa mal graduada (SP_ SM).		
4.00m a 4.20 m		Sexto estrato, arena limosa color café claro (SM).		
NIVEL DE AGUAS FREATICAS			No se detectó.	
ESTRATO No.			1	2
PROFUNDIDAD (M)			1.6	2
TIPO DE MUESTRA			A	A
GRANULOMETRIA				
% QUE PASA MALLA 4				
% QUE PASA MALLA 40				
% QUE PASA MALLA 200				
LIMITES DE CONSISTENCIA				
% HUMEDAD NATURAL			95	95
% LIMITE LIQUIDO			90	84
%LIMITE PLASTICO			63	52
%INDICE PLASTICO				
%CONTRACCION LINEAL				
%LIMITE DE CONTRACCION				
CLASIFICACION SUCS				
COSISTENCIAS				
CONSISTENCIA NATURAL				
CONSISTENCIA CON PENETROMETRO DE BOLSILLO				
RELACIONES VOLUMETRICAS Y GRAVIMETRICAS				
PESO VOLUMETRICO (TOMM3)				
DENSIDAD DE SOLIDOS				
RELACION DE VACIOS				
POROSIDAD (%)				
GRADO DE SATURACION (%)				
PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE				
RESISTENCIA (TON/M2)				
COHESION (TON/M2)				
PRUEBA TRIAXIAL RAPIDA				
FIGURA				
COHESION (TON/M2)				
ANGULO DE FRICCION				
PRUEBA DE CONSOLIDACION				
FIGURA				
CARGA DE PRECONSOLIDACION (TON/M2)				

LOCALIZACION	CALLE CUPATITZIO ESQ. MORELOS COLONIA CENTRO			FECHA	
PCA#2				FEB-03-98	
DESCRIPCION DEL ESTRAT					
0.4m a 1.20 m		Primer estrato, arena arcillosa color café oscuro.(SC):			
1.20 m a 2.00 m		Segundo estrato,arena limosa color café oscuro (SM).			
2.00 m a 3.20 m		Tercer estrato, arena arcillosa color café claro (SM).			
NIVEL DE AGUAS FREATICAS		No se detectó.			
ESTRATO No.			1	2	3
PROFUNDIDAD (M)			0.7	1.7	3
TIPO DE MUESTRA			A	A	A
GRANULOMETRIA					
% QUE PASA MALLA 4			75	100	100
% QUE PASA MALLA 40			59	65	68
% QUE PASA MALLA 200			37	22	23
LIMITES DE CONSISTENCIA					
% HUMEDAD NATURAL			42.8	115.9	116.3
% LIMITE LIQUIDO			52	103	99
%LIMITE PLASTICO			9	77	69
%INDICE PLASTICO			43	26	30
%CONTRACCION LINEAL			3.4	11.2	8.8
%LIMITE DE CONTRACCION					
CLASIFICACION SUCS			SC	SM	SM
COSISTENCIAS					
CONSISTENCIA NATURAL			Dura	Rígida	Rígida
CONSISTENCIA CON PENETROMETRO DE BOLSILLO			>4.5	2.25	3
RELACIONES VOLUMETRICAS Y GRAVIMETRICAS					
PESO VOLUMETRICO (TOM/M3)			1.26	0.966	1.062
DENSIDAD DE SOLIDOS					
RELACION DE VACIOS					
POROSIDAD (%)					
GRADO DE SATURACION (%)					
PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE					
RESISTENCIA (TON/M2)					
COHESION (TON/M2)					
PRUEBA TRIAXIAL RAPIDA					
FIGURA					
COHESION (TON/M2)				2.8	
ANGULO DE FRICCION				10	
PRUEBA DE CONSOLIDACION					
FIGURA					
CARGA DE PRECONSOLIDACION (TON/M2)					

LOCALIZACION	CALLE CUPATITZIO ESQ. MORELOS COLONIA CENTRO				FECHA	
PCA#3					FEB-03-98	
DESCRIPCION DEL ESTRAT						
0.4m a 1.60m		Primer estrato, arena limosa color café claro (SM).				
1.60m a 2.40 m		Segundo estrato, arena arcillosa color café obscuro (SC).				
2.40 m a3.60 m		Tercer estrato, arena limosa color café claro (SM).				
NIVEL DE AGUAS FREATICAS			No se detectó.			
ESTRATO No.			1	2	3	
PROFUNDIDAD (M)			1.2	2	3.6	
TIPO DE MUESTRA			A	A	A	
GRANULOMETRIA						
% QUE PASA MALLA 4			100	77	93	
% QUE PASA MALLA 40			58	51	42	
% QUE PASA MALLA 200			21	34	13	
LIMITES DE CONSISTENCIA						
% HUMEDAD NATURAL			111.1	61.6	113.1	
% LIMITE LIQUIDO			117	76	102	
%LIMITE PLASTICO			78	13	61	
%INDICE PLASTICO			39	63	41	
%CONTRACCION LINEAL			8.8	4.8	14	
%LIMITE DE CONTRACCION						
CLASIFICACION SUCS			SM	SC	SM	
COSISTENCIAS						
CONSISTENCIA NATURAL			Rígida	Dura	Rígida	
CONSISTENCIA CON PENETROMETRO DE BOLSILLO			3	>45	2.5	
RELACIONES VOLUMETRICAS Y GRAVIMETRICAS						
PESO VOLUMETRICO (TON/M3)			0.994		1.088	
DENSIDAD DE SOLIDOS						
RELACION DE VACIOS						
POROSIDAD (%)						
GRADO DE SATURACION (%)						
PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE						
RESISTENCIA (TON/M2)						
COHESION (TON/M2)						
PRUEBA TRIAXIAL RAPIDA						
FIGURA						
COHESION (TON/M2)				2.8		
ANGULO DE FRICCION				10		
PRUEBA DE CONSOLIDACION						
FIGURA						
CARGA DE PRECONSOLIDACION (TON/M2)						

LOCALIZACION	MORELOS ESQ. ALDAMA (telmex)						FECHA
PCA 18-1							Abr-99
DESCRIPCION DEL ESTRATO (S)							
0m a 0.5m		Primer estrato, relleno					
0.5m a 4m		Segundo estrato, limo rojizo-café de alta plasticidad, compacto.					
NIVEL DE AGUAS FREATICAS				No se detectó			
ESTRATO No.				2			
PROFUNDIDAD (M)				4			
TIPO DE MUESTRA				I			
GRANULOMETRIA							
% QUE PASA MALLA 4							
% QUE PASA MALLA 40							
% QUE PASA MALLA 200							
LIMITES DE CONSISTENCIA							
% HUMEDAD NATURAL				155			
% LIMITE LIQUIDO				56			
% LIMITE PLASTICO				50			
% INDICE PLASTICO				6			
% CONTRACCION LINEAL							
% LIMITE DE CONTRACCION							
CLASIFICACION SUCS				MH			
COSISTENCIAS							
CONSISTENCIA NATURAL				Compacta			
CONSISTENCIA CON PENETROMETRO DE BOLSILLO							
RELACIONES VOLUMETRICAS Y GRAVIMETRICAS							
PESO VOLUMETRICO (TON/M3)				1.6			
DENSIDAD DE SOLIDOS				2.45			
RELACION DE VACIOS				1.38			
POROSIDAD (%)							
GRADO DE SATURACION (%)				98			
PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE							
RESISTENCIA (TON/M2)				146			
COHESION (TON/M2)							
PRUEBA TRIAXIAL RAPIDA							
FIGURA							
COHESION (TON/M2)							
ANGULO DE FRICCION (grados)							
PRUEBA DE CONSOLIDACION							
FIGURA							
CARGA DE PRECONSOLIDACION (TON/M2)				14.5			

LOCALIZACION	SAN JOSE DE LA MINA					FECHA	May-94	
PCA 19-1								
DESCRIPCION DEL ESTRATO (S)								
0.0m a 0.4m		Primer estrato, limo arenoso, poco arcilloso, café, semicompacto (MH)						
0.4m a 2.0m		Segundo estrato, limo arenoso poco arcilloso, café rojizo y amarillento (MH)						
NIVEL DE AGUAS FREATICAS								
					No se detectó			
ESTRATO No.								
				1		2		
PROFUNDIDAD (M)								
				0.4		2		
TIPO DE MUESTRA								
				A		A		
GRANULOMETRIA								
% QUE PASA MALLA 4				100		100		
% QUE PASA MALLA 40				74		91		
% QUE PASA MALLA 200				74		91		
LIMITES DE CONSISTENCIA								
% HUMEDAD NATURAL				32		80		
% LIMITE LIQUIDO				71		107		
% LIMITE PLASTICO				52		63		
% INDICE PLASTICO				19		44		
% CONTRACCION LINEAL								
% LIMITE DE CONTRACCION								
CLASIFICACION SUCS				MH		MH		
COSISTENCIAS								
CONSISTENCIA NATURAL								
CONSISTENCIA CON PENETROMETRO DE BOLSILLO				4		1.5		
RELACIONES VOLUMETRICAS Y GRAVIMETRICAS								
PESO VOLUMETRICO (TON/M3)								
DENSIDAD DE SOLIDOS								
RELACION DE VACIOS								
POROSIDAD (%)								
GRADO DE SATURACION (%)								
PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE								
RESISTENCIA (TON/M2)								
COHESION (TON/M2)								
PRUEBA TRIAXIAL RAPIDA								
FIGURA								
COHESION (TON/M2)								
ANGULO DE FRICCION (grados)								
PRUEBA DE CONSOLIDACION								
FIGURA								
CARGA DE PRECONSOLIDACION (TON/M2)								

LOCALIZACION	SAN JOSE DE LA MINA					FECHA
PCA 19-2						May-94
DESCRIPCION DEL ESTRATO (S)						
0.0m a 0.4 m	Primer estrato, limo arenoso poco arcilloso, café, semicompacto (MH)					
0.4m a 2.0m	Segundo estrato, limo arenoso poco arcilloso, café rojizo y amarillento (MH)					
NIVEL DE AGUAS FREATICAS						
	No se detectó					
ESTRATO No.						
				1		2
PROFUNDIDAD (M)						
				0.4		2
TIPO DE MUESTRA						
				A		1
GRANULOMETRIA						
% QUE PASA MALLA 4						100
% QUE PASA MALLA 40						88
% QUE PASA MALLA 200						88
LIMITES DE CONSISTENCIA						
% HUMEDAD NATURAL					31	42
% LIMITE LIQUIDO						89
% LIMITE PLASTICO						61
% INDICE PLASTICO						28
% CONTRACCION LINEAL						
% LIMITE DE CONTRACCION						
CLASIFICACION SUCS					MH	MH
COSISTENCIAS						
CONSISTENCIA NATURAL						
CONSISTENCIA CON PENETROMETRO DE BOLSILLO					>4.5	2.5
RELACIONES VOLUMETRICAS Y GRAVIMETRICAS						
PESO VOLUMETRICO (TON/M3)						0.79
DENSIDAD DE SOLIDOS						2.65
RELACION DE VACIOS						3.68
POROSIDAD (%)						
GRADO DE SATURACION (%)						30
PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE						
RESISTENCIA (TON/M2)						
COHESION (TON/M2)						
PRUEBA TRIAXIAL RAPIDA						
FIGURA						
COHESION (TON/M2)						4.5
ANGULO DE FRICCION (grados)						10
PRUEBA DE CONSOLIDACION						
FIGURA						
CARGA DE PRECONSOLIDACION (TON/M2)						

LOCALIZACION	CALLE ROMA, JARDINES DEL CUPATITZIO				FECHA
PCA 20-1					Abr-99
DESCRIPCION DEL ESTRATO (S)					
0.0m a 0.9m		Primer estrato, limo café amarillento con raíces.			
0.9m a 1.8m		Segundo estrato, limo café obscuro amarillento (MH)			
NIVEL DE AGUAS FREATICAS					
			No se detectó		
ESTRATO No.					
			1		2
PROFUNDIDAD (M)					
			0.9		1.8
TIPO DE MUESTRA					
			A		I
GRANULOMETRIA					
% QUE PASA MALLA 4					
			100		100
% QUE PASA MALLA 40					
			94.97		89.95
% QUE PASA MALLA 200					
			88.05		72.7
LIMITES DE CONSISTENCIA					
% HUMEDAD NATURAL					
			92.66		92.66
% LIMITE LIQUIDO					
% LIMITE PLASTICO					
% INDICE PLASTICO					
% CONTRACCION LINEAL					
% LIMITE DE CONTRACCION					
CLASIFICACION SUCS					
			MH		MH
CONSISTENCIAS					
CONSISTENCIA NATURAL					
			Suave		Suave
CONSISTENCIA CON PENETROMETRO DE BOLSILLO					
RELACIONES VOLUMETRICAS Y GRAVIMETRICAS					
PESO VOLUMETRICO (TON/M3)					
			0.96		0.9647
DENSIDAD DE SOLIDOS					
RELACION DE VACIOS					
POROSIDAD (%)					
GRADO DE SATURACION (%)					
PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE					
RESISTENCIA (TON/M2)					
					4.75
COHESION (TON/M2)					
PRUEBA TRIAXIAL RAPIDA					
FIGURA					
COHESION (TON/M2)					
					0.19
ANGULO DE FRICCION (grados)					
					6°
PRUEBA DE CONSOLIDACION					
FIGURA					
CARGA DE PRECONSOLIDACION (TON/M2)					

LOCALIZACION	CONJUNTO HABITACIONAL QUIRINDAVARA				FECHA
PCA#1 Y 2					Jun-94
DESCRIPCION DEL ESTRATO (S)					
0.0 m A (0.15-0.20)m.	Primer estrato, Limo inorgánico de alta plasticidad (MH2), zona 5 de la carta de plasticidad, sin humedad aparente.				
0.20m a 1.80 m	Segundo estrato, Limo inorgánico de alta plasticidad, zona 5 de la carta de plasticidad, con notoria humedad.				
	En términos generales se puede considerar una clasificación 40-60-00				
NIVEL DE AGUAS FREATICAS			No se detectó		
			POZO 1		POZO 2
ESTRATO No.			1		1
PROFUNDIDAD (M)			1.8		1.8
TIPO DE MUESTRA			I		I
GRANULOMETRIA					
% QUE PASA MALLA 4			100		100
% QUE PASA MALLA 40			100		99
% QUE PASA MALLA 200			97		91
LIMITES DE CONSISTENCIA					
% HUMEDAD NATURAL			96.8		97
% LIMITE LIQUIDO			101		102
% LIMITE PLASTICO			91		91
% INDICE PLASTICO			10		11
% CONTRACCION LINEAL			3.8		4
% LIMITE DE CONTRACCION					
CLASIFICACION SUCS			MH2		MH2
COSISTENCIAS					
CONSISTENCIA NATURAL					
CONSISTENCIA CON PENETROMETRO DE BOLSILLO					
RELACIONES VOLUMETRICAS Y GRAVIMETRICAS					
PESO VOLUMETRICO (TON/M3)					
DENSIDAD DE SOLIDOS					
RELACION DE VACIOS					
POROSIDAD (%)					
GRADO DE SATURACION (%)					
PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE					
RESISTENCIA (TON/M2)					
COHESION (TON/M2)					
PRUEBA TRIAXIAL RAPIDA					
FIGURA					
COHESION (TON/M2)					
ANGULO DE FRICCION					
PRUEBA DE CONSOLIDACION					
FIGURA					
CARGA DE PRECONSOLIDACION (TON/M2)					

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

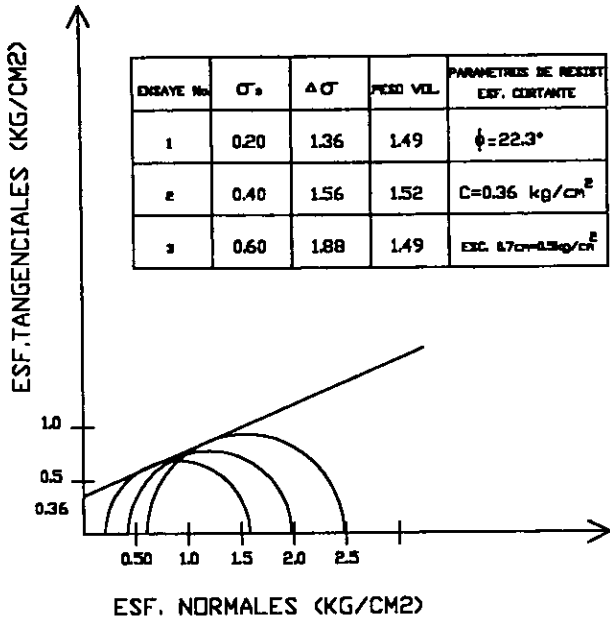
LOCALIZACION	PLANTA INPAMEX, KM. 3.5, CARR. URUAPAN-TARETAN.				FECHA	
PCA#1					AGO-20-96	
DESCRIPCION DEL ESTRATO						
0.8 m A 1.4m		Relleno artificial, formado por limo arenoso.				
1.4m a 2.4 m		Primer estrato, limo poco arenoso, café obscuro, de alta plasticidad y consistencia blanda				
2.4m a 6.4 m		Segundo estrato, arcilla poco arenosa de color café rojizo, de alta plasticidad y consistencia blanda.				
NIVEL DE AGUAS FREATICAS			2.40 mts.			
ESTRATO No.			1	2		3
PROFUNDIDAD (M)			1	2		2.6
TIPO DE MUESTRA			I	I		I
GRANULOMETRIA						
% QUE PASA MALLA 4			100	100		100
% QUE PASA MALLA 40			32			
% QUE PASA MALLA 200			68			
LIMITES DE CONSISTENCIA						
% HUMEDAD NATURAL			53	91		113
% LIMITE LIQUIDO			51	90		105
% LIMITE PLASTICO			35	55		64
% INDICE PLASTICO			16	35		41
% CONTRACCION LINEAL						
% LIMITE DE CONTRACCION						
CLASIFICACION SUCS			MH	MH		MH
CONSISTENCIAS						
CONSISTENCIA NATURAL			Blanda	Blanda		Blanda
CONSISTENCIA CON PENETROMETRO DE BOLSILLO						
RELACIONES VOLUMETRICAS Y GRAVIMETRICAS						
PESO VOLUMETRICO (TOMM3)			1.343	1.295		1.323
DENSIDAD DE SOLIDOS			2.25	2.28		1.99
RELACION DE VACIOS			1.56	2.36		2.2
POROSIDAD (%)						
GRADO DE SATURACION (%)			76	88		100
PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE						
RESISTENCIA (TON/M2)			4.2	4.85		3.82
COHESION (TON/M2)						1.9
PRUEBA TRIAXIAL RAPIDA						
FIGURA						
COHESION (TON/M2)						
ANGULO DE FRICCION						21°
PRUEBA DE CONSOLIDACION						
FIGURA						
CARGA DE PRECONSOLIDACION (TON/M2)						
MODULO DE ELASTICIDAD (kg/cm2)			50	64		50

LOCALIZACION	PLANTA INPAMEX, KM. 3.5, CARR. URUAPAN-TARETAN.						FECHA
PCA#2							AGO-20-96
DESCRIPCION DEL ESTRATO (S)							
0.8 m A 1.4m		Relleno artificial, formado por limo arenoso.					
1.4m a 2.4 m		Primer estrato, limo poco arenoso, café obscuro, de alta plasticidad y consistencia blanda					
2.4m a 6.4 m		Segundo estrato, arcilla poco arenosa de color café rojizo, de alta plasticidad y consistencia blanda.					
NIVEL DE AGUAS FREATICAS				2.40 mts.			
ESTRATO No.							
				1	2		
PROFUNDIDAD (M)							
				1	2		
TIPO DE MUESTRA							
				1	1		
GRANULOMETRIA							
% QUE PASA MALLA 4				100	100		
% QUE PASA MALLA 40				23	8		
% QUE PASA MALLA 200				77	92		
LIMITES DE CONSISTENCIA							
% HUMEDAD NATURAL				61	108		
% LIMITE LIQUIDO				67	102		
% LIMITE PLASTICO				59	59		
% INDICE PLASTICO				8	43		
% CONTRACCION LINEAL							
% LIMITE DE CONTRACCION							
CLASIFICACION SUCS				MH		MH	
COSISTENCIAS							
CONSISTENCIA NATURAL				Blanda		Blanda	
CONSISTENCIA CON PENETROMETRO DE BOLSILLO				0.75			
RELACIONES VOLUMETRICAS Y GRAVIMETRICAS							
PESO VOLUMETRICO (TOMM3)				1.315		1.317	
DENSIDAD DE SOLIDOS				2.21		2.26	
RELACION DE VACIOS				1.71		2.57	
POROSIDAD (%)							
GRADO DE SATURACION (%)				79		95	
PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE							
RESISTENCIA (TON/M2)				5.41		2.67	
COHESION (TON/M2)							
PRUEBA TRIAXIAL RAPIDA							
FIGURA							
COHESION (TON/M2)						1.2	
ANGULO DE FRICCION						15°	
PRUEBA DE CONSOLIDACION							
FIGURA							
CARGA DE PRECONSOLIDACION (TON/M2)							
MODULO DE ELASTICIDAD (kg/cm2)				53		30	

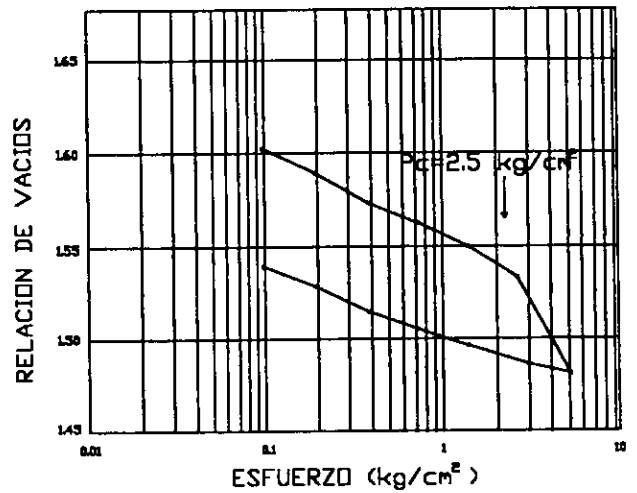
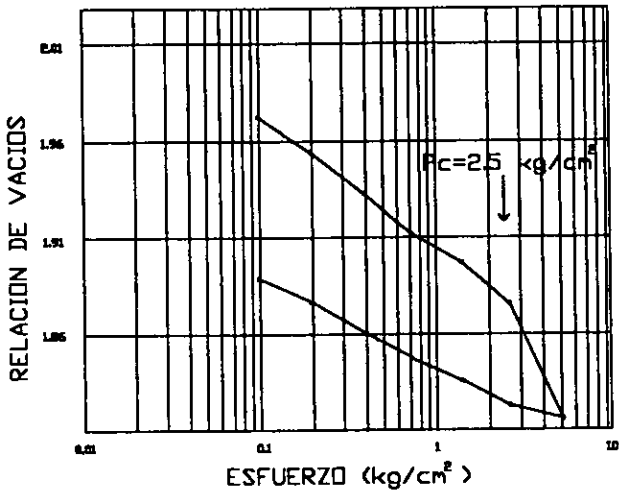
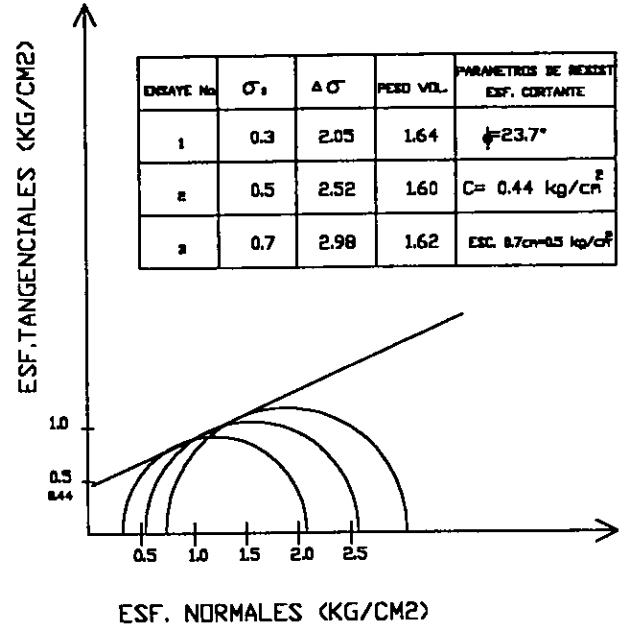
LOCALIZACION	CALLE FRANCISCO SARABIA, COLONIA RAMON FARIAS				FECHA
PCA#1					Oct-95
DESCRIPCION DEL ESTRATO (S)					
NIVEL DE AGUAS FREATICAS				No se detectó.	
ESTRATO No.				1	
PROFUNDIDAD (M)					
TIPO DE MUESTRA				1	
GRANULOMETRIA					
% QUE PASA MALLA 4				100	
% QUE PASA MALLA 40				98	
% QUE PASA MALLA 200				93	
LIMITES DE CONSISTENCIA					
% HUMEDAD NATURAL				90.4	
% LIMITE LIQUIDO				70	
%LIMITE PLASTICO					
%INDICE PLASTICO				20	
%CONTRACCION LINEAL				7	
%LIMITE DE CONTRACCION					
CLASIFICACION SUCS				MH1-OH1	
COSISTENCIAS					
CONSISTENCIA NATURAL					
CONSISTENCIA CON PENETROMETRO DE BOLSILLO					
RELACIONES VOLUMETRICAS Y GRAVIMETRICAS					
PESO VOLUMETRICO (TOMM3)				0.915	
DENSIDAD DE SOLIDOS					
RELACION DE VACIOS					
POROSIDAD (%)					
GRADO DE SATURACION (%)					
PRUEBA DE COMPRESION SIMPLE					
RESISTENCIA (TON/M2)					
COHESION (TON/M2)					
PRUEBA TRIAXIAL RAPIDA					
FIGURA					
COHESION (TON/M2)				4.38	
ANGULO DE FRICCION				22.5	
PRUEBA DE CONSOLIDACION					
FIGURA					
CARGA DE PRECONSOLIDACION (TON/M2)				11.5	

La información presenta algunos vacíos tanto en gráficas como en tablas debido a que los estudios recopilados se encuentran incompletos.

