

U.M.S.N.H.

TESIS

“ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA LA
UNIDAD HABITACIONAL JACARANDAS
UBICADO EN EL MUNICIPIO DE TARIMBARO,
MICHOCAN”



QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

JULIO JESUS CORTEZ PANIAGUA

ASESOR:

M.en I. JULIO ALEJANDRO CHAVEZ CARDENAS

CO ASESOR:

ING. DANIEL TENA HERNANDEZ

MORELIA MICHOCAN, JUNIO DEL 2006

AGRADECIMIENTOS

Antes que nada quiero dar gracias:

A mis padres (Sr. Trinidad Cortés Vázquez y la Sra. Ana Blanca Paniagua Bastien por impulsarme, motivarme y darme su apoyo moral incondicionalmente además de mostrarse ante mi como una pareja de ejemplo durante todos estos años, que con lucha por brindarme una digna educación hicieron su mejor papel de padres, al igual que gratifico a mis hermanos (Abril Odette Cortés Paniagua y Erick Trinidad Cortés Paniagua).

A mi esposa (Sra. Fabiola Posas Mendoza) y a mi hijo (Julio Karol Cortés Paniagua por su motivación día a día, y por que cada sonrisa de mi hijo se ha reflejado en mis actos y gracias a ese pequeño ser soy mejor cada día, por el soy capaz de todo es mi mayor alegría de la vida y por eso también le doy gracias a dios por prestármelo un momento de la vida, el momento mas hermoso de toda mi vida.

Al equipo "NMW" que durante toda mi carrera han sido mis grandes amigos y gracias a nuestra unión, logramos ser los mejores del grupo y gracias a ello salimos gozosos y orgullosos de la Ingeniera Civil, un pedazo de mi corazón a cada uno de ellos; (Daniel Tena Hernández, Juan Francisco Martínez López, Manuel Felipe Gutiérrez Baños, Mauricio Iván Rodríguez de San Miguel Rubio).

Al M.en I. Julio Alejandro Chávez Cárdenas, que me ha brindado el gusto de poder ser mi asesor en esta tesis y a todas aquellas personas que compartieron sus conocimientos durante toda mi carrera.

Y el reconocimiento a todos aquellos que han tenido parte en la realización de ésta obra desde su inicio.

Gracias.

INDICE

AGRADECIMIENTOS.

INTRODUCCIÓN.	4
----------------------	----------

CAPITULO 1.

1.- FISIOGRAFÍA.	6
-------------------------	----------

CAPITULO 2.

2.- TRABAJOS DE EXPLORACION Y MUESTREO.	11
2.1.- Estratigrafía.	16

CAPITULO 3.

3.- ENSAYES DE LABORATORIO.	24
3.1.- Pruebas índices.	24
3.2.- Pruebas mecánicas.	35
3.3.- Resultados de las pruebas índices.	39
3.4.- Resultado de las pruebas mecánicas.	45

CAPITULO 4.

4.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL ESTUDIO	47
---	-----------

CAPITULO 5.

5.- CONCLUSIONES FINALES	50
---------------------------------	-----------

BIBLIOGRAFIA	51
---------------------	-----------

GLOSARIO	52
-----------------	-----------

ANEXOS	53
---------------	-----------

INTRODUCCIÓN.

La vivienda constituye una demanda permanente de la sociedad humana desde su inicio. El hombre necesita protección contra el intemperie, particularmente para garantizar sus necesidades más fundamentales y México enfrenta un gran rezago en vivienda, aunque se ha logrado que el déficit habitacional no crezca tan rápido esto se alcanzó con la construcción de conjuntos habitacionales. Por ello la importancia que cobra el estudio de mecánica de suelos al ser indispensable, ya que la expedición de la licencia de construcción requerirá de se hayan realizado los estudios de mecánica de suelo en el conjunto habitacional según lo pide el reglamento de construcción.

Previo a la realización de un estudio de mecánica de suelos se debe de recopilar toda la información geológica y geotécnica que exista para la zona de estudio y entre ella encontramos los mapas y cartas geológicas que nos permiten determinar que tipo de estudio se tiene en el sitio de la obra: fallas, pliegues, contactos o formaciones geológicas superficiales.

Todas las obras de ingeniería civil descansan, de una u otra forma, sobre el suelo, en consecuencia, su estabilidad, comportamiento funcional y estético estarán regidos, entre otros factores, por la conducta de material de asiento situado dentro las profundidades de influencia de los esfuerzos que se generan. Si se sobrepasan los límites de la capacidad resistente del suelo, o si aún sin llegar a ellos las deformaciones son considerables, se pueden producir esfuerzos secundarios en los miembros estructurales, quizá no tomados en consideración por el diseño. Es por ello que es tan importante el estudio de mecánica de suelos para garantizar la seguridad, eficiencia y economía del proyecto.