ENSAYE No.	σ_1	$\Delta \sigma$	PESO VOL.	PARAMETROS DE RESIST. ESF. CORTANTE
1	0.20	1.36	1.49	$\phi = 22.3^\circ$
2	0.40	1.56	1.52	$C = 0.36 \text{ kg/cm}^2$
3	0.60	1.88	1.49	$ESF. 0.7 \text{ cm} = 0.5 \text{ kg/cm}^2$

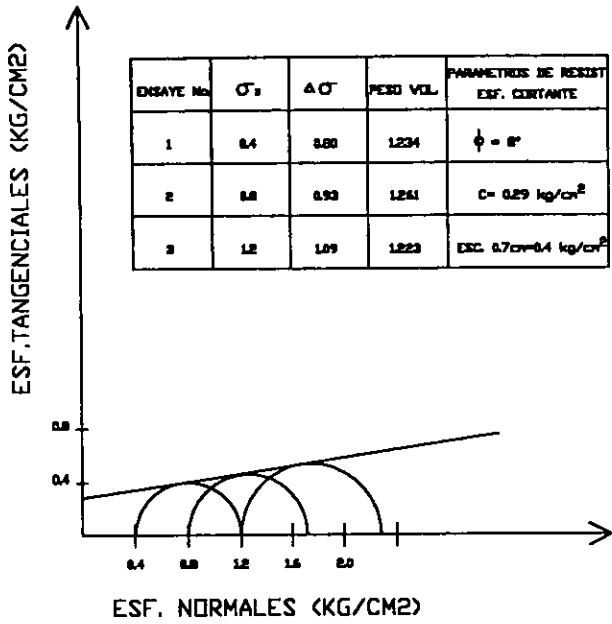


ENSAYE No.	σ_1	$\Delta \sigma$	PESO VOL.	PARAMETROS DE RESIST. ESF. CORTANTE
1	0.3	2.05	1.64	$\phi = 23.7^\circ$
2	0.5	2.52	1.60	$C = 0.44 \text{ kg/cm}^2$
3	0.7	2.98	1.62	$ESF. 0.7 \text{ cm} = 0.5 \text{ kg/cm}^2$



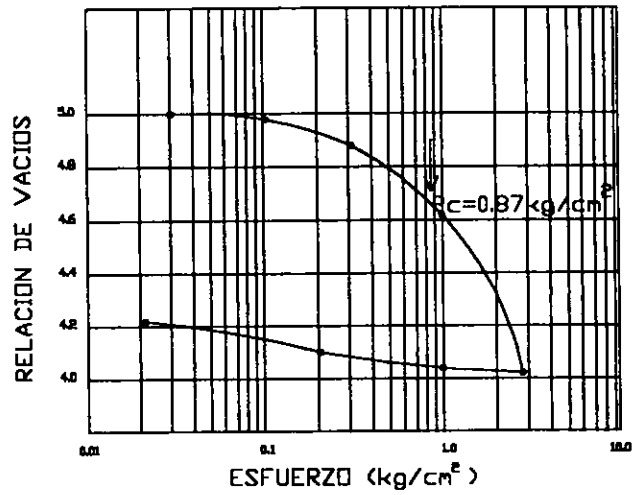
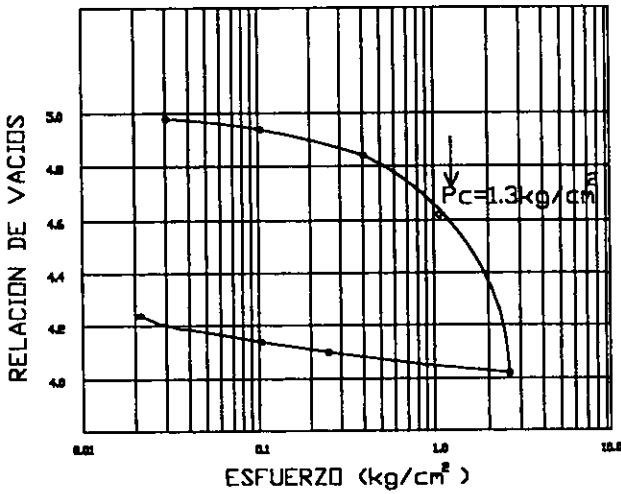
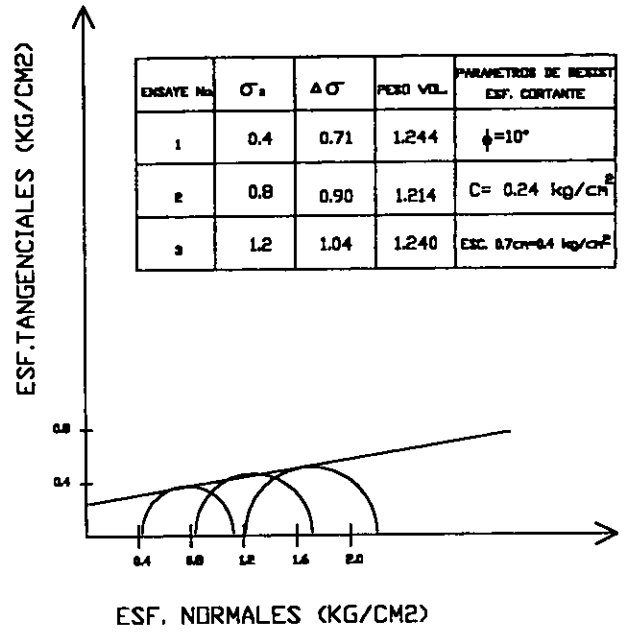
CALLE AMERICAS P.C.A. 2

ENSAYE No.	σ_1	$\Delta \sigma$	PESO VOL.	PARAMETROS DE RESIST. ESF. CORTANTE
1	0.4	0.80	1.234	$\phi = 8^\circ$
2	0.8	0.90	1.261	$C = 0.29 \text{ kg/cm}^2$
3	1.2	1.09	1.229	$\text{ESF. } 0.7 \text{ cm} = 0.4 \text{ kg/cm}^2$



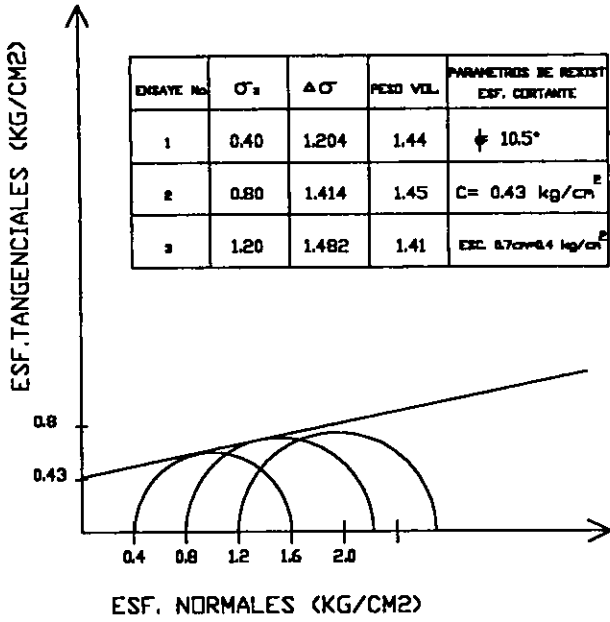
CALLE AMERICAS P.C.A. 2

ENSAYE No.	σ_1	$\Delta \sigma$	PESO VOL.	PARAMETROS DE RESIST. ESF. CORTANTE
1	0.4	0.71	1.244	$\phi = 10^\circ$
2	0.8	0.90	1.214	$C = 0.24 \text{ kg/cm}^2$
3	1.2	1.04	1.240	$\text{ESF. } 0.7 \text{ cm} = 0.4 \text{ kg/cm}^2$



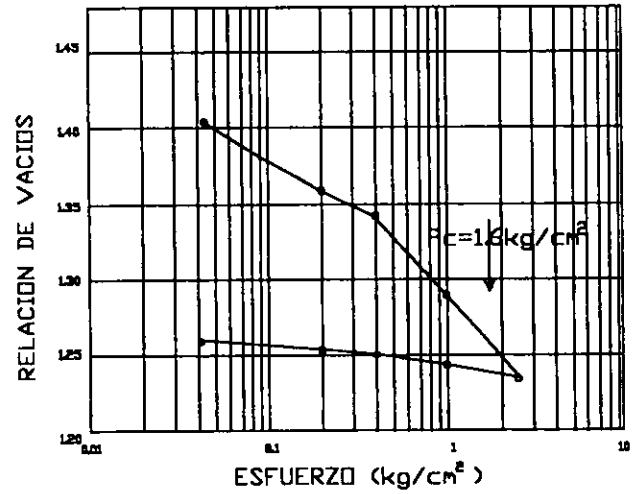
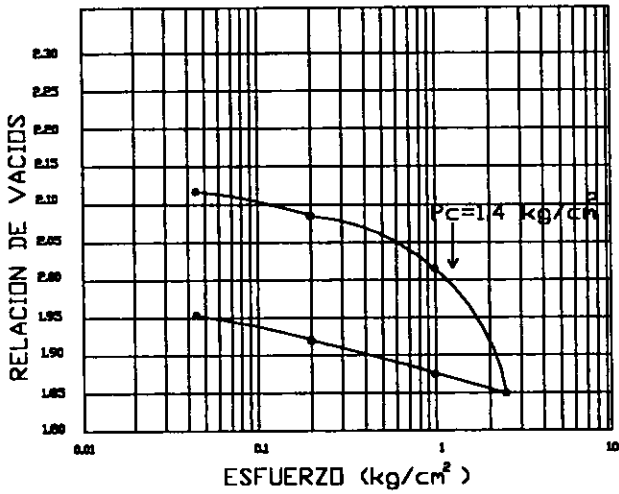
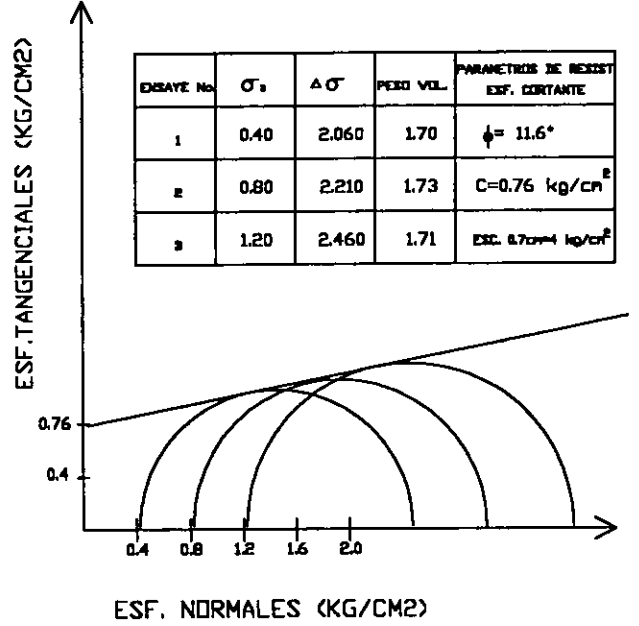
JICALAN P.C.A. 5...

ENSAYE No.	σ_3	$\Delta \sigma$	PESO VOL.	PARAMETROS DE RESIST. ESF. CORTANTE
1	0.40	1.204	1.44	$\phi = 10.5^\circ$
2	0.80	1.414	1.45	$C = 0.43 \text{ kg/cm}^2$
3	1.20	1.482	1.41	ESF. $0.70 \text{ cm}^4 \text{ kg/cm}^2$



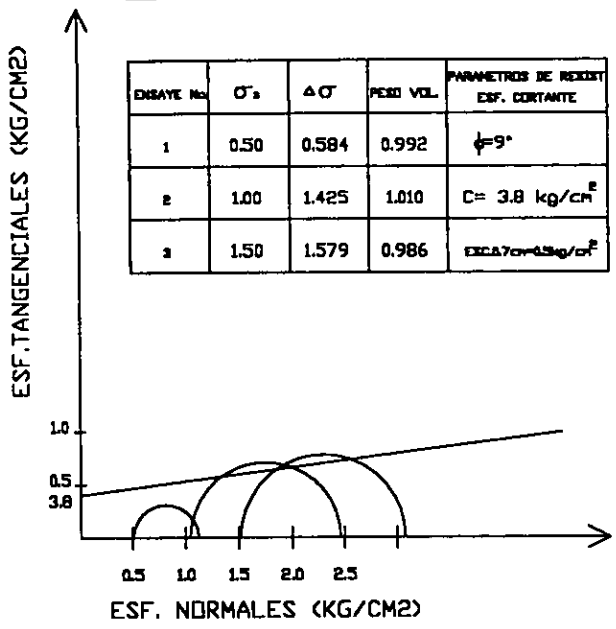
JICALAN P.C.A. 5...

ENSAYE No.	σ_3	$\Delta \sigma$	PESO VOL.	PARAMETROS DE RESIST. ESF. CORTANTE
1	0.40	2.060	1.70	$\phi = 11.6^\circ$
2	0.80	2.210	1.73	$C = 0.76 \text{ kg/cm}^2$
3	1.20	2.460	1.71	ESF. $0.70 \text{ cm}^4 \text{ kg/cm}^2$



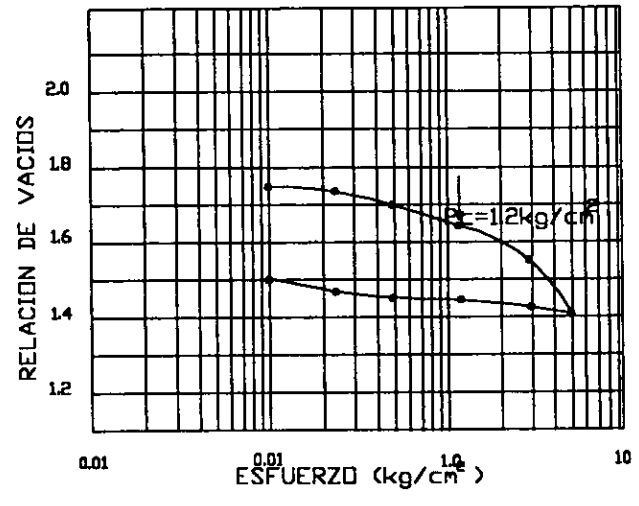
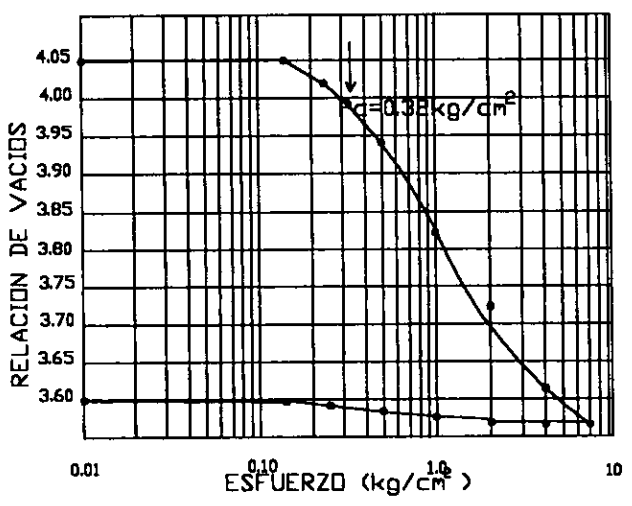
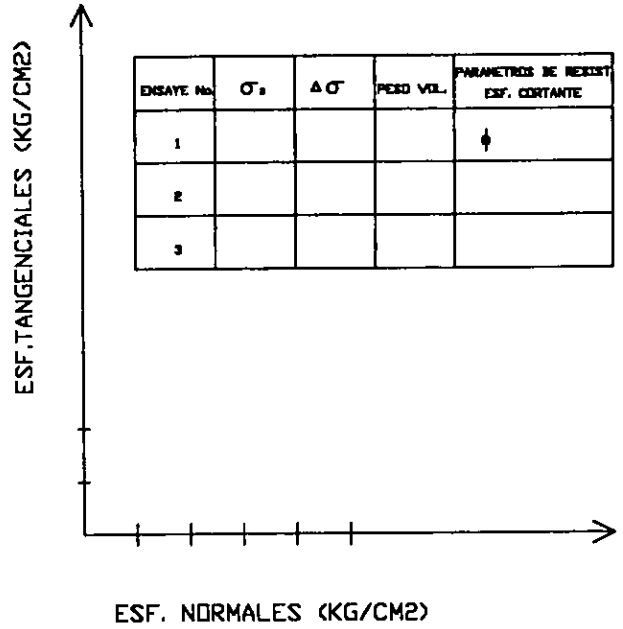
INFONAVIT LOS AGUACATES P.C.A. 6

ENSAYE No.	σ_3	$\Delta \sigma$	PESO VOL.	PARAMETROS DE RESIST. ESF. CORTANTE
1	0.50	0.584	0.992	$\phi = 9^\circ$
2	1.00	1.425	1.010	$C = 3.8 \text{ kg/cm}^2$
3	1.50	1.579	0.986	$EXCA 7 \text{ cm} = 4.5 \text{ kg/cm}^2$



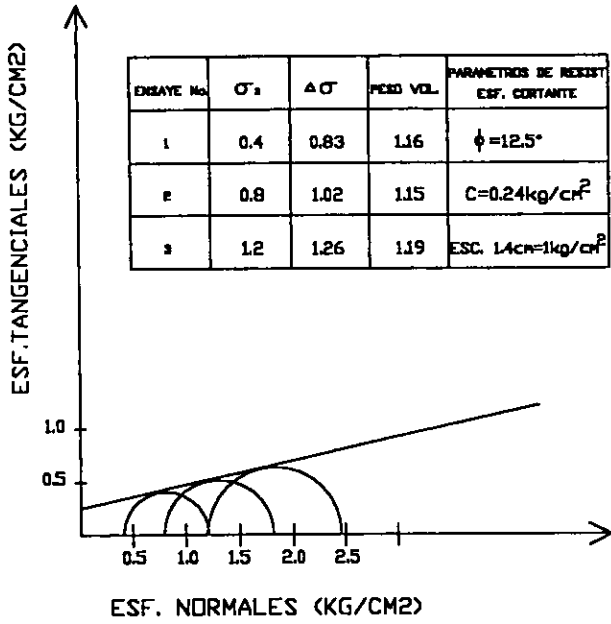
NICOLAS ROMERO, COL. LINDA VISTA P.C.A. 12 PROF. 2.0K

ENSAYE No.	σ_3	$\Delta \sigma$	PESO VOL.	PARAMETROS DE RESIST. ESF. CORTANTE
1				
2				
3				



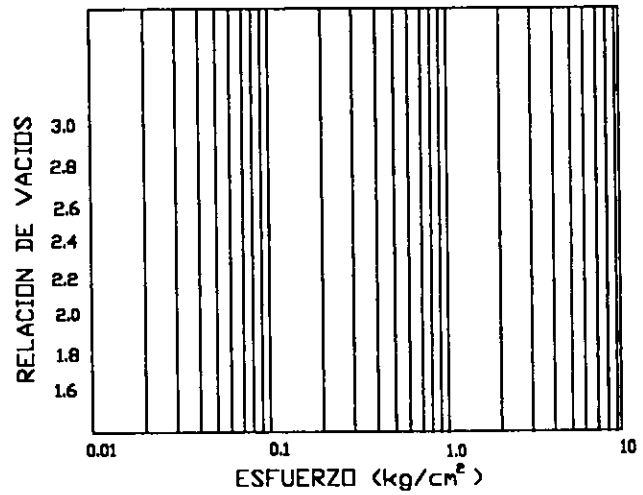
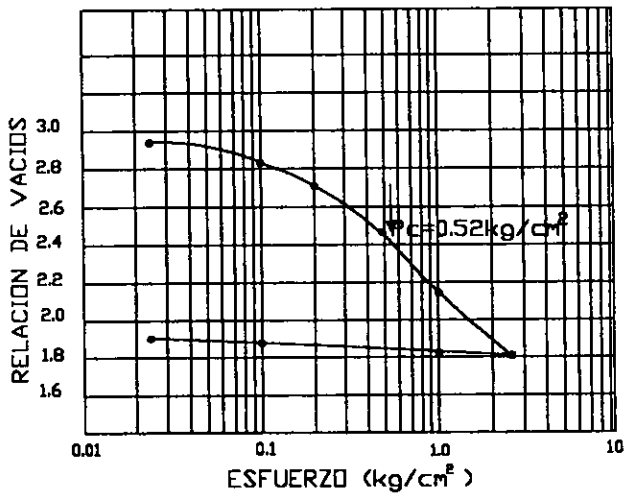
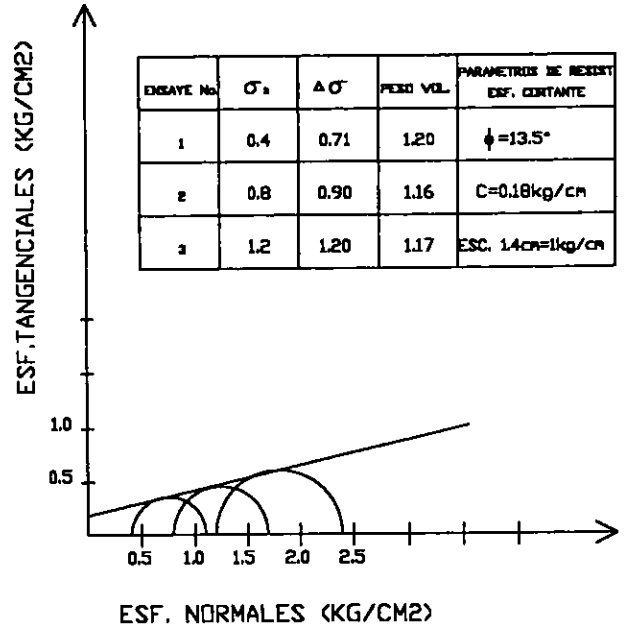
CALLE SINALOA P.C.A.9

ENSAYE No.	σ_1	$\Delta \sigma'$	PESO VOL.	PARAMETROS DE RESIST. ESF. CORTANTE
1	0.4	0.83	1.16	$\phi = 12.5^\circ$
2	0.8	1.02	1.15	$C = 0.24 \text{ kg/cm}^2$
3	1.2	1.26	1.19	$ESC. 14 \text{ cm} = 1 \text{ kg/cm}^2$

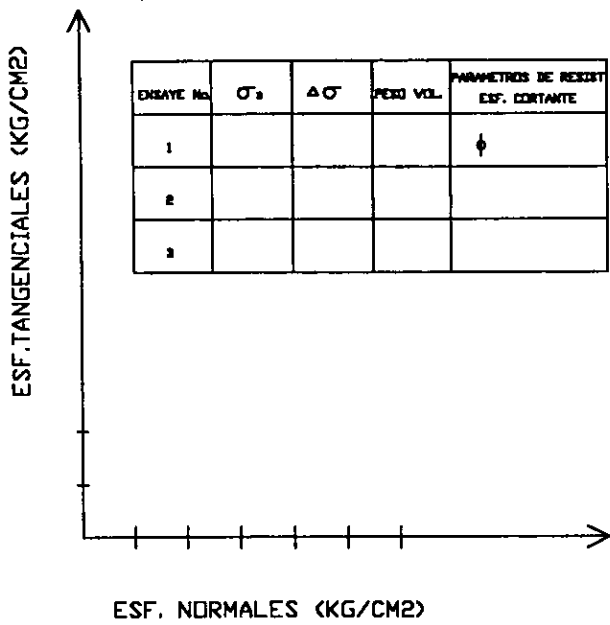


CALLE SINALOA P.C.A.9

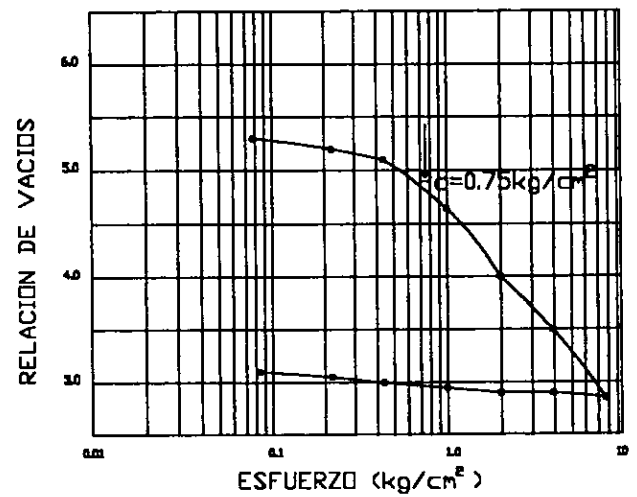
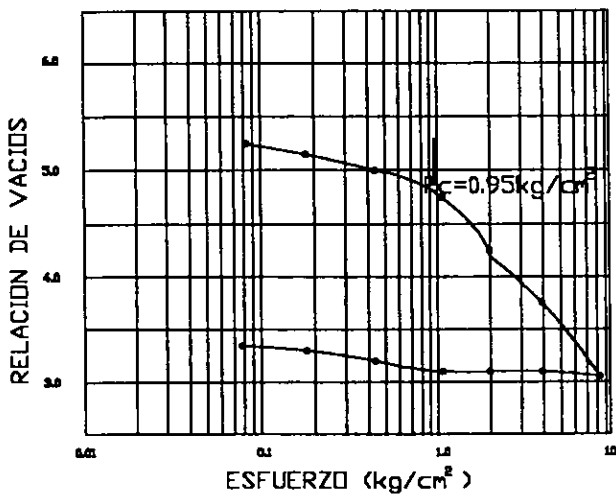
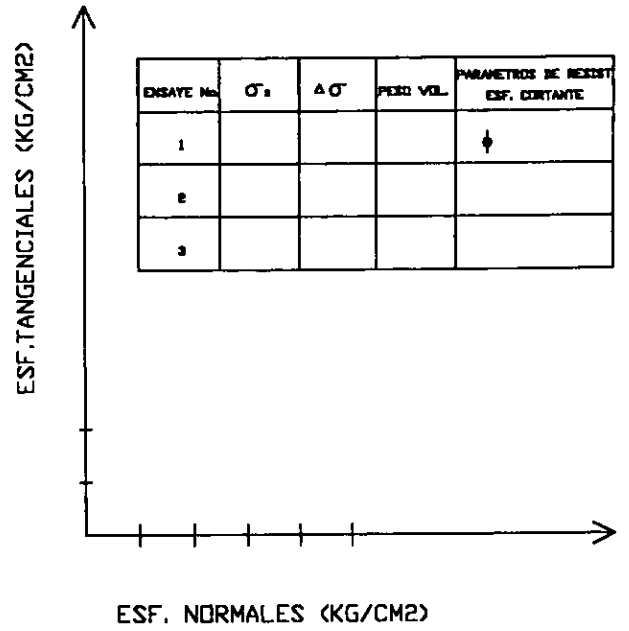
ENSAYE No.	σ_1	$\Delta \sigma'$	PESO VOL.	PARAMETROS DE RESIST. ESF. CORTANTE
1	0.4	0.71	1.20	$\phi = 13.5^\circ$
2	0.8	0.90	1.16	$C = 0.18 \text{ kg/cm}^2$
3	1.2	1.20	1.17	$ESC. 14 \text{ cm} = 1 \text{ kg/cm}^2$



VIVIENDA ISSSTE P.C.A. 10 3.0M

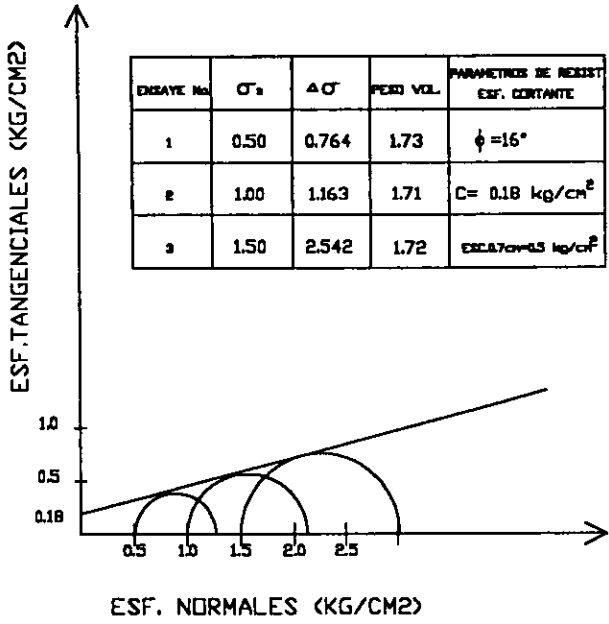


VIVIENDA ISSSTE P.C.A. 10 3.0M



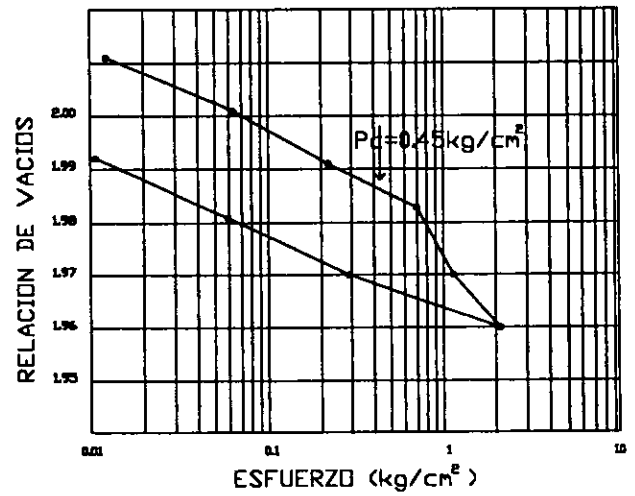
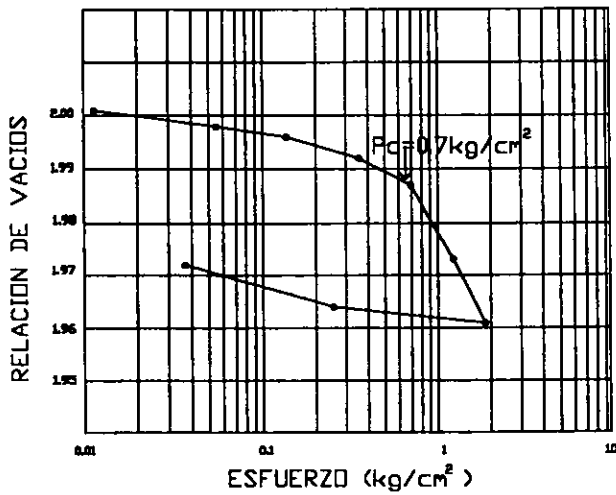
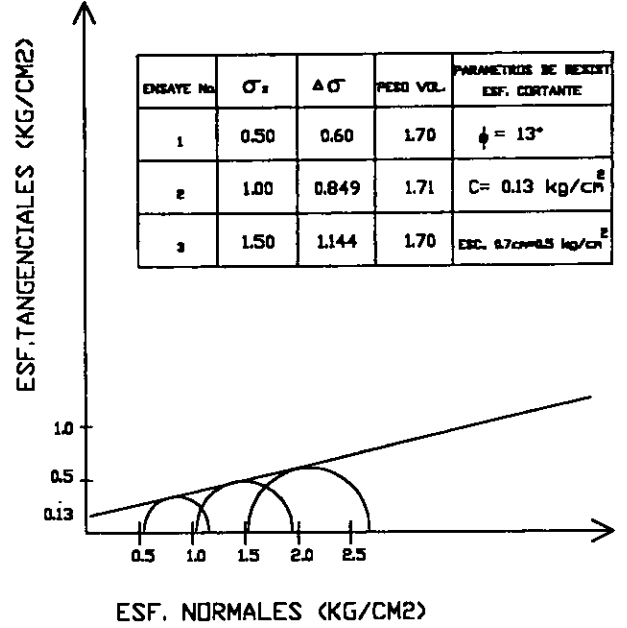
CALLE MORELOS ENTRE MSLVA Y ALDAMA P.C.A. 11

ENSAYE No.	σ_3	$\Delta \sigma$	PESO VOL.	PARAMETROS DE RESIST. ESF. CORTANTE
1	0.50	0.764	1.73	$\phi = 16^\circ$
2	1.00	1.163	1.71	$C = 0.18 \text{ kg/cm}^2$
3	1.50	2.542	1.72	$ESC. 0.7 \text{ cm}^2 \text{ kg/cm}^2$



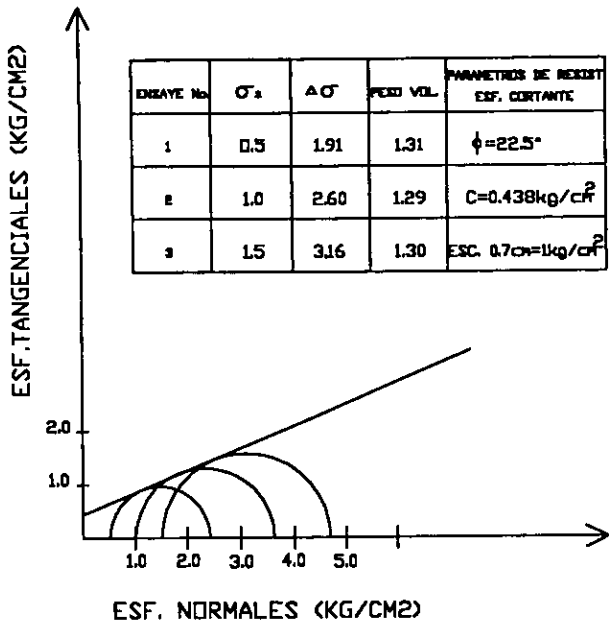
CALLE MORELOS ENTRE MSLVA Y ALDAMA P.C.A. 11

ENSAYE No.	σ_3	$\Delta \sigma$	PESO VOL.	PARAMETROS DE RESIST. ESF. CORTANTE
1	0.50	0.60	1.70	$\phi = 13^\circ$
2	1.00	0.849	1.71	$C = 0.13 \text{ kg/cm}^2$
3	1.50	1.144	1.70	$ESC. 0.7 \text{ cm}^2 \text{ kg/cm}^2$



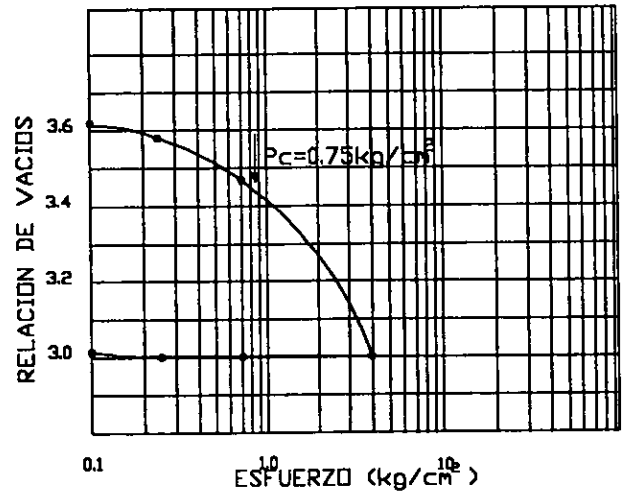
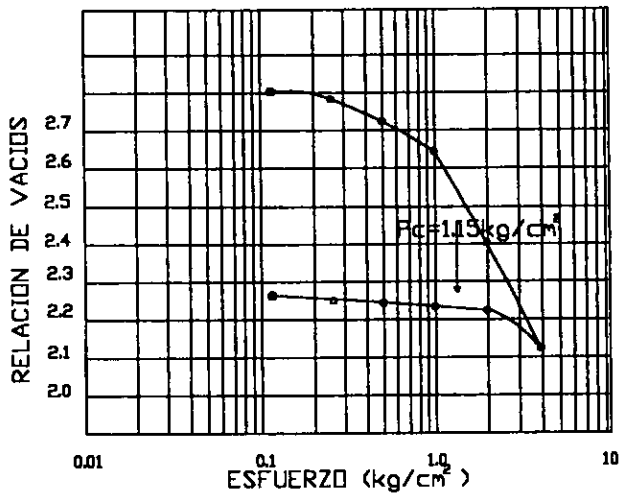
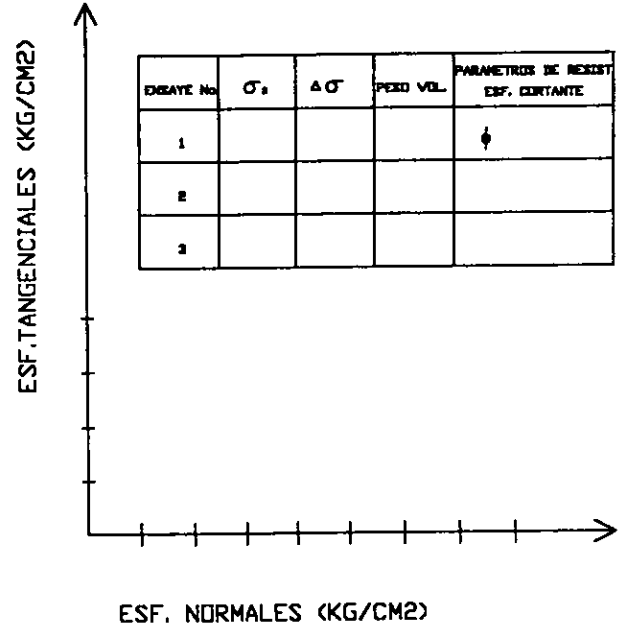
CALLE FCO. SARABIA P.C.A. 24 PROF.

ENSAYE No.	σ_1	$\Delta \sigma$	PESO VOL.	PARAMETROS DE RESIST. ESF. CORTANTE
1	0.5	1.91	1.31	$\phi = 22.5^\circ$
2	1.0	2.60	1.29	$C = 0.438 \text{ kg/cm}^2$
3	1.5	3.16	1.30	$ESC. 0.7 \text{ cm} = 1 \text{ kg/cm}^2$



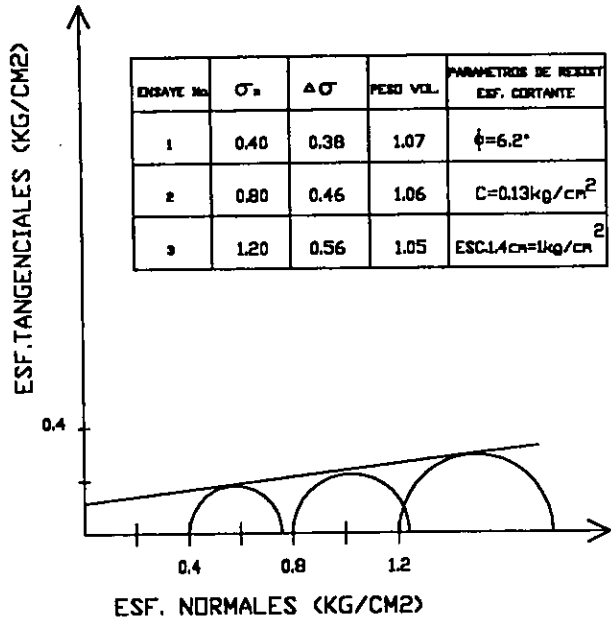
MERCADO CORREGIDORA P.C.A. 12 PROF. SM

ENSAYE No.	σ_1	$\Delta \sigma$	PESO VOL.	PARAMETROS DE RESIST. ESF. CORTANTE
1				ϕ
2				
3				



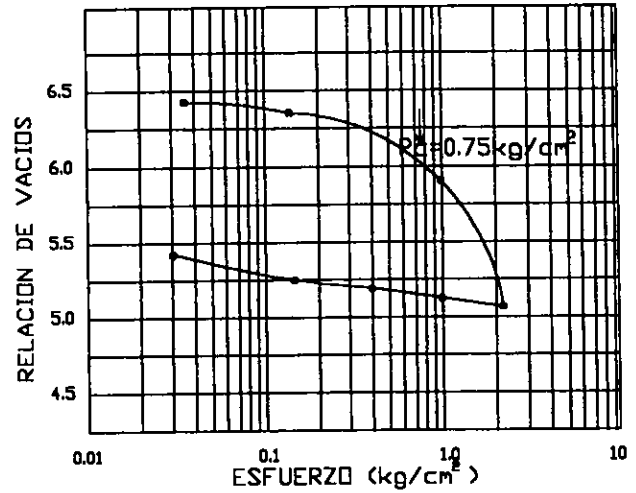
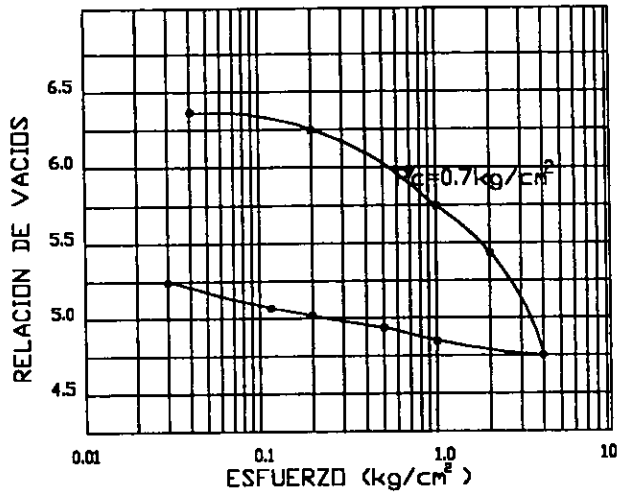
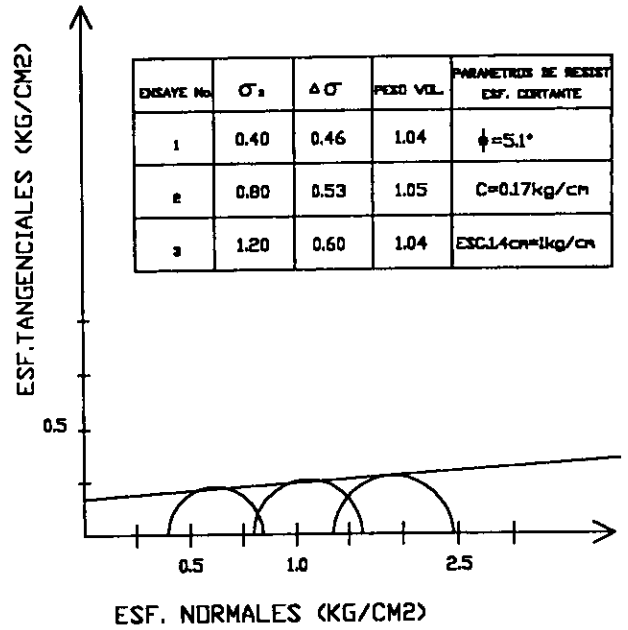
CALLE CANANEA P.C.A.14 PROF. LBN

ENSAYE No.	σ_1	$\Delta \sigma$	PESO VOL.	PARAMETROS DE RESIST. ESF. CORTANTE
1	0.40	0.38	1.07	$\phi = 6.2^\circ$
2	0.80	0.46	1.06	$C = 0.13 \text{ kg/cm}^2$
3	1.20	0.56	1.05	$ESCL.14 \text{ cm} = 1 \text{ kg/cm}^2$