CAPITULO 1

1.- FISIOGRAFÍA.

El terreno en estudio, se localiza al Norte de la ciudad de Morelia, aproximadamente en el km. 7 de la carretera Morelia – Salamanca desviación izquierda al lado opuesto a la desviación a Zinapécuaro, Mich.

La ciudad de Morelia se encuentra ubicada en la parte centro norte del estado de Michoacán, en la provincia de la zona neovolcánica, caracterizada por una altiplanicie situada a 2000 mts. Sobre el nivel del mar de la que sobresalen numerosos cerros formados en su mayoría por rocas basálticas, andesíticas y tobas riolíticas.

Las emisiones lávicas tienen edades que varían del plioceno hasta el reciente y muestran grados variables de meteorismo superficial.

Entre los cerros volcánicos se abren llanuras y cuencas formadas en gran parte por rellenos aluviales o lacustres conteniendo grandes cantidades de cenizas volcánicas

El terreno en estudio se encuentra en un lomerío donde se tiene una pendiente ascendente en dirección sur – norte, oriente – poniente. En el predio se tiene un estrato superficial formado por arcilla negra y subyaciendo a este suelo se tiene una toba riolítica.

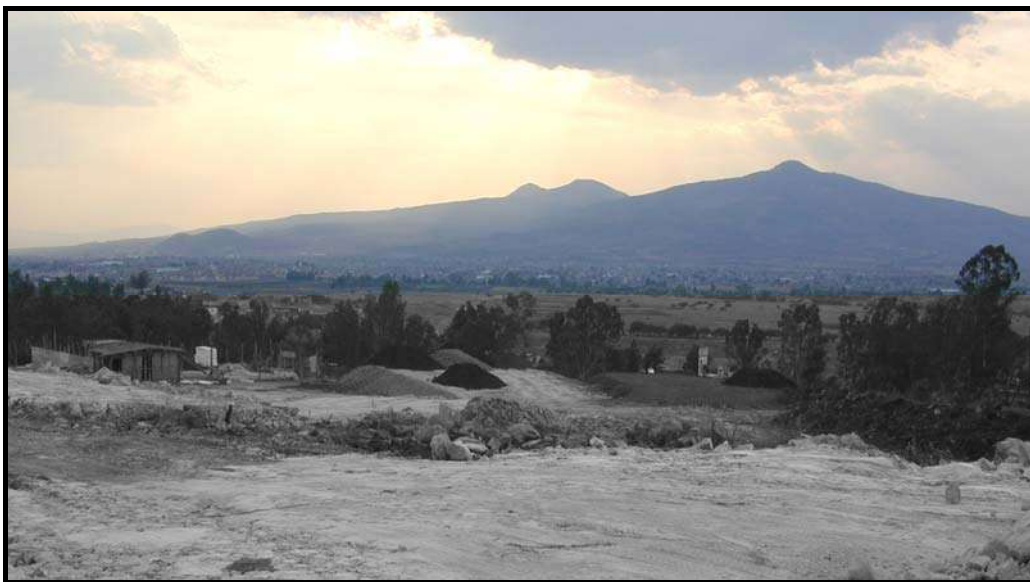


Foto 1.- Vista panorámica del predio en construcción.