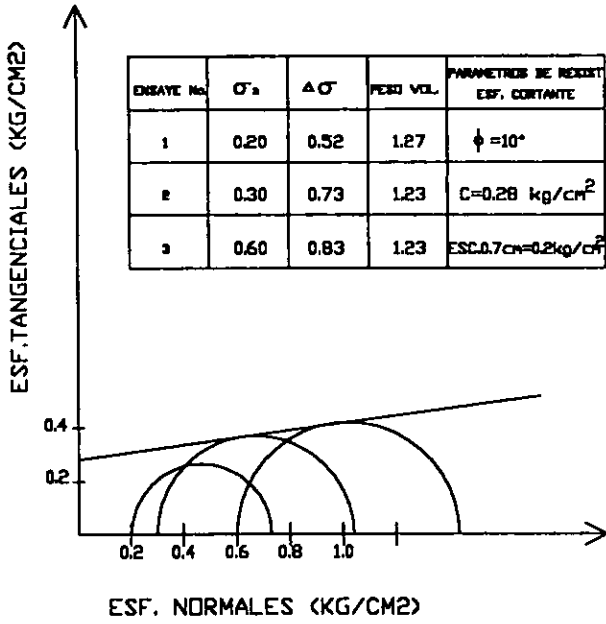


CALLE CANANEA P.C.A.14 PROF. LBN

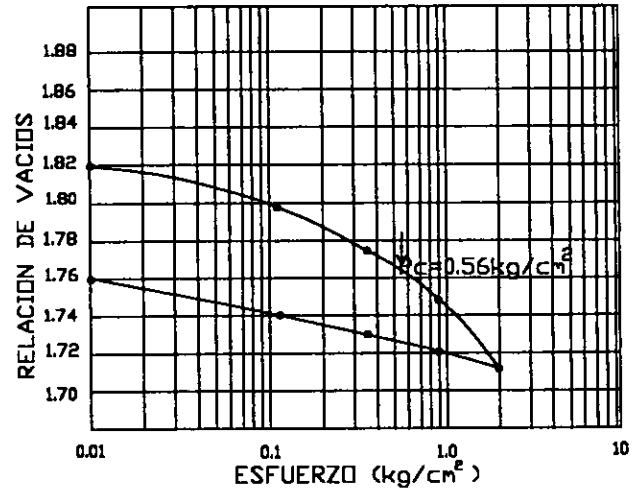
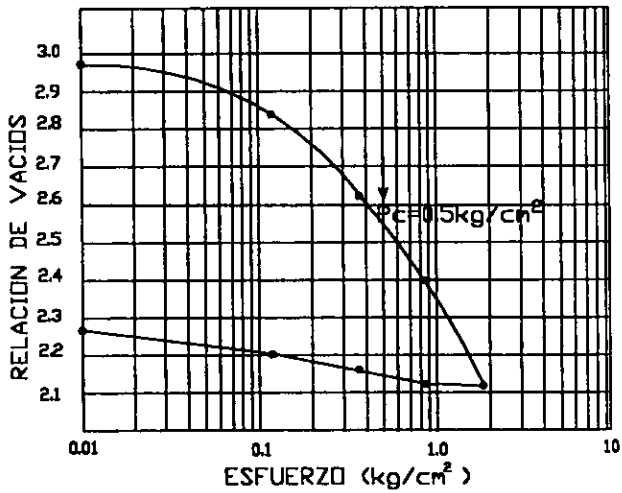
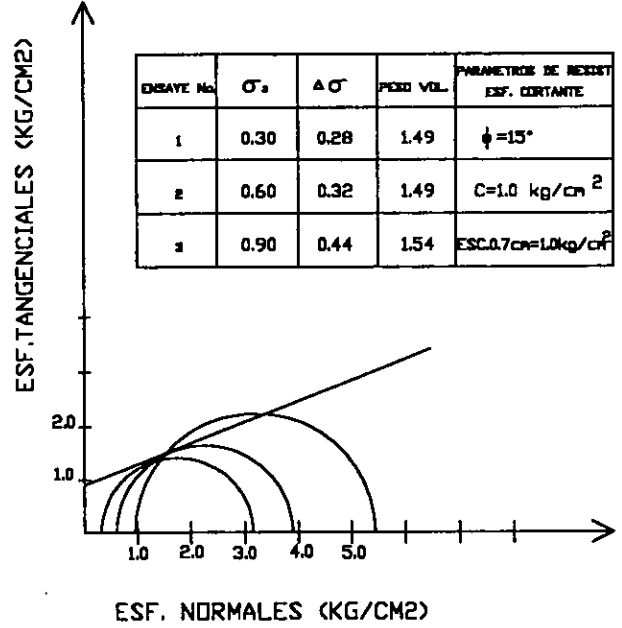
ENSAYE No.	σ_1	$\Delta \sigma$	PESO VOL.	PARAMETROS DE RESIST. ESF. CORTANTE
1	0.40	0.46	1.04	$\phi = 5.1^\circ$
2	0.80	0.53	1.05	$C = 0.17 \text{ kg/cm}^2$
3	1.20	0.60	1.04	$ESCL.14 \text{ cm} = 1 \text{ kg/cm}^2$



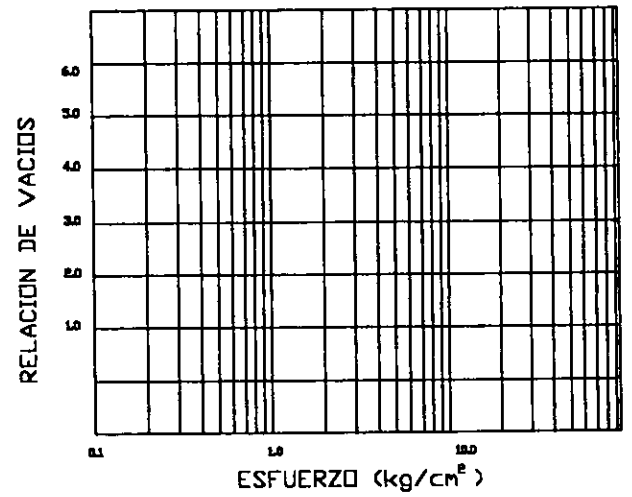
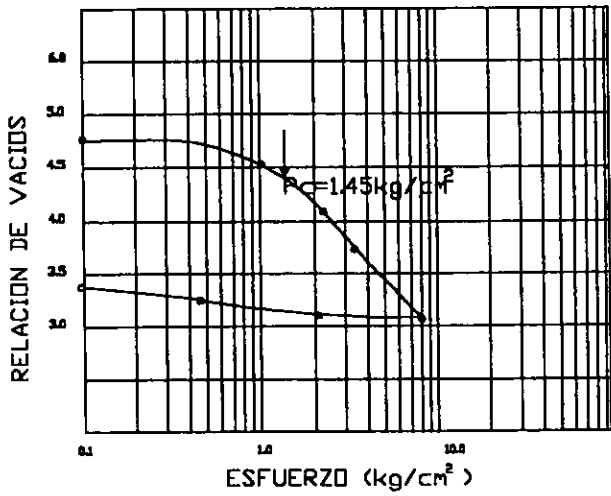
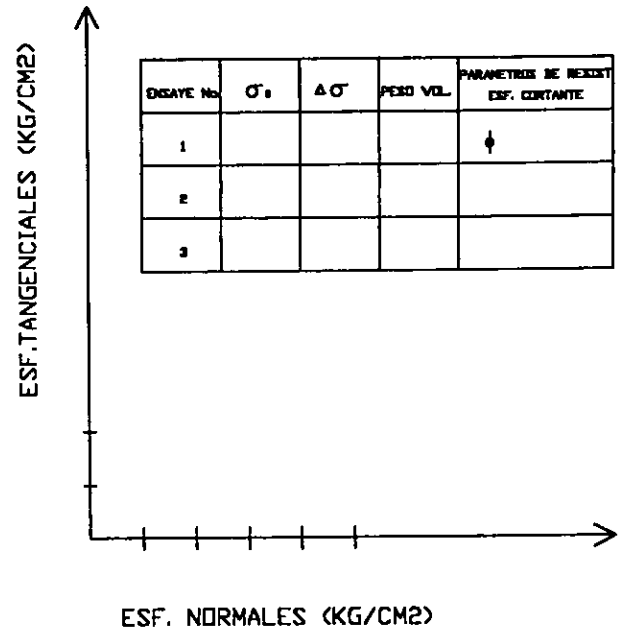
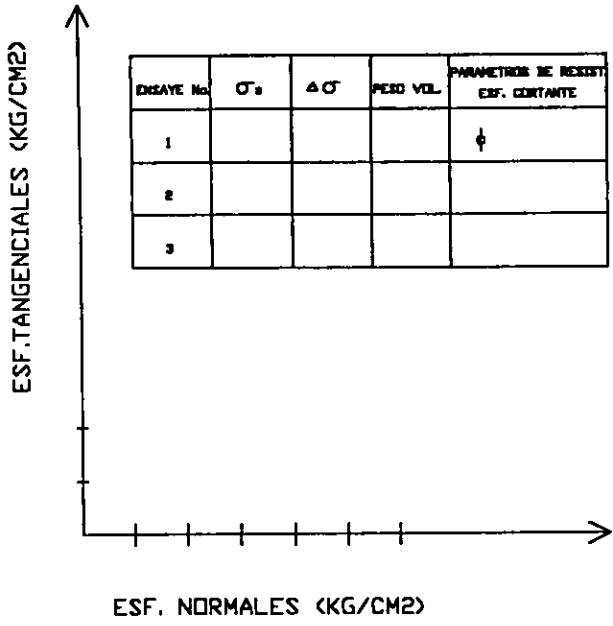
ENSAYE No.	σ_3	$\Delta \sigma$	PESO VOL.	PARAMETROS DE RESIST. ESF. CORTANTE
1	0.20	0.52	1.27	$\phi = 10^\circ$
2	0.30	0.73	1.23	$C = 0.28 \text{ kg/cm}^2$
3	0.60	0.83	1.23	$ESC. 0.7 \text{ cm} = 0.2 \text{ kg/cm}^2$



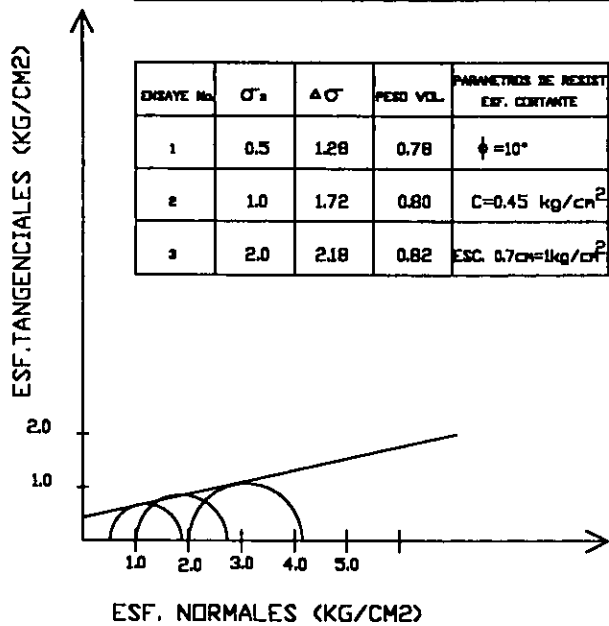
ENSAYE No.	σ_3	$\Delta \sigma$	PESO VOL.	PARAMETROS DE RESIST. ESF. CORTANTE
1	0.30	0.28	1.49	$\phi = 15^\circ$
2	0.60	0.32	1.49	$C = 1.0 \text{ kg/cm}^2$
3	0.90	0.44	1.54	$ESC. 0.7 \text{ cm} = 1.0 \text{ kg/cm}^2$



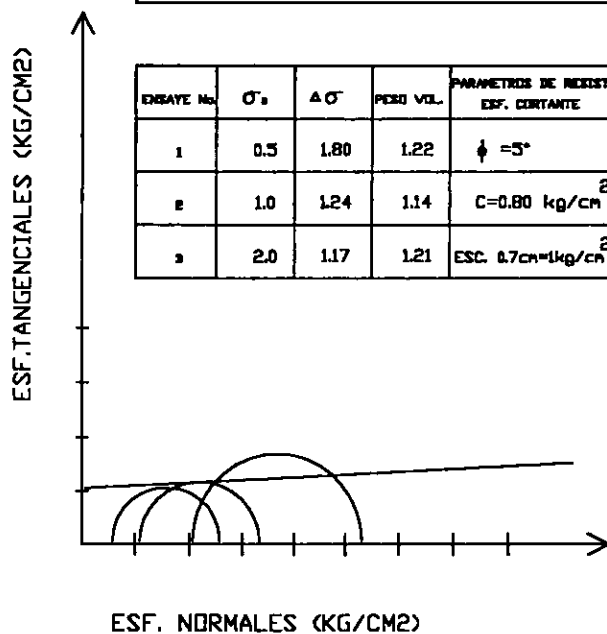
MORELOS-ALDAMA P.C.A 18



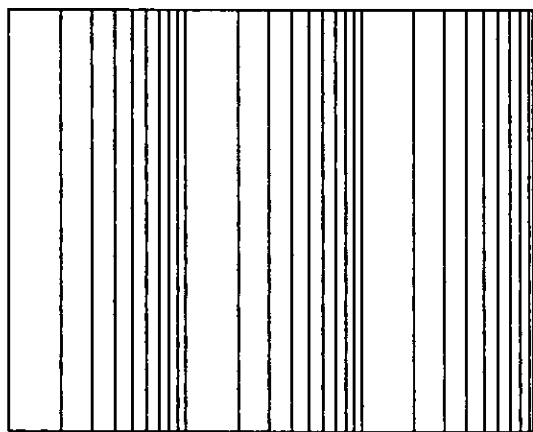
ENSAYE No.	σ'_v	$\Delta\sigma'$	PESO VOL.	PARAMETROS DE RESIST. ESF. CORTANTE
1	0.5	1.28	0.78	$\phi = 10^\circ$
2	1.0	1.72	0.80	$C=0.45 \text{ kg/cm}^2$
3	2.0	2.18	0.82	ESC. $0.7 \text{ cm} = 1 \text{ kg/cm}^2$



ENSAYE No.	σ'_v	$\Delta\sigma'$	PESO VOL.	PARAMETROS DE RESIST. ESF. CORTANTE
1	0.5	1.80	1.22	$\phi = 5^\circ$
2	1.0	1.24	1.14	$C=0.80 \text{ kg/cm}^2$
3	2.0	1.17	1.21	ESC. $0.7 \text{ cm} = 1 \text{ kg/cm}^2$

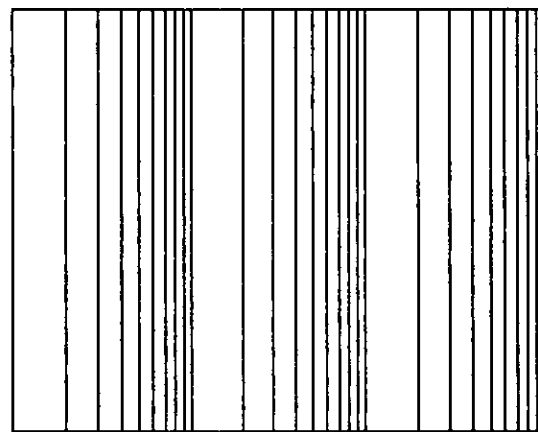


RELACION DE VACIOS



ESFUERZO (kg/cm²)

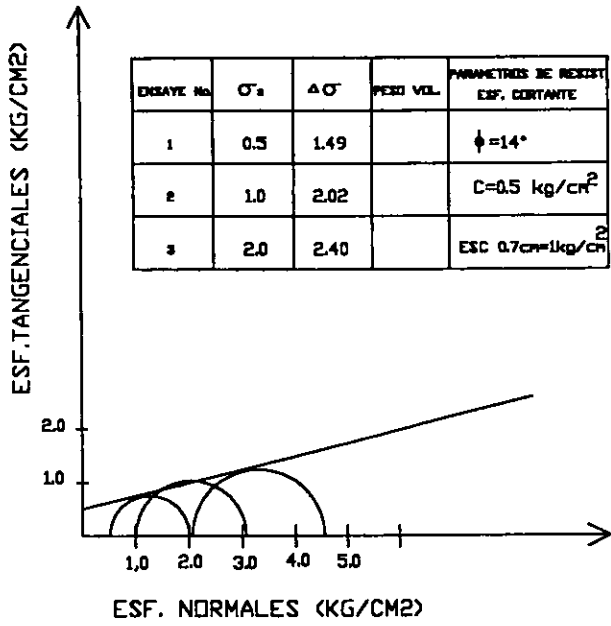
RELACION DE VACIOS



ESFUERZO (kg/cm²)

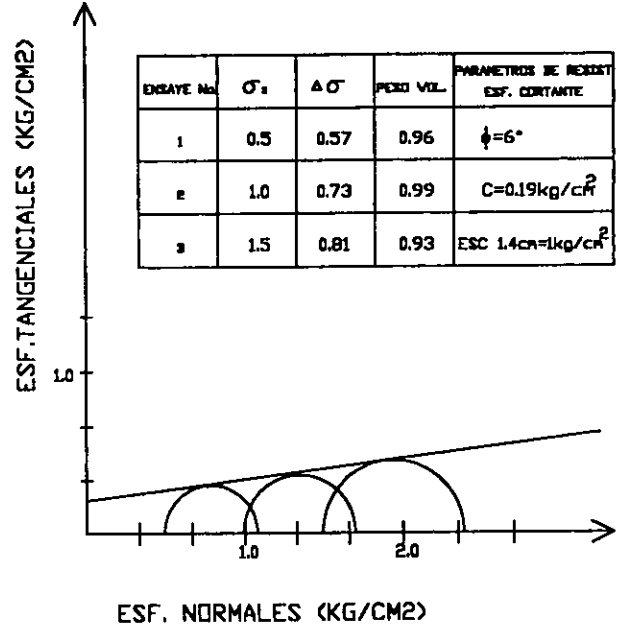
AMERICAS-HILANDEROS P.C.A.15 PROF. J.M.H.

ENSAYE No.	σ_1	$\Delta \sigma'$	PESO VOL.	PARAMETROS DE RESIST. ESF. CORTANTE
1	0.5	1.49		$\phi = 14^\circ$
2	1.0	2.02		$C=0.5 \text{ kg/cm}^2$
3	2.0	2.40		$ESC 0.7 \text{ cm} = 1 \text{ kg/cm}^2$

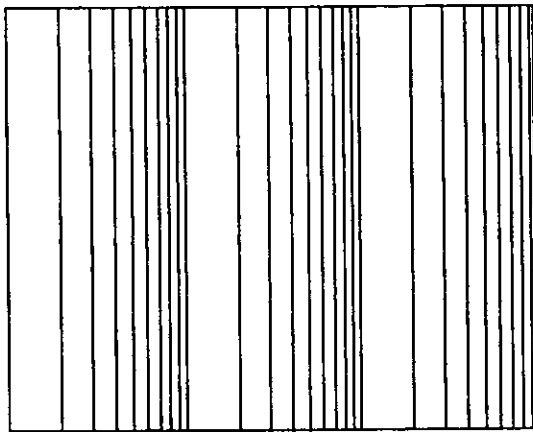


CALLE ROMAP.C.A.20 PROF. J.M.H.

ENSAYE No.	σ_1	$\Delta \sigma'$	PESO VOL.	PARAMETROS DE RESIST. ESF. CORTANTE
1	0.5	0.57	0.96	$\phi = 6^\circ$
2	1.0	0.73	0.99	$C=0.19 \text{ kg/cm}^2$
3	1.5	0.81	0.93	$ESC 1.4 \text{ cm} = 1 \text{ kg/cm}^2$

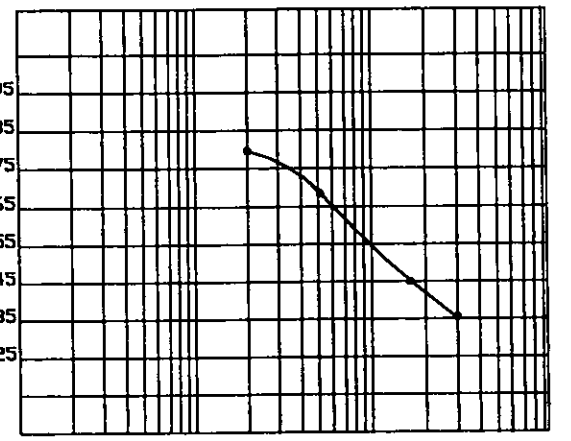


RELACION DE VACIOS



ESFUERZO (kg/cm²)

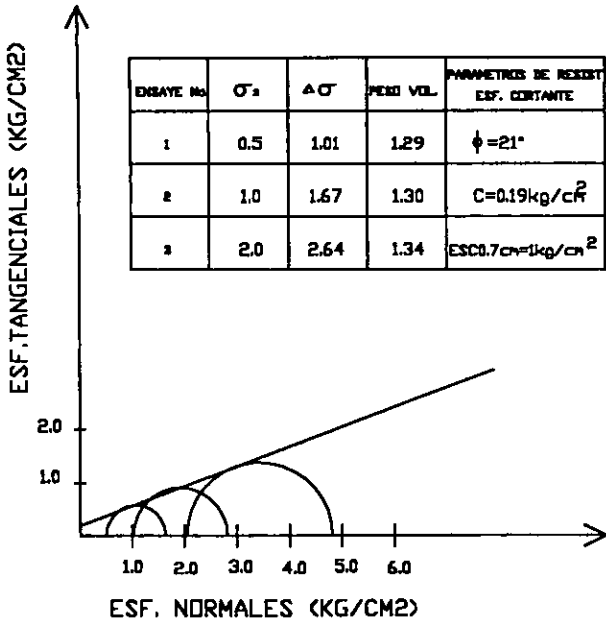
RELACION DE VACIOS



ESFUERZO (kg/cm²)

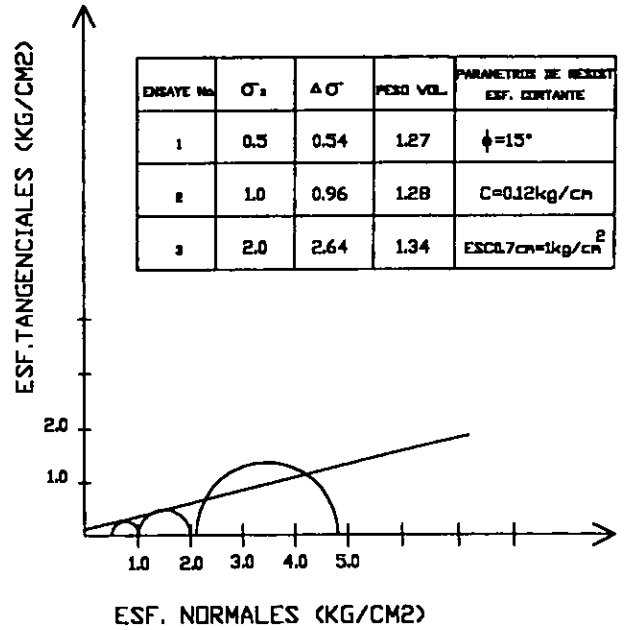
INPAMEX P.C.A.22 PROF. 2.6M

ENSAJE No.	σ_3	$\Delta \sigma$	PESO VOL.	PARAMETROS DE RESIST. ESF. CONSTANTE
1	0.5	1.01	1.29	$\phi = 21^\circ$
2	1.0	1.67	1.30	$C = 0.19 \text{ kg/cm}^2$
3	2.0	2.64	1.34	$ESC 0.7 \text{ cm} = 1 \text{ kg/cm}^2$

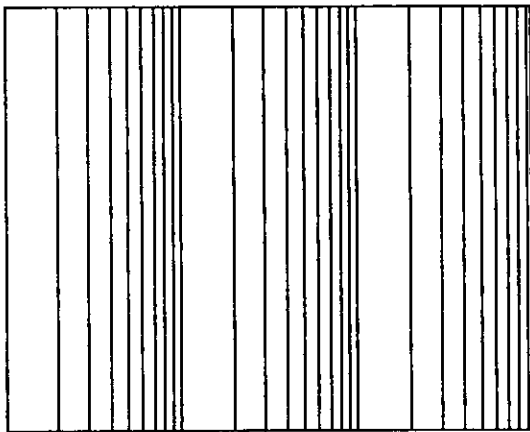


INPAMEX P.C.A.22 PROF. 2.0M

ENSAJE No.	σ_3	$\Delta \sigma$	PESO VOL.	PARAMETROS DE RESIST. ESF. CONSTANTE
1	0.5	0.34	1.27	$\phi = 15^\circ$
2	1.0	0.96	1.28	$C = 0.12 \text{ kg/cm}^2$
3	2.0	2.64	1.34	$ESC 0.7 \text{ cm} = 1 \text{ kg/cm}^2$

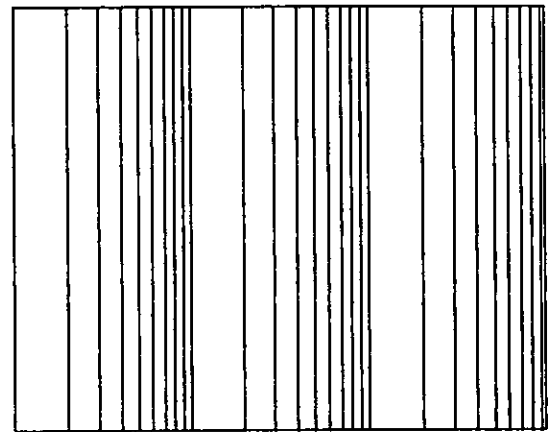


RELACION DE VACIOS



ESFUERZO (kg/cm²)

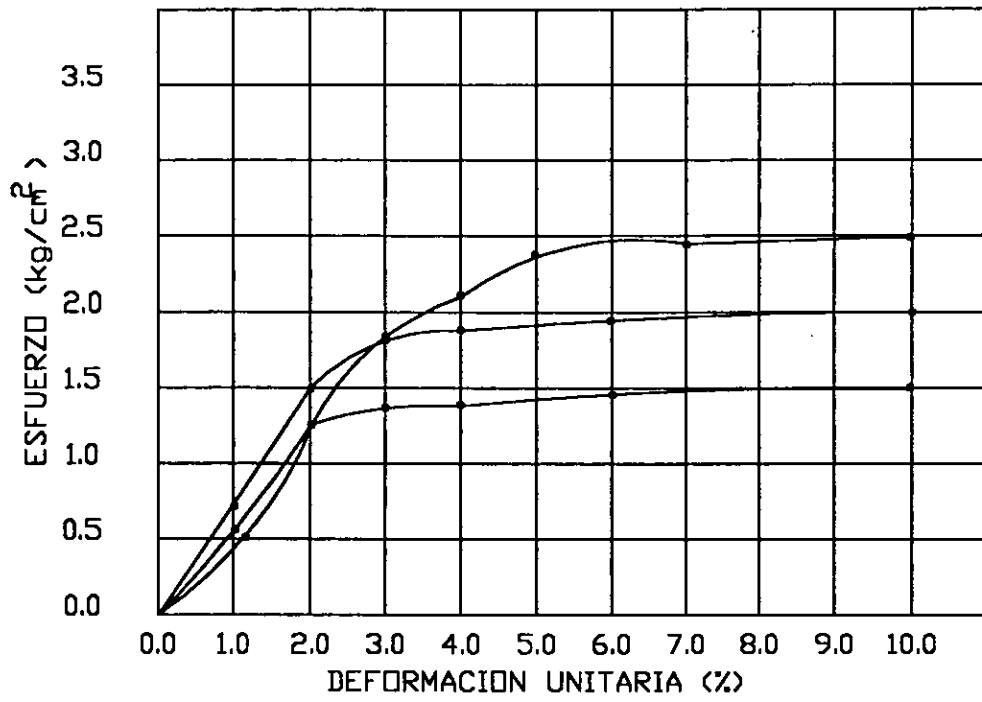
RELACION DE VACIOS



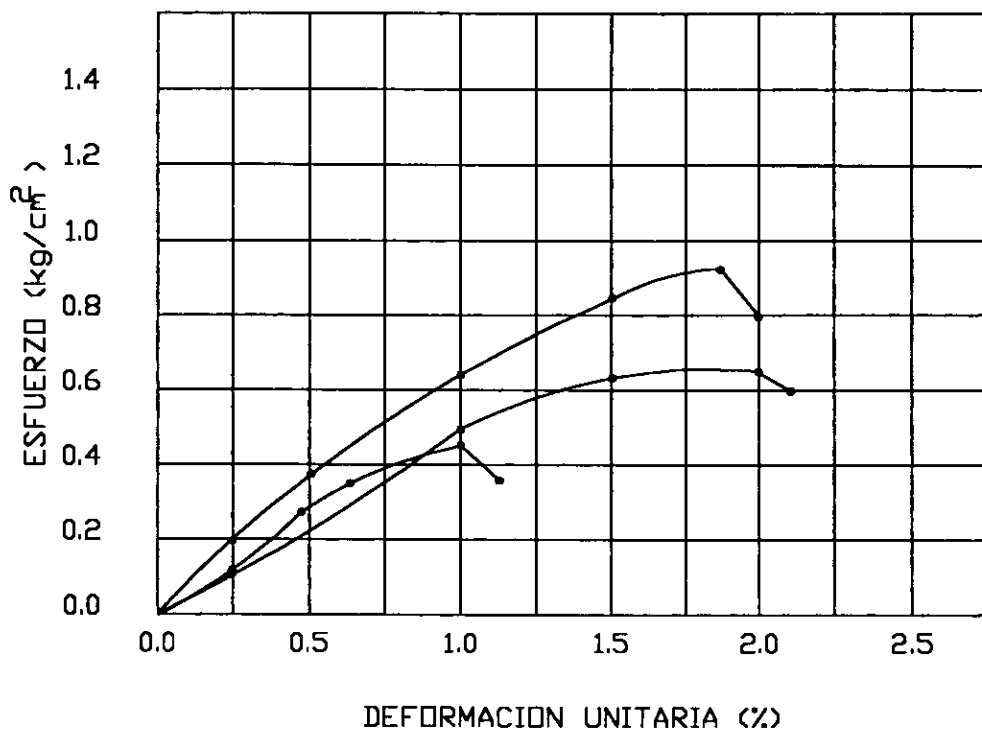
ESFUERZO (kg/cm²)