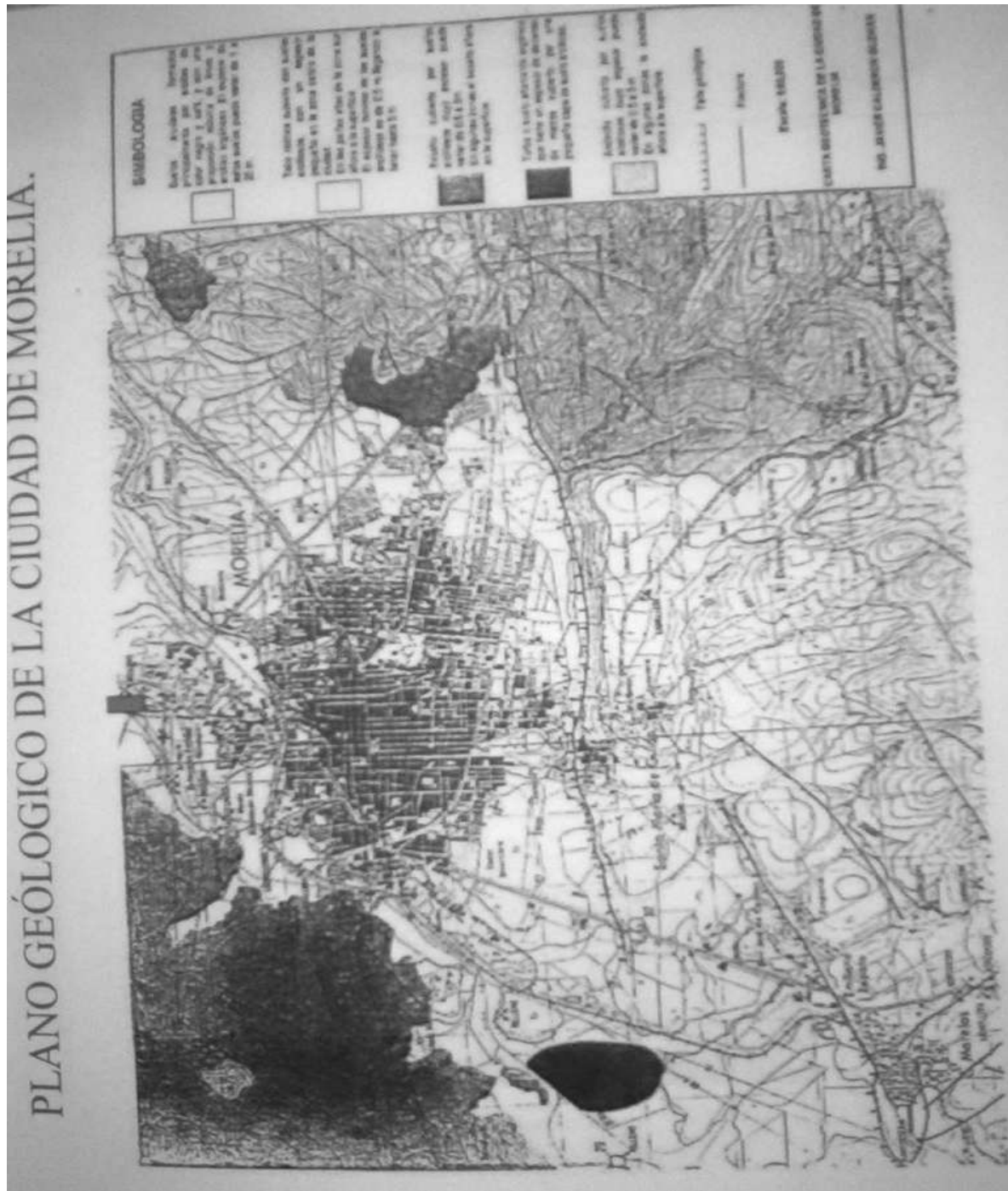


Imagen 1.- Plano geológico de la ciudad de Morelia.



Foto 2.- Vista norte sur del predio en estudio



Foto 3.- Vista sur norte , donde se aprecia una área de pastizal.



Foto 4.- Vista oriente poniente para verificar donde, va a ser desplantado el nuevo conjunto habitacional.



Foto 5.- Vista poniente oriente mostrando el lugar donde se construirán las losas de cimentación.

CAPITULO 2

2.- TRABAJOS DE EXPLORACION Y MUESTREO.

El objetivo que se busca con la exploración de un suelo es investigar los diferentes materiales que conforman los estratos del suelo, así como las distintas propiedades índices y mecánicas de cada estrato, es por ello que es muy importante conocer estas características del suelo en donde se tiene planeado construir una obra, para que no se presenten problemas tales como el asentamiento excesivo.

Los tipos principales de sondeos que se usan en mecánica de suelos en general, son los siguientes:

- a) Pozos a cielo abierto, con muestreo alterado o inalterado.**
- b) Sondeos de penetración estándar.**
- c) Sondeos mixtos.**

a) Pozos a cielo abierto.

Este método es considerado como el más satisfactorio para conocer las condiciones del subsuelo, ya que consiste en excavar un pozo de dimensiones suficientes para poder bajar directamente y poder examinar la estratigrafía, así como las condiciones de humedad del suelo y presencia del nivel freático además se pueden tomar muestras alteradas e inalteradas de los diferentes estratos encontrados. Este tipo de excavación no puede llevarse a grandes profundidades, debido a que el equipo que se utiliza únicamente alcanza una profundidad máxima de 4.0 mts. Una desventaja de este tipo de sondeos es la dificultad de controlar el flujo del agua bajo el nivel freático. Este tipo de exploración resulta útil cuando la influencia de la construcción llegará a poca profundidad con el nivel de desplante.

b) Sondeos de penetración estándar.