CURVAS ESFUERZO-DEFORMACION UNITARIA

CINE AMERICAS

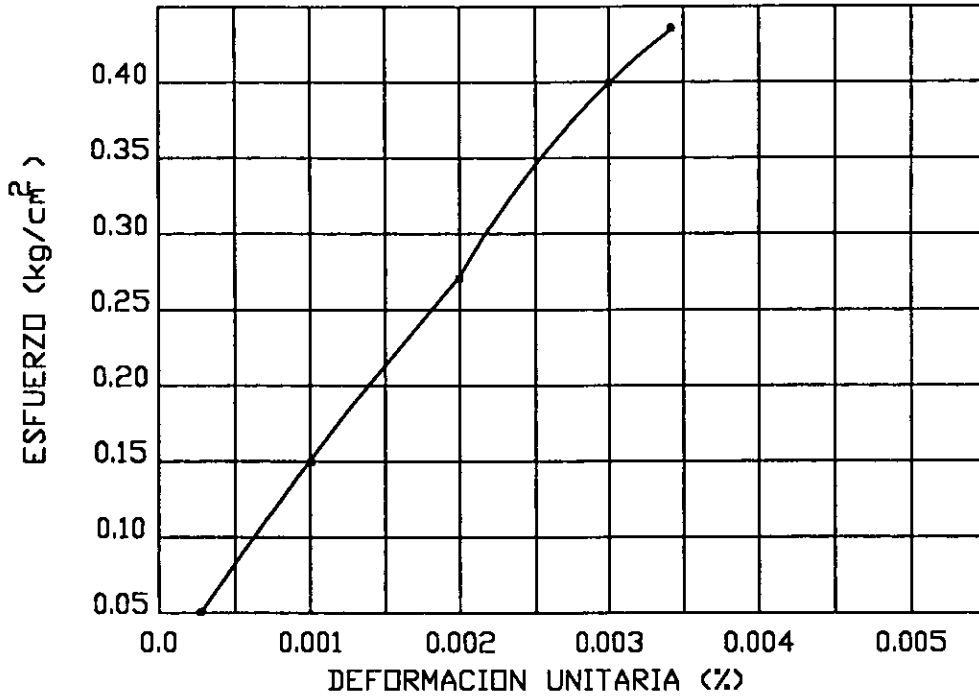


SAN JOSE DE LA MINA

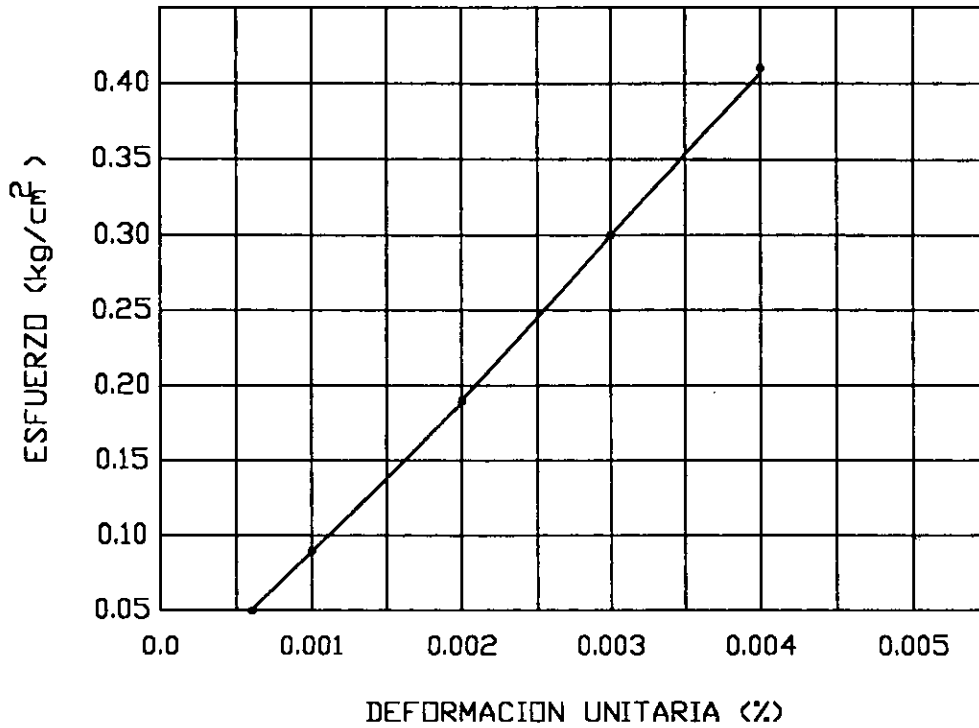


CURVAS ESFUERZO-DEFORMACION UNITARIA

JICALAN

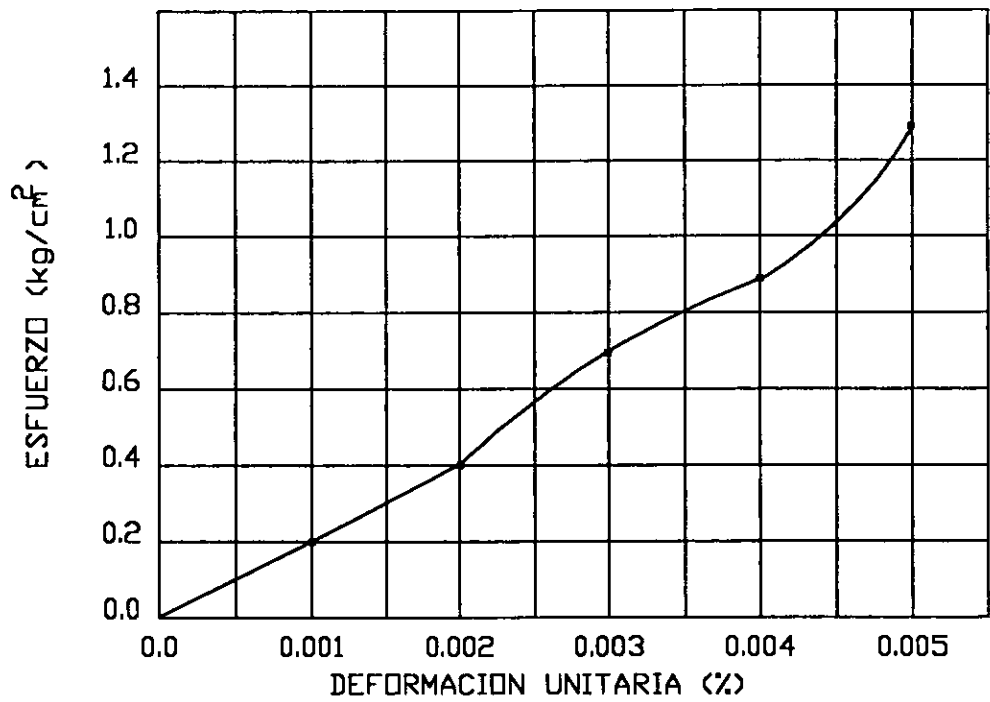


JICALAN

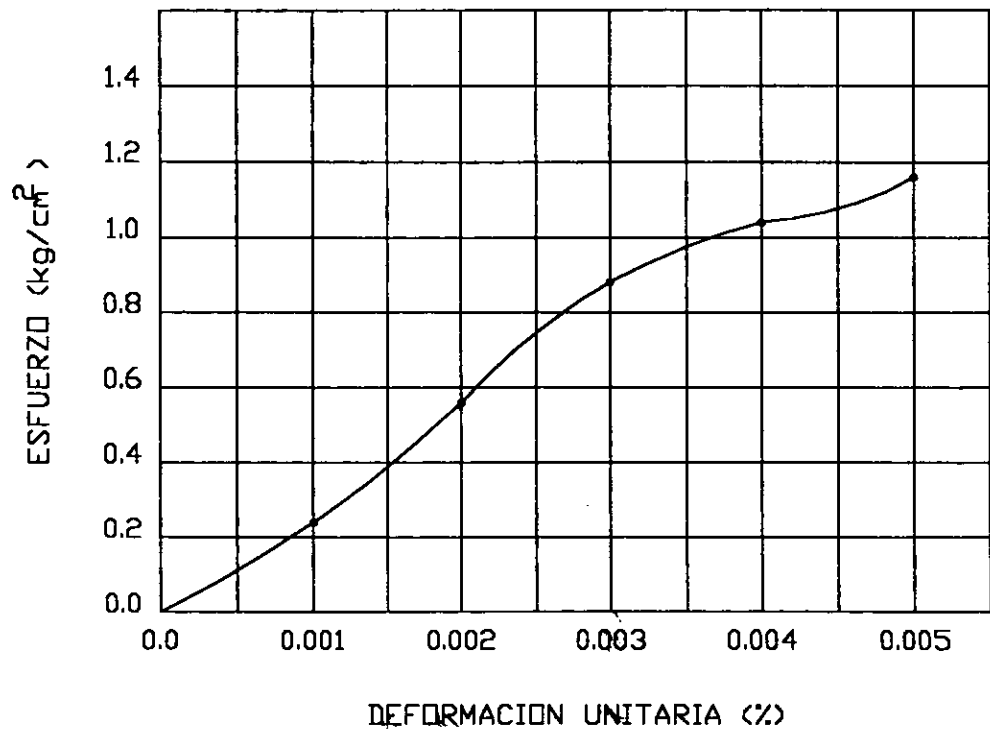


CURVAS ESFUERZO-DEFORMACION UNITARIA

JICALAN

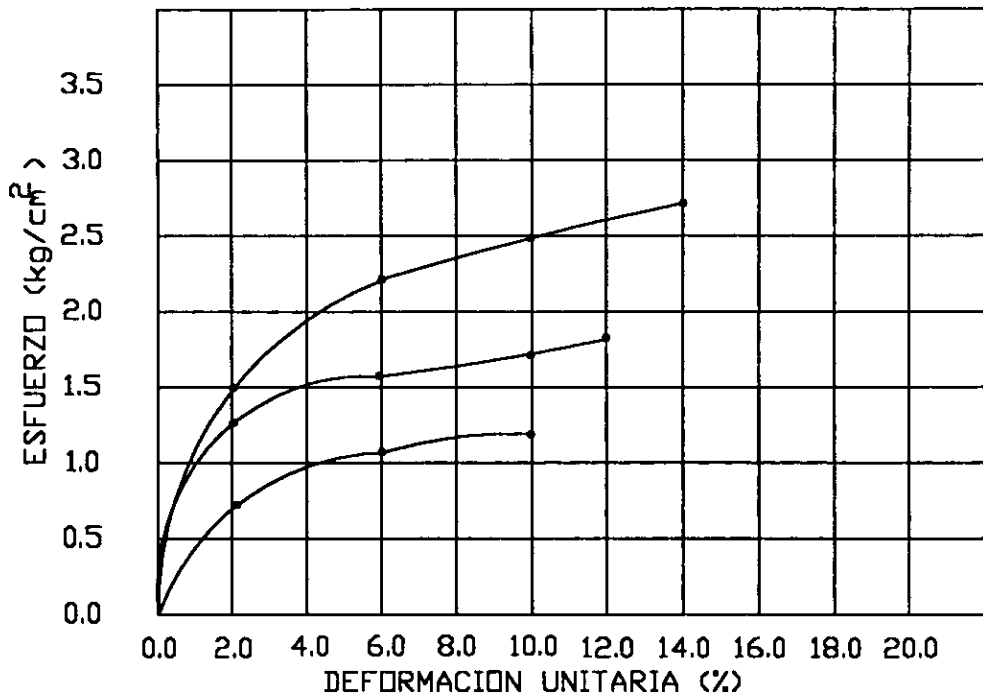


JICALAN

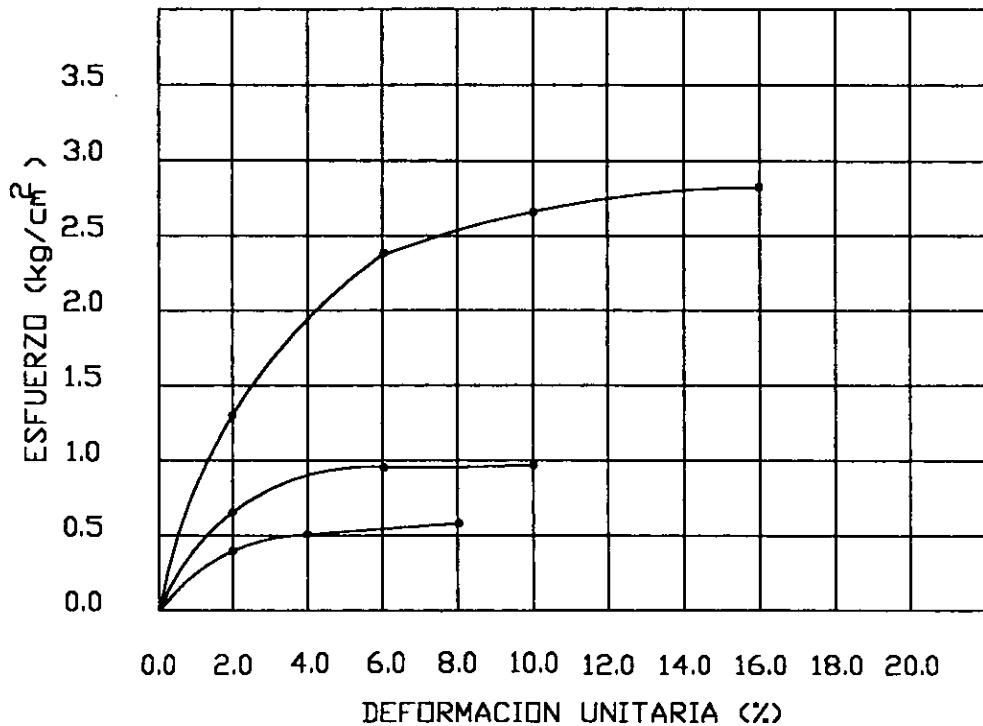


CURVAS ESFUERZO-DEFORMACION UNITARIA

INPAMEX

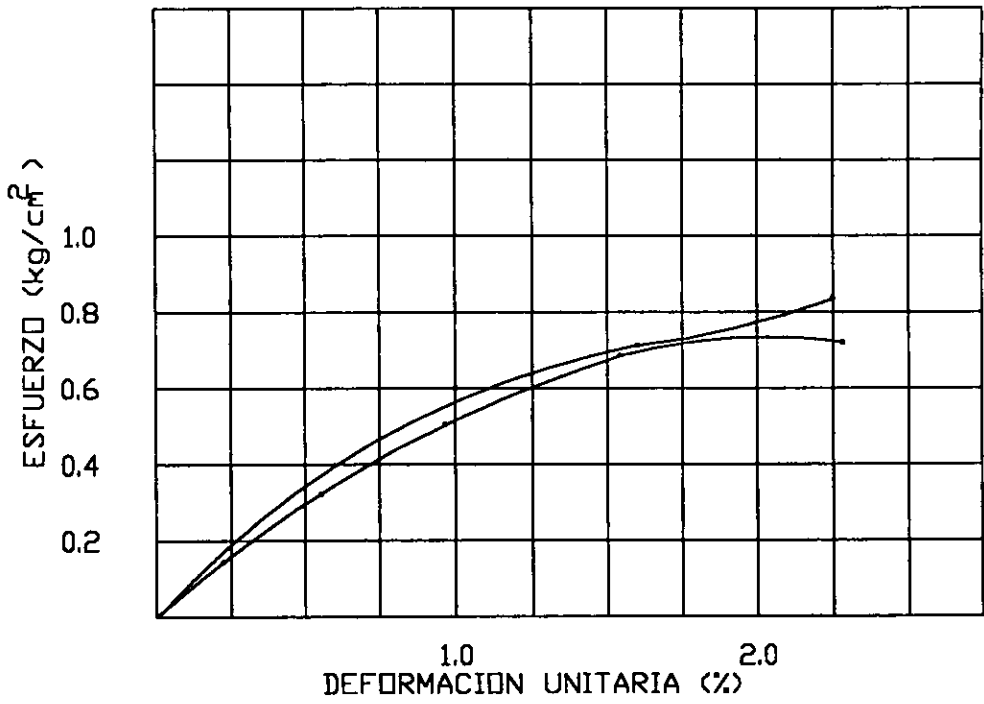


INPAMEX

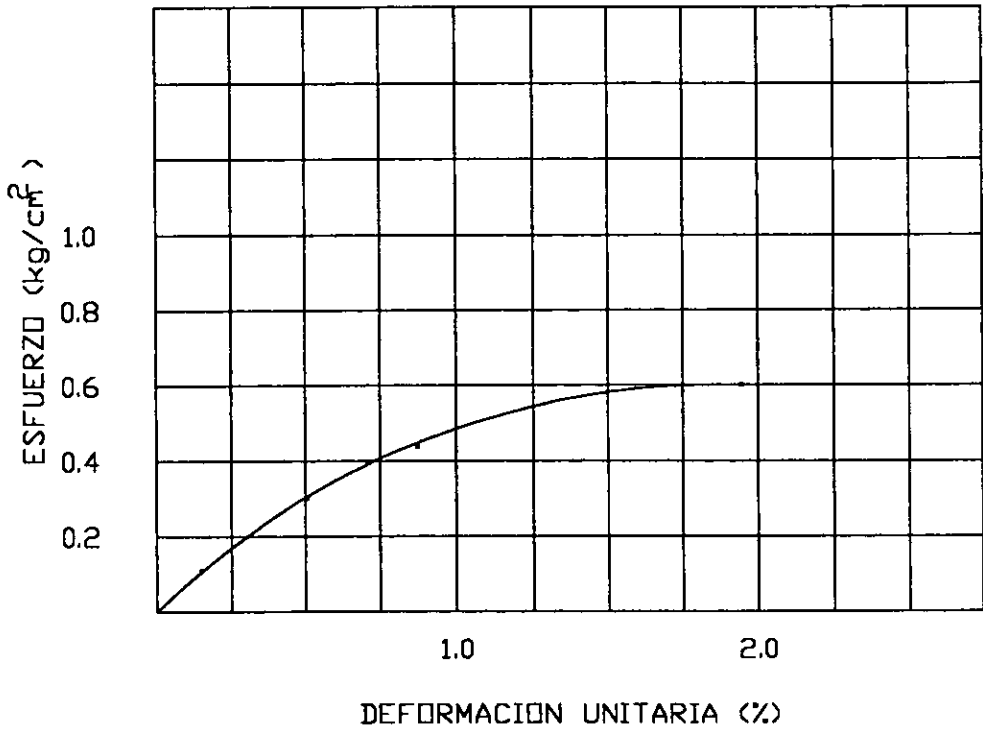


CURVAS ESFUERZO-DEFORMACION UNITARIA

ROMA

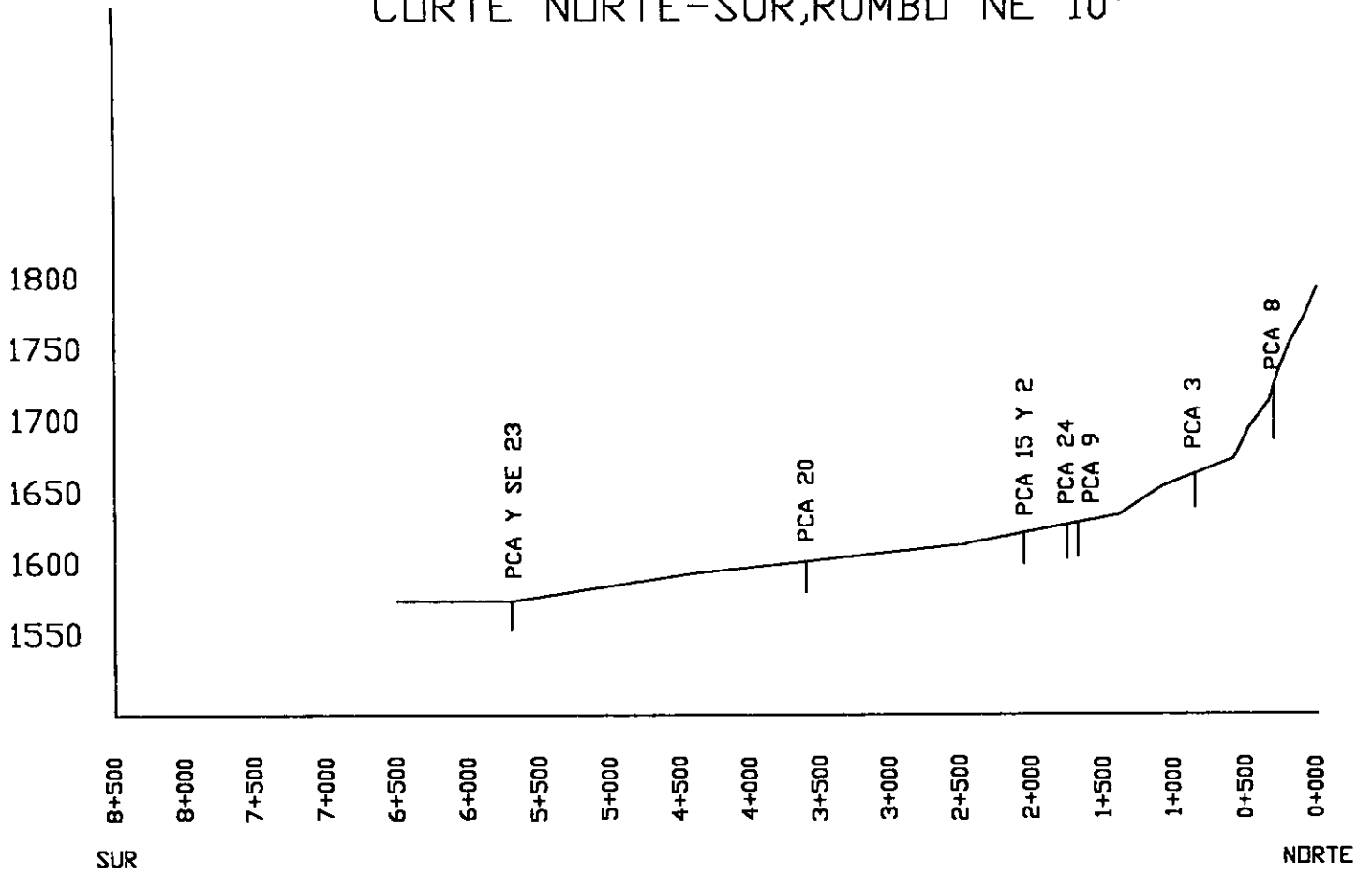


ROMA

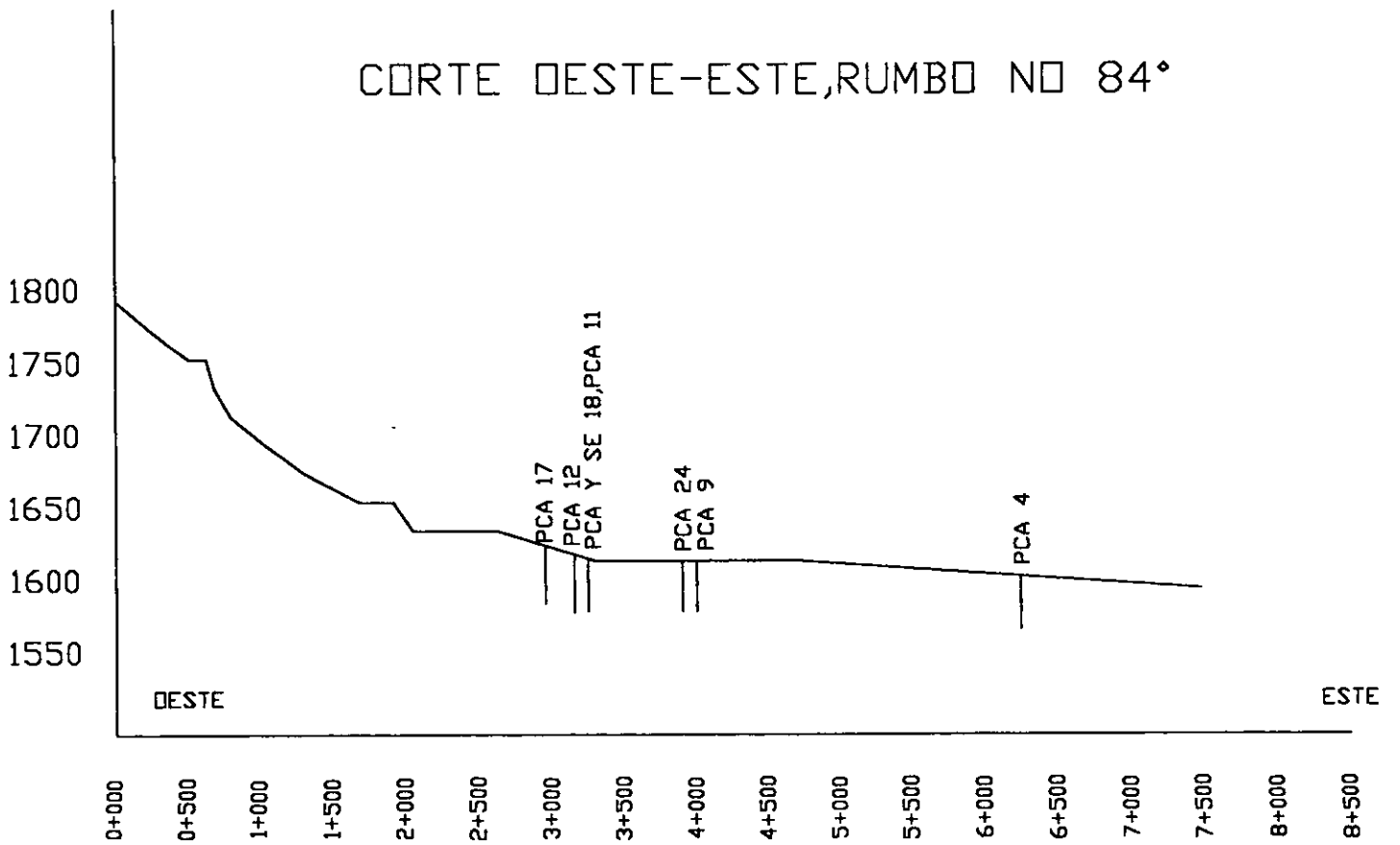


5.3 CORTES ESTRATIGRAFICOS DE LOS SUELOS

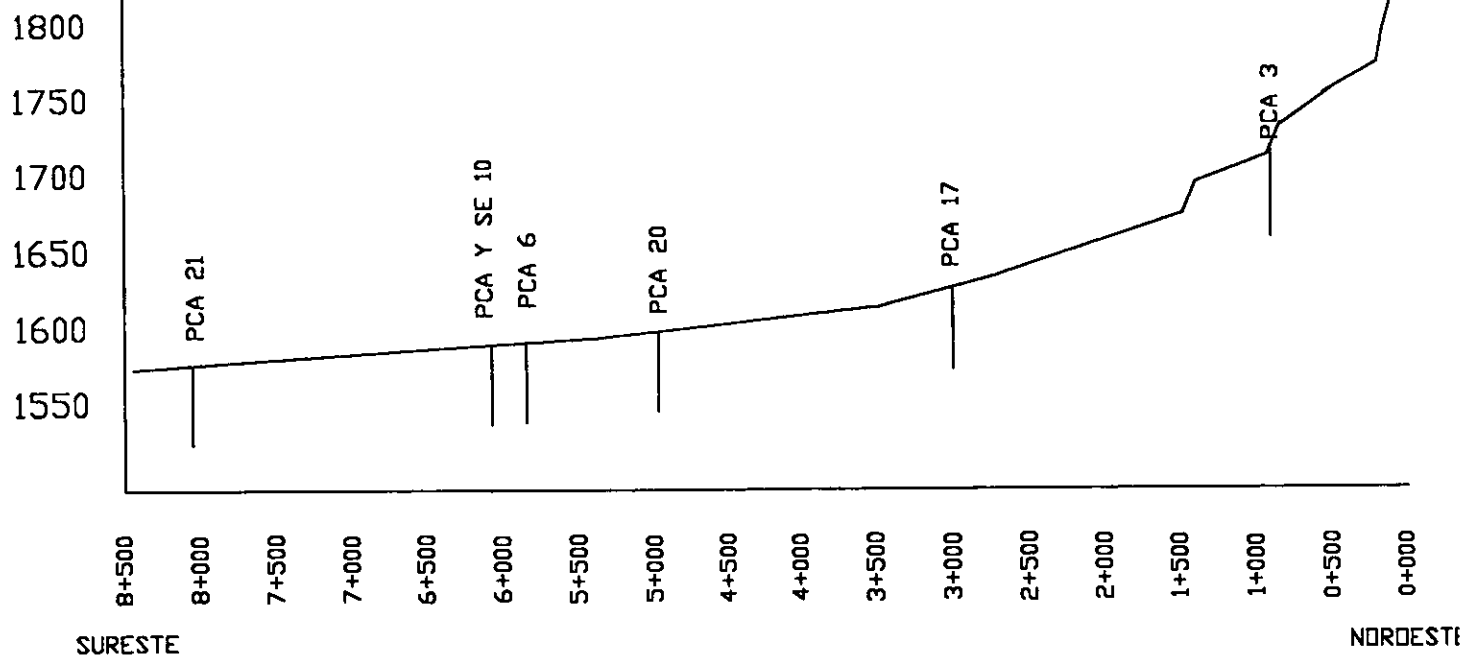
CORTE NORTE-SUR, RUMBO NE 10°



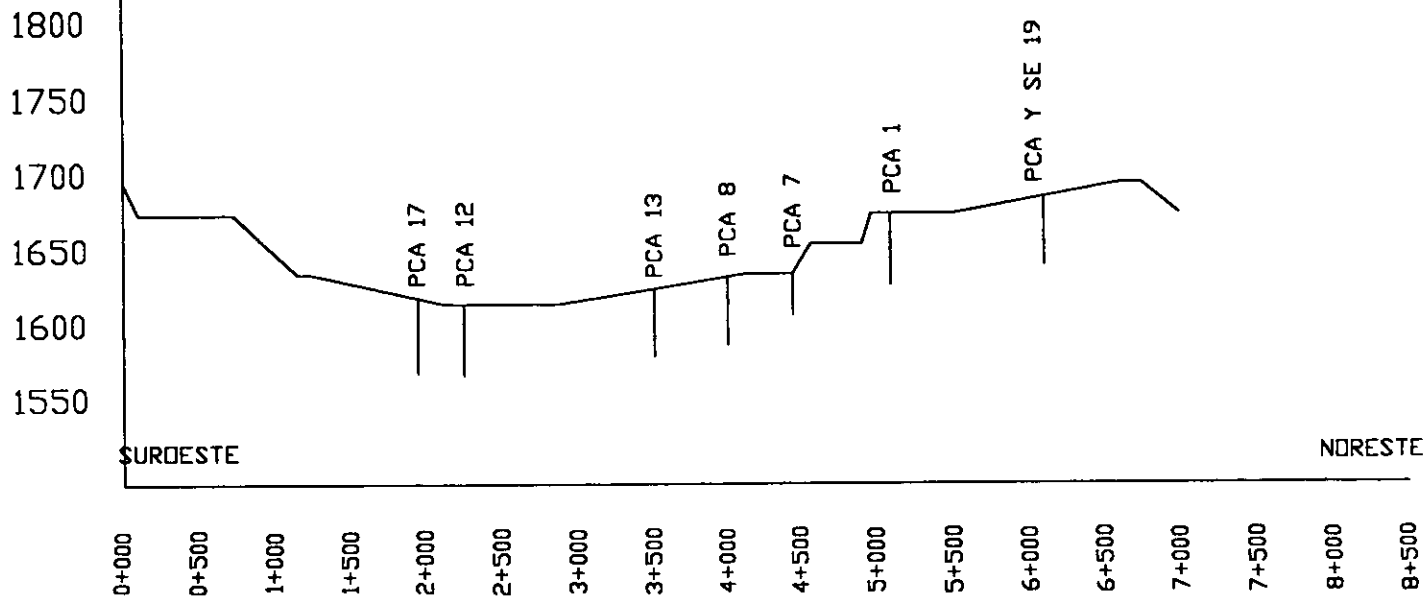
CORTE OESTE-ESTE, RUMBO NO 84°



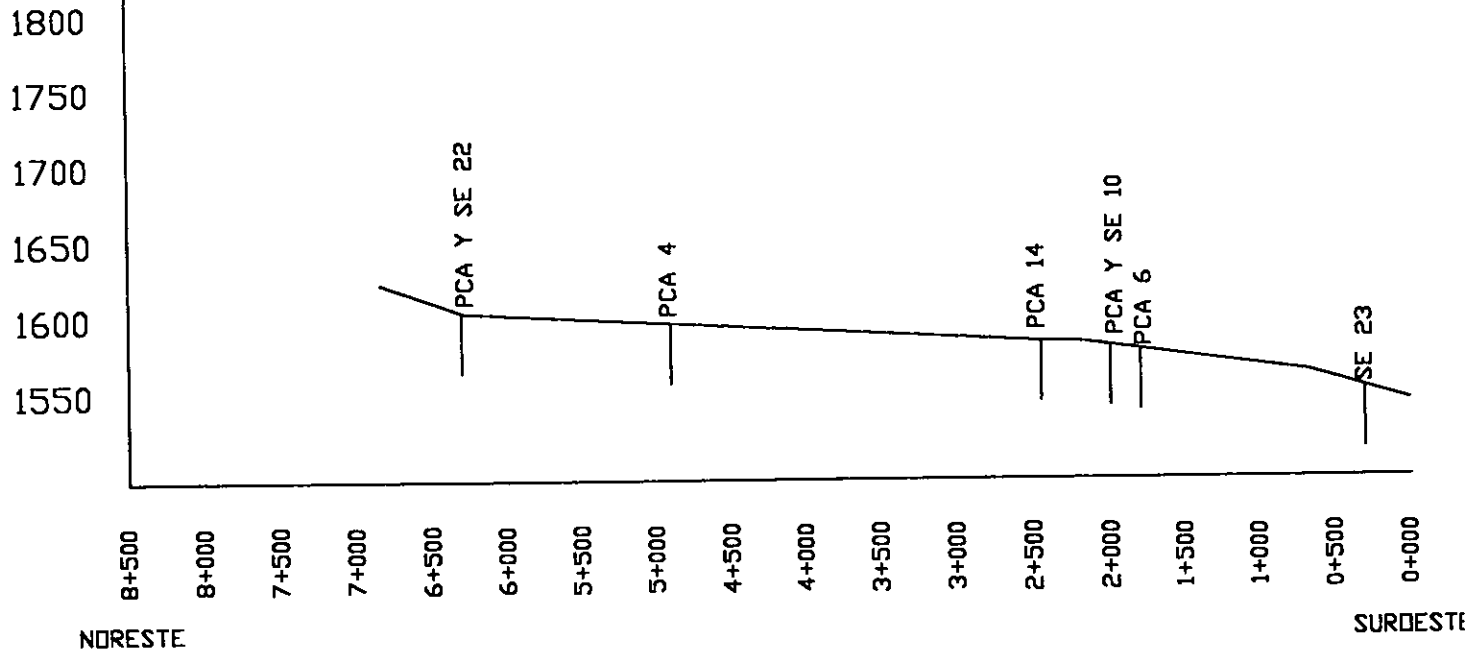
CORTE NOROESTE-SURESTE, RUMBO NO 32.5°



CORTE NORESTE-SUROESTE, RUMBO NE 82.5°

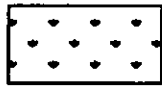


CORTE NORESTE-SURDESTE, RUMBO NE 37°



ESTRATIGRAFIA

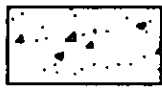
SIMBOLOS



limo



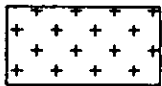
arcilla



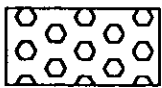
grava



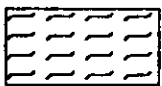
arena



relleno




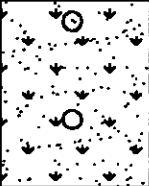


fragmentos de roca



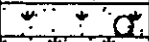
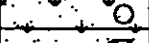



materia orgánica



muestra inalterada

		LIBRAMIENTO URUAPAN-PATZCUARO										P.C.A. No.1				3		
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	<input type="checkbox"/> CONTENIDO DE AGUA (W)% <input type="circle"/> LIMITE LIQUIDO (LL)% <input type="triangle"/> LIMITE PLASTICO (LP)%			GRANULOMETRIA												
			20	40	60	80	G	S	F	Ss								
1.0 MT.		Re lleno de material petreo																
		Limo arenoso plástico (MH) color café rojizo			△	○	□							0.0	18.0	82.0		
2.0		Limo arenoso plástico (MH), café oscuro			△	□	○							0.0	18.0	82.0		
3.0		Limo arenoso plástico (MH), café oscuro			△	□	○							0.0	25.0	75.0		
	4.0																	

		LIBRAMIENTO URUAPAN-PATZCUARO										P.C.A. No. 1				4		
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	<input type="checkbox"/> CONTENIDO DE AGUA (W)% <input type="circle"/> LIMITE LIQUIDO (LL)% <input type="triangle"/> LIMITE PLASTICO (LP)%			GRANULOMETRIA												
			20	40	60	80	G	S	F	Ss								
1.0 MT.		Re lleno de material petreo																
		Limo arenoso plástico (MH) café rojizo			△	○	□							0.0	18.0	82.0		
2.0		Lento de limo (MH), café oscuro arenoso			△	○	□							0.0	38.0	62.0		
		Lento de arena limosa (MH), café rojizo				○	□							0.0	65.0	35.0		
3.0		Limo arenoso plástico (MH) café oscuro			△	○	□							0.0	25.0	75.0	2.63	
	4.0				△	○	□							0.0	25.0	75.0		

			LIBRAMIENTO URUAPAN-PATZCUARD				P.C.A. No. 1				1				
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	<input type="checkbox"/> CONTENIDO DE AGUA (W)% <input type="circle"/> LIMITE LIQUIDO (LL)% <input type="triangle"/> LIMITE PLASTICO (LP)%				GRANULOMETRIA								
			20	40	60	80	G	S	F	Ss					
1.0 MT.		Limo arenoso plástico (MH) café obscuro amarillento			Δ	○					0.0	21.0	79.0		
2.0		Limo arenoso plástico (MH) café rojizo			Δ	○					0.0	16.0	84.0		
3.0					Δ	○					0.0	16.0	84.0		
4.0															

			LIBRAMIENTO URUAPAN-PATZCUARD				P.C.A. No. 1				2				
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	<input type="checkbox"/> CONTENIDO DE AGUA (W)% <input type="circle"/> LIMITE LIQUIDO (LL)% <input type="triangle"/> LIMITE PLASTICO (LP)%				GRANULOMETRIA								
			20	40	60	80	G	S	F	Ss					
1.0 MT.		Relleno de material pétreo													
2.0		Limo arenoso plástico (MH) café obscuro amarillento			Δ	○					0.0	21.0	79.0		
3.0		Limo arenoso plástico (MH) café rojizo			Δ	○					0.0	21.0	79.0		
3.0		Limo arenoso plástico (MH) café rojizo			Δ	○					0.0	16.0	84.0	2.66	
4.0					Δ	○					0.0	16.0	84.0		

			AV. AMERICAS								P.C.A. 2				1		
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	<input type="checkbox"/> CONTENIDO DE AGUA (W)% <input type="checkbox"/> LIMITE LIQUIDO (LL)% <input type="checkbox"/> LIMITE PLASTICO (LP)%								GRANULOMETRIA						
			20	40	60	80					G	S	F	Ss			
1.0 MT.		lino café oscuro suave con poca materia orgánica															
2.0		lino café claro suave				Δ				□	○			100	96.7	93.0	2.66
3.0		lino café oscuro suave con intercalación lino café rojizo				Δ					○		□	100	96.7	89.9	2.60
4.0		lino arenoso gris claro															



			AV. AMERICAS								P.C.A. 2				1		
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	<input type="checkbox"/> CONTENIDO DE AGUA (W)% <input type="checkbox"/> LIMITE LIQUIDO (LL)% <input type="checkbox"/> LIMITE PLASTICO (LP)%								GRANULOMETRIA						
			20	40	60	80					G	S	F	Ss			
1.0 MT.		lino café oscuro suave con poca materia orgánica															
2.0		lino café claro suave (MH)				Δ				□	○			100	97.8	91.6	2.64
3.0		lino café oscuro suave con intercalaciones de lino café rojizo (MH)				Δ					○		□	100	97.9	88.0	2.62
4.0		lino arenoso gris claro															

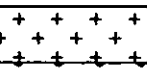
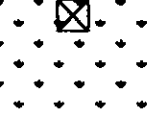
				CALZ. JUAREZ SALIDA A CARAPAN, MICH.				P.C.A. 3				1
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	<input type="checkbox"/> CONTENIDO DE AGUA (W)% <input type="circle"/> LIMITE LIQUIDO (LL)% <input type="triangle-up"/> LIMITE PLASTICO (LP)%				GRANULOMETRIA					
			20	40	60	80	G	S	F	Ss		
1.0 MT.		arena-grava-arcillosa (SC), color café.							60	20	10	2.35
		arcillo-limo-arenoso amarillo de alta plasticidad (CH).			<input type="triangle-up"/>		<input type="circle"/>			100	70	55
2.0												
3.0		arena-arcillo-gravosa amarilla (SC).		<input type="triangle-up"/>	<input type="circle"/>				80	65	40	2.33
4.0		hasta profundidad no definida										

				COLEGIO HIDALGO				P.C.A. 4				1
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	<input type="checkbox"/> CONTENIDO DE AGUA (W)% <input type="circle"/> LIMITE LIQUIDO (LL)% <input type="triangle-up"/> LIMITE PLASTICO (LP)%				GRANULOMETRIA					
			80	100	120	140	G	S	F	Ss		
1.0 MT.		capa de tierra vegetal										
		limo poco arenoso fino café oscuro (MH)										
2.0		limo poco arcilloso café claro (MH) <input type="triangle-down"/> N.A.F.			<input type="triangle-up"/>		<input type="circle"/>		100	97	62	2.21
3.0												
4.0												

		JICALAN				P.C.A. 5				1			
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	<input type="checkbox"/> CONTENIDO DE AGUA (W)% <input type="checkbox"/> LIMITE LIQUIDO (LL)% <input type="checkbox"/> LIMITE PLASTICO (LP)%				GRANULOMETRIA						
			60	80	100	120	G	S	F	Ss			
1.0 MT.		limo café amarillento suave con poca materia orgánica con intercalaciones de limo café compacto (MH)	△		□	○				98.5	95.9	94.5	
2.0													
3.0		arcilla roja, suave (CH) △	□	○						99.8	98.6	96.4	2.48
4.0													

		JICALAN				P.C.A. 5				2			
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	<input type="checkbox"/> CONTENIDO DE AGUA (W)% <input type="checkbox"/> LIMITE LIQUIDO (LL)% <input type="checkbox"/> LIMITE PLASTICO (LP)%				GRANULOMETRIA						
			60	80	100	120	G	S	F	Ss			
1.0 MT.		limo café amarillento suave con poca materia orgánica con intercalaciones de limo café compacto (MH)	△		□	○				99.3	97.7	95.3	
2.0													
3.0													
4.0													

		JICALAN										P.C.A. 5				3	
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	<input type="checkbox"/> CONTENIDO DE AGUA (W)% <input type="checkbox"/> LIMITE LIQUIDO (LL)% <input type="checkbox"/> LIMITE PLASTICO (LP)%										GRANULOMETRIA				
			40	60	80	100									G	S	F
1.0 MT.		Limo café amarillento suave con poca materia orgánica con intercalaciones de de limo café compacto (MH)															
2.0																	
3.0		limo rojo suave (MH)															
4.0																	

		INFONAVIT AGUACATES										P.C.A. 6				1	
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	<input type="checkbox"/> CONTENIDO DE AGUA (W)% <input type="checkbox"/> LIMITE LIQUIDO (LL)% <input type="checkbox"/> LIMITE PLASTICO (LP)%										GRANULOMETRIA				
			40	60	80	100									G	S	F
1.0 MT.		relleno de limo inorgánico de alta plasticidad (MH)															
2.0		limo de alta plasticidad (MH)															
3.0																	
4.0																	

			INF. BALCONES				P.C.A. 7				1						
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	<input type="checkbox"/> CONTENIDO DE AGUA (W)% <input type="checkbox"/> LIMITE LIQUIDO (LL)% <input type="checkbox"/> LIMITE PLASTICO (LP)%								GRANULOMETRIA						
			20	40	60	80	G	S	F	Ss							
1.0 MT.		limo inorgánico inerte (MI)							Δ	○				100	88	61	
2.0																	
3.0																	
4.0																	

			SIERRA MADRE				P.C.A. 8				1						
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	<input type="checkbox"/> CONTENIDO DE AGUA (W)% <input type="checkbox"/> LIMITE LIQUIDO (LL)% <input type="checkbox"/> LIMITE PLASTICO (LP)%								GRANULOMETRIA						
			20	40	60	80	G	S	F	Ss							
1.0 MT.		relleno de escombros															
2.0		limo de alta plasticidad amarillento (MI)							Δ	○							2.5
3.0																	
4.0																	

			CALLE SINALOA				P.C.A. 9				1		
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	<input type="checkbox"/> CONTENIDO DE AGUA (W)% <input type="circle"/> LIMITE LIQUIDO (LL)% <input type="triangle"/> LIMITE PLASTICO (LP)%				GRANULOMETRIA						
			20	40	60	80	G	S	F	Ss			
1.0 MT.		limo arenoso café oscuro con poca mat. orgánica (MH)			<input type="triangle"/>	<input type="circle"/>				99.9	85.1	64.2	2.49
2.0		limo arenoso café claro (MH) suave con boleos aislados			<input type="triangle"/>	<input type="circle"/>				100.0	93.4	78.0	2.5
3.0													
4.0													

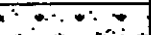


			CALLE SINALOA				P.C.A. 9				2		
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	<input type="checkbox"/> CONTENIDO DE AGUA (W)% <input type="circle"/> LIMITE LIQUIDO (LL)% <input type="triangle"/> LIMITE PLASTICO (LP)%				GRANULOMETRIA						
			20	40	60	80	G	S	F	Ss			
1.0 MT.		limo arenoso café oscuro con poca mat. orgánica (MH)			<input type="triangle"/>	<input type="circle"/>	<input type="checkbox"/>			100.0	88.8	69.1	2.48
2.0		limo café claro suave con boleos aislados (MH)			<input type="triangle"/>	<input type="circle"/>	<input type="checkbox"/>			99.4	91.4	73.7	2.62
3.0													
4.0													




			ISSSTE				P.C.A. 10				1	
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	□ CONTENIDO DE AGUA (W)% ○ LIMITE LIQUIDO (LL)% △ LIMITE PLASTICO (LP)%				GRANULOMETRIA				S _s	
			100	120	140	160	G	S	F	S _s		
1.0 MT.		Limo café poco arenoso con agujeros (MH)										2.42
2.0												2.43
3.0												2.43
4.0												

			ISSSTE				P.C.A. 10				1	
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	□ CONTENIDO DE AGUA (W)% ○ LIMITE LIQUIDO (LL)% △ LIMITE PLASTICO (LP)%				GRANULOMETRIA				S _s	
			60	80	100	120	G	S	F	S _s		
1.0 MT.		Limo café muy poco arenoso con agujeros (MH)										
2.0												2.44
3.0												2.42
4.0												

			ISSSTE				P.C.A. 10				3				
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	<input type="checkbox"/> CONTENIDO DE AGUA (W)% <input type="circle"/> LIMITE LIQUIDO (LL)% <input type="triangle"/> LIMITE PLASTICO (LP)%				GRANULOMETRIA								
			80	100	120	140	G	S	F	Ss					
1.0 MT.		Limo café poco arenoso con agujeros (MH)	<input type="triangle"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="circle"/>									
2.0					<input type="triangle"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="circle"/>					2.44	
3.0															2.42
4.0								<input type="checkbox"/>	<input type="triangle"/>	<input type="circle"/>					2.43

			ISSSTE				P.C.A. 10				4				
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	<input type="checkbox"/> CONTENIDO DE AGUA (W)% <input type="circle"/> LIMITE LIQUIDO (LL)% <input type="triangle"/> LIMITE PLASTICO (LP)%				GRANULOMETRIA								
			80	100	120	140	G	S	F	Ss					
1.0 MT.		Limo café poco arenoso con agujeros (MH)	<input type="triangle"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="circle"/>									
2.0					<input type="triangle"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="circle"/>					2.43	
3.0															2.42
4.0								<input type="checkbox"/>	<input type="triangle"/>	<input type="circle"/>					

		CALLE MORELOS										P.C.A. 11				1				
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	<input type="checkbox"/> CONTENIDO DE AGUA (W)% <input type="checkbox"/> LIMITE LIQUIDO (LL)% <input type="checkbox"/> LIMITE PLASTICO (LP)%										GRANULOMETRIA							
			20				40				60				80				G	S
1.0 MT.		limo arcillo-arenoso (MH)																		
		arcilla-limo-arenosa (MH)																	30	70
2.0		arcilla-limo-arenosa amarilla (MH)																	35	65
3.0																				
4.0																				

		CALLE MORELOS										P.C.A. 11				2				
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	<input type="checkbox"/> CONTENIDO DE AGUA (W)% <input type="checkbox"/> LIMITE LIQUIDO (LL)% <input type="checkbox"/> LIMITE PLASTICO (LP)%										GRANULOMETRIA							
			20				40				60				80				G	S
1.0 MT.		limo-arcillo-arenoso (MH)																		
		limo-arenoso amarillo (MH)																		
2.0																			30	70
3.0																				
4.0																				

		N. ROMERO, LIND.				P.C.A. 12				1						
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	<input type="checkbox"/> CONTENIDO DE AGUA (W)% <input type="checkbox"/> LIMITE LIQUIDO (LL)% <input type="checkbox"/> LIMITE PLASTICO (LP)%								GRANULOMETRIA					
			20	40	60	80	G	S	F	Ss						
1.0 MT.		limo café claro compresible (MH)											100	92.8	74.6	2.32
2.0		limo arenoso compresible (MH)											100	97.6	83.2	2.52
3.0																
4.0																

		JUAREZ-DURANGO				P.C.A. 13				1						
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	<input type="checkbox"/> CONTENIDO DE AGUA (W)% <input type="checkbox"/> LIMITE LIQUIDO (LL)% <input type="checkbox"/> LIMITE PLASTICO (LP)%								GRANULOMETRIA					
			20	40	60	80	G	S	F	Ss						
1.0 MT.		limo-arenoso amarillo (MH)												41	59	2.58
2.0		grava arenosa café obs. (GV)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>									68	21	4	2.60
3.0		arenisca café obscura (SV)														2.69
4.0																

			CALLE CANANEA				P.C.A.14				1		
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	<input type="checkbox"/> CONTENIDO DE AGUA (W)% <input type="checkbox"/> LIMITE LIQUIDO (LL)% <input type="checkbox"/> LIMITE PLASTICO (LP)%				GRANULOMETRIA						
			100	120	140	160	G	S	F	Ss			
1.0 MT.		limo café claro (ML) Δ	<input checked="" type="checkbox"/>							100	96.4	74.25	
2.0		arena limosa (SM) ▽ N.A.F.		Δ		○	<input type="checkbox"/>			100	64.01	24.61	2.6
3.0													
4.0													

			CALLE CANANEA				P.C.A.14				2		
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	<input type="checkbox"/> CONTENIDO DE AGUA (W)% <input type="checkbox"/> LIMITE LIQUIDO (LL)% <input type="checkbox"/> LIMITE PLASTICO (LP)%				GRANULOMETRIA						
			100	120	140	160	G	S	F	Ss			
1.0 MT.		arena-limosa (SM)		Δ		○	<input type="checkbox"/>			100	81.62	49.75	
2.0		arena-limosa (SM) ▽ N.A.F.		Δ		○	<input type="checkbox"/>			100	58.66	28.51	2.56
3.0													
4.0													

			AMERICAS-HILANDEROS				P.C.A. 15				1		
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	<input type="checkbox"/> CONTENIDO DE AGUA (W)% <input type="circle"/> LIMITE LIQUIDO (LL)% <input type="triangle"/> LIMITE PLASTICO (LP)%				GRANULOMETRIA				Resistencia al corte kg/cm ²		
			20	40	60	80	G	S	F	Ss			
1.0 MT.		lmo café claro con algunas raíces		<input type="checkbox"/>									0.2
2.0		arcilla limosa café rojiza con huecos de raízilas			<input type="checkbox"/>								0.47
		arcilla limosa café rojiza			<input type="checkbox"/>								0.85
3.0		lmo arcillo-arenoso			<input type="checkbox"/>								0.90
4.0		tobas andesíticas alteradas											

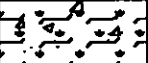
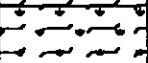
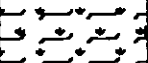
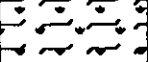
			AMERICAS-HILANDEROS				P.C.A. 15				2		
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	<input type="checkbox"/> CONTENIDO DE AGUA (W)% <input type="circle"/> LIMITE LIQUIDO (LL)% <input type="triangle"/> LIMITE PLASTICO (LP)%				GRANULOMETRIA				Resistencia al corte kg/cm ²		
			20	40	60	80	G	S	F	Ss			
1.0 MT.		lmo café clara con algunas raíces		<input type="checkbox"/>									
2.0		arcilla limosa café rojizo con abundantes huecos			<input type="checkbox"/>								0.5
		arcilla limosa café rojizo con veta de lmo cementado			<input type="checkbox"/>								0.8
3.0		arcilla limosa café rojizo con huecos de raízilas											1.0
4.0		lmo arcillo-arenoso cementado			<input type="checkbox"/>								
		tobas andesíticas alteradas											





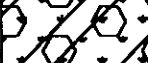
			AMERICAS-HILANDEROS				P.C.A.15				3			
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	□ CONTENIDO DE AGUA (W)% ○ LIMITE LIQUIDO (LL)% △ LIMITE PLASTICO (LP)%				GRANULOMETRIA				Resistencia al corte (kg/cm ²)			
			40	60	80	100	G	S	F	Ss				
1.0 MT.		limo café claro con algunas raíces	□											
2.0		arcilla limosa café rojizo con algunas raíces			□	△		○						0.65
		arcilla limosa café rojizo con vetas de limo cementado			△	□		○						0.80
4.0		tabas andesíticas alteradas												

			AMERICAS-HILANDEROS				P.C.A.15				4			
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	□ CONTENIDO DE AGUA (W)% ○ LIMITE LIQUIDO (LL)% △ LIMITE PLASTICO (LP)%				GRANULOMETRIA				Resistencia al corte (kg/cm ²)			
			20	40	60	80	G	S	F	Ss				
1.0 MT.		limo café oscuro con raíces y huecos		□										
		arcilla limosa café rojizo, pocas raicillas			□	△		○						0.7
2.0		arcilla limosa café rojizo					□							0.85
3.0		limo arcillo-arenoso							□					0.85
4.0		tabas andesíticas												

			NICOLAS ROMERO				P.C.A. 16				1			
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	<input type="checkbox"/> CONTENIDO DE AGUA (W)% <input type="checkbox"/> LIMITE LIQUIDO (LL)% <input type="checkbox"/> LIMITE PLASTICO (LP)%				GRANULOMETRIA				Ss			
			G	S	F	Ss	G	S	F	Ss				
1.0 MT.		lino café amarillento												
2.0		lino arcilloso café oscuro												
		lino arcilloso café rojizo con lino café amarillento												
3.0		lino café con intercalaciones de arcilla gris												
4.0														

			NICOLAS ROMERO				P.C.A. 16				2			
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	<input type="checkbox"/> CONTENIDO DE AGUA (W)% <input type="checkbox"/> LIMITE LIQUIDO (LL)% <input type="checkbox"/> LIMITE PLASTICO (LP)%				GRANULOMETRIA				Ss			
			G	S	F	Ss	G	S	F	Ss				
1.0 MT.		lino arcilloso café amarillento												
2.0		lino arcilloso café rojizo												
3.0		lino café con intercalaciones de arcilla y frag. de roca												
4.0														

			NICOLAS ROMERO				P.C.A 16				3									
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	<input type="checkbox"/> CONTENIDO DE AGUA (W)% <input type="checkbox"/> LIMITE LIQUIDO (LL)% <input type="checkbox"/> LIMITE PLASTICO (LP)%										GRANULOMETRIA							
			G	S	F	Ss														
1.0 MT.		limo café amarillento con mat. orgánica y grava																		
		limo café con materia orgánica																		
2.0																				
3.0		limo arcilloso café oscuro con poca materia orgánica																		
4.0																				

			NICOLAS ROMERO				P.C.A 16				4									
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	<input type="checkbox"/> CONTENIDO DE AGUA (W)% <input type="checkbox"/> LIMITE LIQUIDO (LL)% <input type="checkbox"/> LIMITE PLASTICO (LP)%										GRANULOMETRIA							
			G	S	F	Ss														
1.0 MT.		limo café con frag. de roca																		
																				
2.0		limo arcilloso café rojizo con materia orgánica y fragmentos de roca																		
3.0																				
4.0																				

			CUPATITZIO-MORELOS				P.C.A. 17			1			
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	<input type="checkbox"/> CONTENIDO DE AGUA (W)% <input type="circle"/> LIMITE LIQUIDO (LL)% <input type="triangle"/> LIMITE PLASTICO (LP)%				GRANULOMETRIA						
			20	40	60	80	G	S	F	Ss			
		relleno											
1.0 MT.		arena limosa (SM) color café claro											
2.0		arena arcillosa mal graduada café oscuro (SP-SM)											
3.0		(SC)											
		(SC)											
		arena arcillosa mal graduada café oscuro (SP-SC)											
4.0		arena limosa mal graduada (SP-SM)											
		arena limosa café claro (SM)											

			CUPATITZIO-MORELOS				P.C.A. 17			2			
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	<input type="checkbox"/> CONTENIDO DE AGUA (W)% <input type="circle"/> LIMITE LIQUIDO (LL)% <input type="triangle"/> LIMITE PLASTICO (LP)%				GRANULOMETRIA						
			20	40	60	80	G	S	F	Ss			
		relleno											
1.0 MT.		arena arcillosa (SC) café oscuro											
2.0		arena limosa (SM) café oscuro											
3.0		arena limosa (SM) café claro											
4.0													

			CUPATITZIO-MORELOS				P.C.A. 17				3	
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	<input type="checkbox"/> CONTENIDO DE AGUA (W)% <input type="circle"/> LIMITE LIQUIDO (LL)% <input type="triangle"/> LIMITE PLASTICO (LP)%				GRANULOMETRIA					
			20	40	60	80	G	S	F	Ss		
1.0 MT.		relleno										
		arena limosa (SM) café clara										
2.0		arena arcillosa (SC) café oscuro										
3.0		arena limosa (SM) café clara										
4.0												

			ALDAMA-MORELOS				P.C.A. 18				1	
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	<input type="checkbox"/> CONTENIDO DE AGUA (W)% <input type="circle"/> LIMITE LIQUIDO (LL)% <input type="triangle"/> LIMITE PLASTICO (LP)%				GRANULOMETRIA					
			60	80	100	120	G	S	F	Ss		
1.0 MT.		relleno										
		limo rojizo (MH)										
2.0												
3.0												
4.0												

		SN J. DE LA MINA										P.C.A.19			1			
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	<input type="checkbox"/> CONTENIDO DE AGUA (W)% <input type="checkbox"/> LIMITE LIQUIDO (LL)% <input type="checkbox"/> LIMITE PLASTICO (LP)%								GRANULOMETRIA							
			20	40	60	80					G	S	F	Ss				
1.0 MT.		limo arenoso con poca arcilla, café (MH,ML)												4	40	56		
2.0		limo arenoso con poca arcilla, café amarillento (MH)													0	10	90	
3.0																		
4.0																		

		SN J. DE LA MINA										P.C.A.19			2			
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	<input type="checkbox"/> CONTENIDO DE AGUA (W)% <input type="checkbox"/> LIMITE LIQUIDO (LL)% <input type="checkbox"/> LIMITE PLASTICO (LP)%								GRANULOMETRIA							
			20	40	60	80					G	S	F	Ss				
1.0 MT.		limo arenoso poco arcilloso, café (MH)																
		limo arenoso poco arcilloso, café amarillento (MH)													21	79		
		arena limosa fina (SH)																
2.0																		
3.0																		
4.0																		

		SN J. DE LA MINA				P.C.A. 19				3	
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	<input type="checkbox"/> CONTENIDO DE AGUA (W)% <input type="checkbox"/> LIMITE LIQUIDO (LL)% <input type="checkbox"/> LIMITE PLASTICO (LP)%				GRANULOMETRIA				
			20	40	60	80	G	S	F	Ss	
1.0 MT.		lmo arenoso poco arcilloso, café (MH)		<input type="checkbox"/>				0	22	78	
		lmo arenoso poco arcilloso, café (MH)			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	5	95	
2.0		lmo arenoso (ML)		<input type="checkbox"/>				0	35	65	
3.0											
4.0											

		SN J. DE LA MINA				P.C.A. 19				4	
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	<input type="checkbox"/> CONTENIDO DE AGUA (W)% <input type="checkbox"/> LIMITE LIQUIDO (LL)% <input type="checkbox"/> LIMITE PLASTICO (LP)%				GRANULOMETRIA				
			20	40	60	80	G	S	F	Ss	
1.0 MT.		lmo arenoso poco arcilloso (MH)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		0	26	74	?
		lmo poco arenoso con poca arcilla (MH)			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	9	91	
2.0											
3.0											
4.0											

		SN J. DE LA MINA				P.C.A.19				5								
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	<input type="checkbox"/> CONTENIDO DE AGUA (W)% <input type="checkbox"/> LIMITE LIQUIDO (LL)% <input type="checkbox"/> LIMITE PLASTICO (LP)%								GRANULOMETRIA							
			20	40	60	80					G	S	F	Ss				
1.0 MT.		limo arenoso poco arcilloso café (MH)																
2.0		limo arenoso poco arcilloso café amarillento (MH)																
3.0																		
4.0																		

		SN J. DE LA MINA				P.C.A.19				6								
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	<input type="checkbox"/> CONTENIDO DE AGUA (W)% <input type="checkbox"/> LIMITE LIQUIDO (LL)% <input type="checkbox"/> LIMITE PLASTICO (LP)%								GRANULOMETRIA							
			20	40	60	80					G	S	F	Ss				
1.0 MT.		limo arenoso poco arcilloso café (MH)																
2.0		limo arenoso poco arcilloso café amarillento (MH)																
		limo arenoso poco arcilloso café grisáceo (MH)																
3.0																		
4.0																		

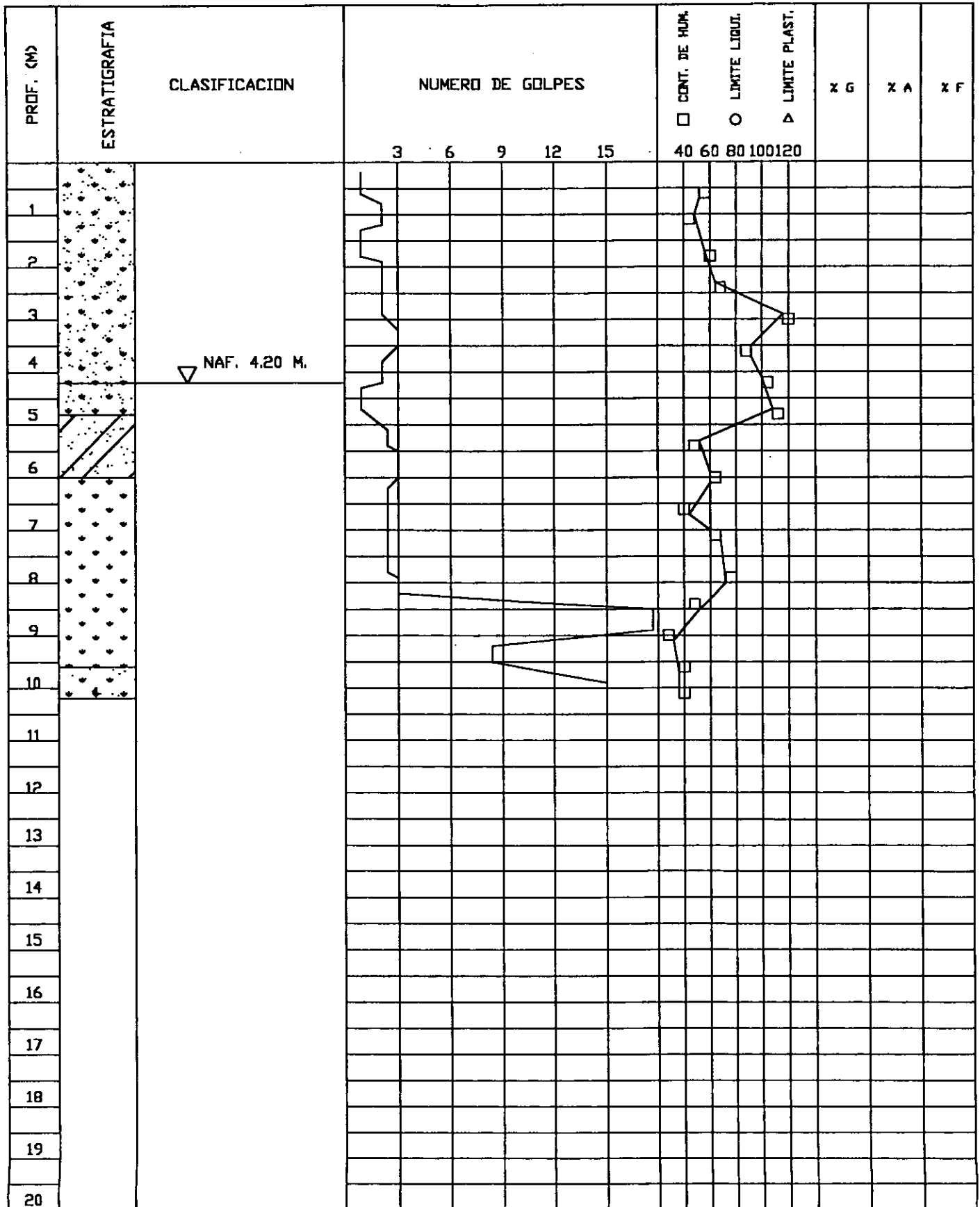
			CALLE ROMA								P.C.A. 20				1		
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	<input type="checkbox"/> CONTENIDO DE AGUA (W)% <input type="checkbox"/> LIMITE LIQUIDO (LL)% <input type="checkbox"/> LIMITE PLASTICO (LP)%								GRANULOMETRIA						
			20	40	60	80					G	S	F	Ss			
1.0 MT.		limo arenoso café claro											0	0	7.8		
2.0		limo arenoso café rojizo con raicillas											100	100	100		
														100	100	100	
3.0																	
4.0																	

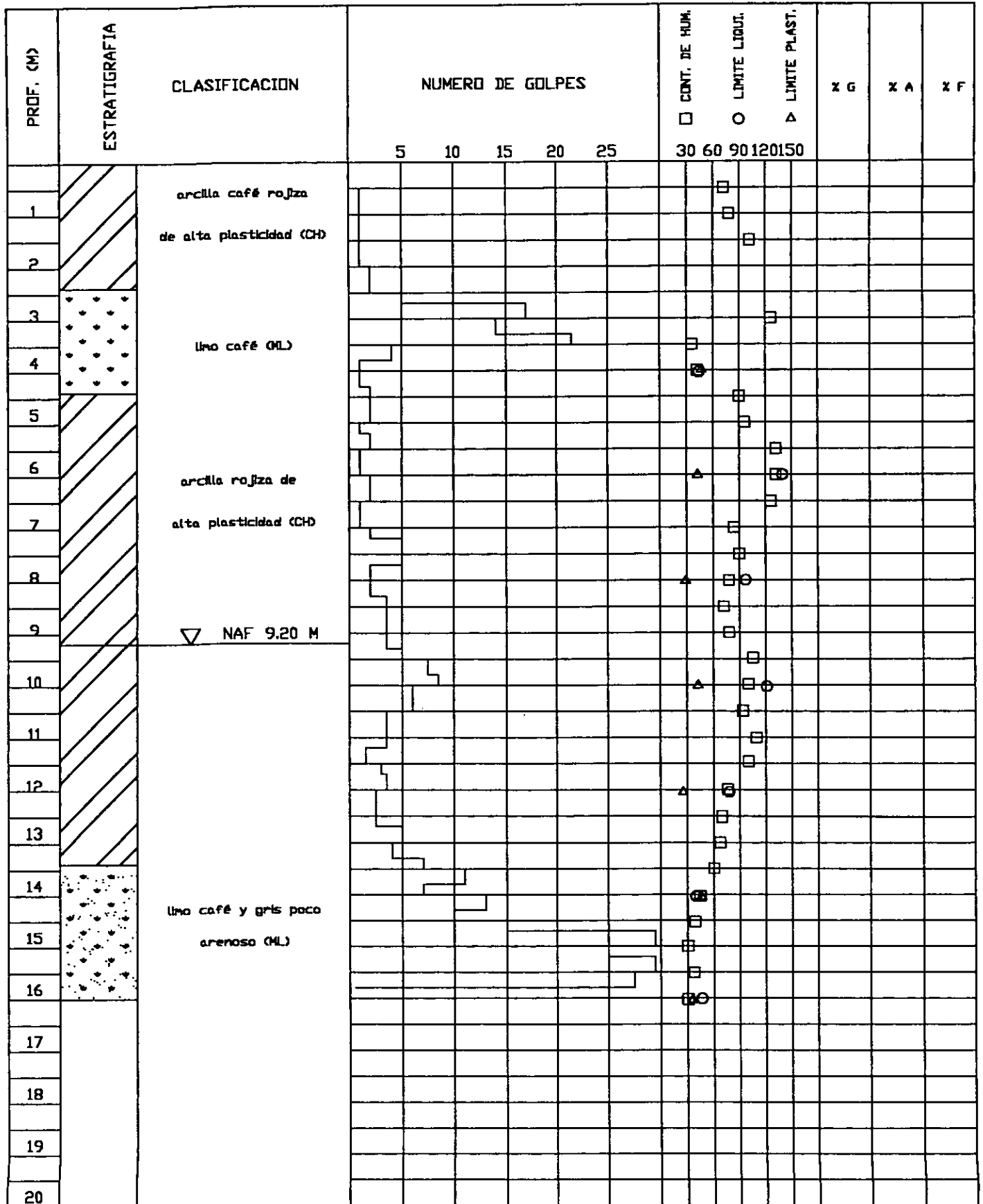
			QUIRINDAVARA								P.C.A. 21				1		
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	<input type="checkbox"/> CONTENIDO DE AGUA (W)% <input type="checkbox"/> LIMITE LIQUIDO (LL)% <input type="checkbox"/> LIMITE PLASTICO (LP)%								GRANULOMETRIA						
			60	80	100	120					G	S	F	Ss			
1.0 MT.		limo inorgánico de alta plasticidad, café OHD															
2.0		limo inorgánico de alta plasticidad, café OHD															
3.0																	
4.0																	

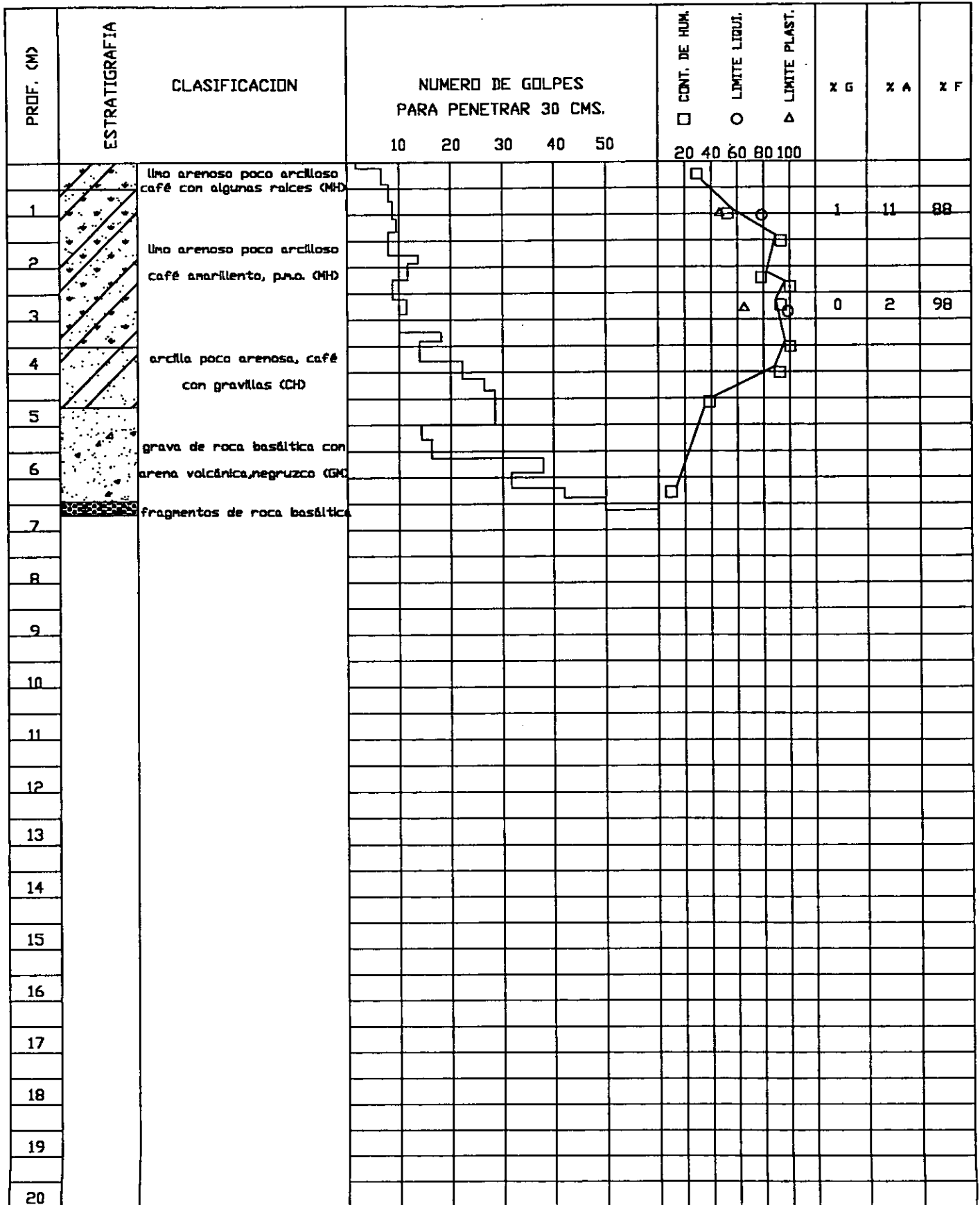
		INPAMEX										P.C.A 22				1				
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	<input type="checkbox"/> CONTENIDO DE AGUA (W)% <input type="circle"/> LIMITE LIQUIDO (LL)% <input type="triangle-up"/> LIMITE PLASTICO (LP)%										GRANULOMETRIA							
			20 40 60 80 100										G	S	F	Ss				
1.0 MT.		relleno																		
		lino arenoso café oscuro de alta plasticidad (MH)																		
2.0																				
3.0																				
4.0																				

		INPAMEX										P.C.A 22				2				
PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION SUCS	<input type="checkbox"/> CONTENIDO DE AGUA (W)% <input type="circle"/> LIMITE LIQUIDO (LL)% <input type="triangle-up"/> LIMITE PLASTICO (LP)%										GRANULOMETRIA							
			20 40 60 80										G	S	F	Ss				
1.0 MT.		relleno																		
		lino arenoso café oscuro de alta plasticidad (MH)																		
2.0																				
3.0			▽ N.A.F. 2.4 MTS.																	
4.0																				

PROF. (CM)	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION	NUMERO DE GOLPES PARA PENETRAR 60 CMS.					CONT. DE HUM.	LIMITE LIQU.	LIMITE PLAST.	X G	X A	X F	
			1	2	3	4	5	□	○	△				
			40	60	80	100	120							
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10					110 EN 20 CMS.									
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														







PROF. (M)	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION	NUMERO DE GOLPES PARA PENETRAR 30 CMS.					CONT. DE HUM. □	LIMITE LIQUID. ○	LIMITE PLAST. △	X G	X A	X F
			10	20	30	40	50						
			20	40	60	80	100						
1		limo arenoso poco arcilloso café con raíces (MD)											
2		limo arenoso poco arcilloso café amarillento con raíces (MD)								0	9	91	
3		arcilla arenosa poco limosa café obscuro y claro (CD)											
4										0	12	88	
5		grava de roca basáltica casi sin finos negrusco (GV)								5	19	76	
6		frag. de roca basáltica											
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													

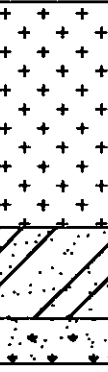
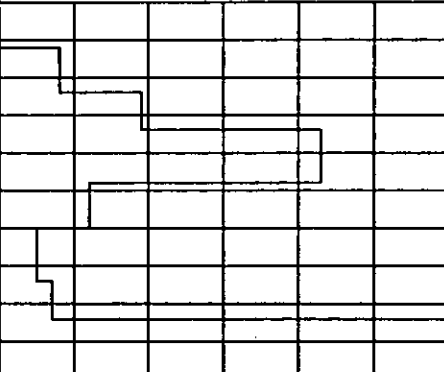
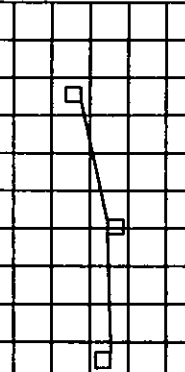
PROF. (M)	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION	NUMERO DE GOLPES PARA PENETRAR 30 CMS.					CONT. DE HUM. □	LIMITE LIQU. ○	LIMITE PLAST. △	x G	x A	x F
			10	20	30	40	50						
			20	40	60	80	100						
1	[Dotted pattern]	limo arenoso poco arcilloso café (M-D)						□					
2		limo arenoso poco arcilloso café amarillento y rojizo (M-D)						□	○	0	5	95	
3	[Dotted pattern]	arcilla limosa poco arenosa café rojizo y amarillento (C-D)											
4		grava de roca basáltica con arena limosa, café claro y gris oscuro (GM)											
5										56	21	23	
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													

PROF. (CM)	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION	NUMERO DE GOLPES PARA PENETRAR					CONT. DE HUM. □	LIMITE LIQU. ○	LIMITE PLAST. △	X G	X A	X F	
			40	80	120	160	200							
			40	80	120	160	200							
1	[Dotted pattern]	lino poco arenoso café oscuro, de alta plasticidad (MH)								1	29	70		
2		▽ NAF 2.40 M.								0	4	96		
3	[Diagonal lines pattern]	arcilla poco arenosa café rojiza de alta plasticidad (CH-CL)												
4														
5											0	3	97	
6														
7														
8											0	5	95	
9														
10														
11												0	4	96
12														
13	[Dotted pattern]	lino arenoso café claro de alta plasticidad (MH-ML)												
14											0	19	81	
15														
16														
17									0	21	79			
18	[Geometric pattern]	Fragmentos de roca volcánica empacados en grano fino												
19														
20											84	7	9	

PROF. (M)	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION	NUMERO DE GOLPES PARA PENETRAR 60 CMS.					CONT. DE HUM. □ 10 20 30 40 50	LIMITE LIQUID. ○ 30 40 50	LIMITE PLAST. △	X G	X A	X F
			10	20	30	40	50						
			1		arcilla arenosa								
2	arena arcillosa												
3	color café												
4													
5	arena limosa												
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													

PROF. (M)	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION	NUMERO DE GOLPES PARA PENETRAR 60 CMS.					CONT. DE HUM.	LIMITE LIQU.	LIMITE PLAST.	Z G	Z A	Z F
			10	20	30	40	50	□	○	△			
			10	20	30	40	50	10	20	30			
1		arcilla arenosa	10	15	20	25	30				0	33	67
2		arena arcillosa	10	15	20	25	30						
3			10	15	20	25	30						
4		arcilla arenosa	10	15	20	25	30						
5			10	15	20	25	30						
6		arena liosa	10	15	20	25	30						
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													

PROF. (CM)	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION	NUMERO DE GOLPES PARA PENETRAR 60 CMS.					CONT. DE HUM. □	LIMITE LIQUID. ○	LIMITE PLAST. △	Z G	Z A	Z F
			10	20	30	40	50						
			10	20	30	40	50						
1		arcilla arenosa	29	20	30								
2		arena arcillosa											
3		arcilla arenosa											
4		arena arcillosa											
5		arcilla arenosa											
6		arena arcillosa											
7		arena limosa											
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													

PROF. (M)	ESTRATIGRAFIA	CLASIFICACION	NUMERO DE GOLPES PARA PENETRAR 60 CMS.					CONT. DE HUM.	LIMITE LIQU.	LIMITE PLAST.	Z G	Z A	Z F
			10	20	30	40	50	□	○	△			
			10	20	30	40	50	10	20	30			
1		relleno a base de arena arcilla limosa arena limosa											
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													

COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

Se obtuvieron 5 sondeos del tipo de penetración estándar, así como 24 pozos a cielo abierto, todos ellos distribuidos tanto en zonas céntricas como en la periferia. Los sondeos de penetración estándar tienen profundidades variables entre 4.75 m. y 20 m.

En la mayoría de los trabajos no se detectó en nivel de aguas freáticas, excepto en los P.C.A. 10,14,18,22,23; sin embargo debe tenerse presente la existencia de canales embovedados así como el relleno en antiguas barrancas.

Sobre el eje norte-sur, en términos generales, se encontraron formaciones de limo clasificado como MH, prácticamente en toda la profundidad explorada. Estas formaciones son depósitos aluviales, su resistencia a la penetración estándar a partir de 1 m. de profundidad es mayor de 2 golpes, hasta 60 golpes. El nivel freático no se detectó. Sobre el eje se localizan los pozos 2,3,8,9,15,20,23,24.

Sobre el eje oeste-este, se encontró limo y arcilla (MH-CH). Su resistencia a la penetración estándar tiene una variación de 2 a 30 golpes. El NAF se detectó a 9 m. en el sondeo 18. En el eje se localizan los pozos 2,4,9,11,16,17,18,24.

En el eje noroeste-sureste, encontramos los pozos 3,6,10,17,20,21. Su resistencia a la penetración estándar a partir de 1 m. de profundidad es de 1 a 18 golpes. El NAF. se detectó a 4.20 m. en el pozo 10.

En el eje noreste-suroeste, donde se localizan los pozos 1,7,8,13,16,17,19, la resistencia a la penetración es de 2 a más de 60 golpes. No se detectó el NAF.

En el segundo eje noroeste-sureste, que tiene los pozos 4,6,10,14,22,23, la resistencia a la penetración es de 1.5 a más de 60 golpes; el NAF. se detectó a 2.60 m. en el pozo 23, entre 1.8 y 1.9 m. en el pozo 14 y a 4.2 m. en el pozo 10.

En la zona centro, específicamente en la calle Morelos, Miguel Silva y Aldama, se presentó una importante variación estratigráfica. Se tienen depósitos de limo, arenas y arcillas.

Por lo que se refiere a estratigrafía y propiedades mecánicas generales de los suelos investigados, es difícil establecer una zonificación de la ciudad, dada la homogeneidad de los depósitos que constituyen el subsuelo. En términos generales existen suelos finos donde predominan los limos plásticos de color café claro a oscuro.

Los contenidos de humedad mostraron un rango no definido de valores, el peso volumétrico húmedo natural se mantuvo dentro del rango de 0.7 a 1.8 ton/m³.

Si bien los materiales que abundan son los limos, también es cierto que en algunos sitios se detectaron materiales arcillo-arenosos y en muy pocos casos la presencia de gravas.

Los suelos superficiales con características de alta plasticidad y grados de saturación bajos, son susceptibles a variaciones volumétricas importantes motivadas por cambios en contenido de agua, lo cual ocurre en la zona este de la ciudad.

Se ha de considerar finalmente que la información disponible resulta demasiado escasa para pretender establecer criterios y reglas definitivas, en lo que se refiere a la solución de las cimentaciones para los diferentes sitios de la ciudad.

Debido a esto, es necesario efectuar un mayor número de estudios para complementar la información aquí presentada, de tal forma que hasta éste momento se sigue recomendando realizar el estudio de mecánica de suelos correspondiente al sitio particular que se desee analizar.

BIBLIOGRAFIA

UNITED STATES DEPARTMENT OF THE INTERIOR OF
RECLAMATION WASHINGTON, D.C.

Diseño de presas pequeñas.

Publicación técnica de recursos hidráulicos.

Editorial continental S.A. ,México.

Pp. 639.

Marzo de 1979

Octava edición.

JUAREZ BADILLO E., RICO RODRIGUEZ A.

Mecánica de Suelos, Tomo I y II.

Editorial Limusa

Decimonovena edición, 1998

MIER SUAREZ J., MEJIA RAMIREZ J., NUÑEZ GUTIERREZ
A., PANIAGUA ESPINOZA W., VICENTE OROZCO R., ARAMBURU
J., ELLSTEIN A., JUAREZ BADILLO E., ESQUIVEL R.

El subsuelo de la ciudad de Morelia

UMSNH

División de Ingeniería

Cuadernos técnicos

Centro de comunicación educativa.

Apuntes de Geología

I.G. José Luis Valencia Arteaga

UDV

Escuela de Ingeniería Civil

CALDERON GUZMAN J.

Manual de laboratorio de Mecánica de Suelos

UMSNH

Escuela de Ingeniería Civil

Morelia Mich. , Octubre de 1994

SEDUE

Plan de Desarrollo Urbano

1988

INEGI
Carta topográfica y gráficas
1995

AGRADECIMIENTOS

Manifestamos nuestro agradecimiento a las siguientes personas que hicieron posible la realización de éste trabajo.

- I.C. Guillermo Martínez Ruíz
- I.C. Raúl Jamit Abud
- I.E. Gerardo Mancera Huante
- I.C. Anastacio Blanco Simiano
- I.C. Luis Martínez Armas
- I.E. Mario Patlán Mújica
- I.G. José Luis Valencia Arteaga
- I.C. Rogelio Victoria H.
- I.C. Esteban Brito Chávez