Este método, es quizá el que rinde mejores resultados en la práctica y proporciona útil información en torno al subsuelo. Este método da una idea del grado de compactación del suelo in situ, ya que consiste en contar el número de golpes que se requieren para hincar la cuchara saca muestras de 30 cm. en el terreno con un peso específico y a una altura de caída fija. El principal objetivo es el de las correlaciones efectuadas como en el campo como en el laboratorio en diversos suelos principalmente en las arenas, que han permitido relacionar con aproximación su compactación y su ángulo de fricción interna, así como el valor de la resistencia a la compresión simple. Se recomienda que en terreno de alta resistencia se suspenda la prueba al llegar a los 50 golpes, aun cuando no se haya logrado la penetración de 30 cm.

c) Sondeos mixtos.

Consiste en hincar a presión un tubo muestreador (de pared delgada) en suelos cohesivos. Este método cuando es efectuado a precisión se considera exacto y puede decirse que se obtiene una muestra inalterada (aunque dicha muestra no se puede considerar 100% representativa). Dicha prueba se obtiene por presión, nunca por golpes ni mediante otro método dinámico, así como la velocidad constante. La testificación puede ser continua o discontinua. Es preferible la continua, pues nos indica prácticamente de inmediato y sin probables de alteración la sucesión interrumpida de las formaciones del suelo; en cambio la discontinua, la presenta fragmentaria.

El método que se utilizó en el conjunto habitacional es el de pozos a cielo abierto debido a que es el más adecuado para realizar los trabajos de exploración y tomar de muestras alteradas además se toma en cuenta que las cargas transmitidas al subsuelo no son muy profundas.



Foto 6.- Lugar propuesto donde se realizaron los sondeos exploratorios



Imagen 2.- Ubicación de los pozos a cielo abierto del conjunto habitacional jacarandas.



Foto 7.- Pozo a cielo abierto numero 1, donde se observa una gran fracción de limo consolidado.

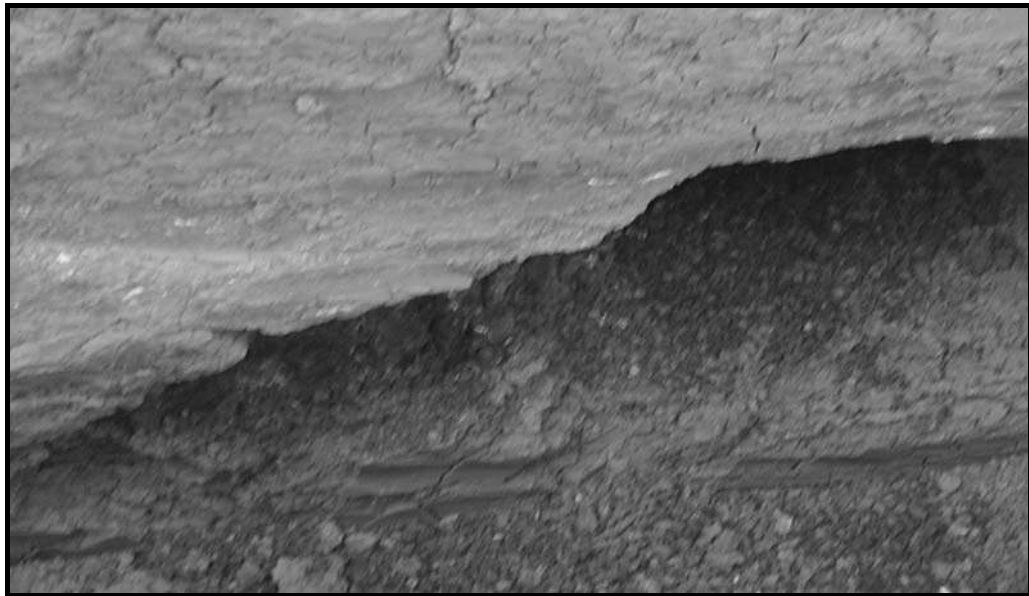


Foto 8.- Pozo a cielo abierto 2, donde se observan pequeños fragmentos de toba riolitica y boleos empacados.



Foto 9.- Pozo a cielo abierto 3, se verifica una porción de arenisca combinada con limo previamente consolidado.

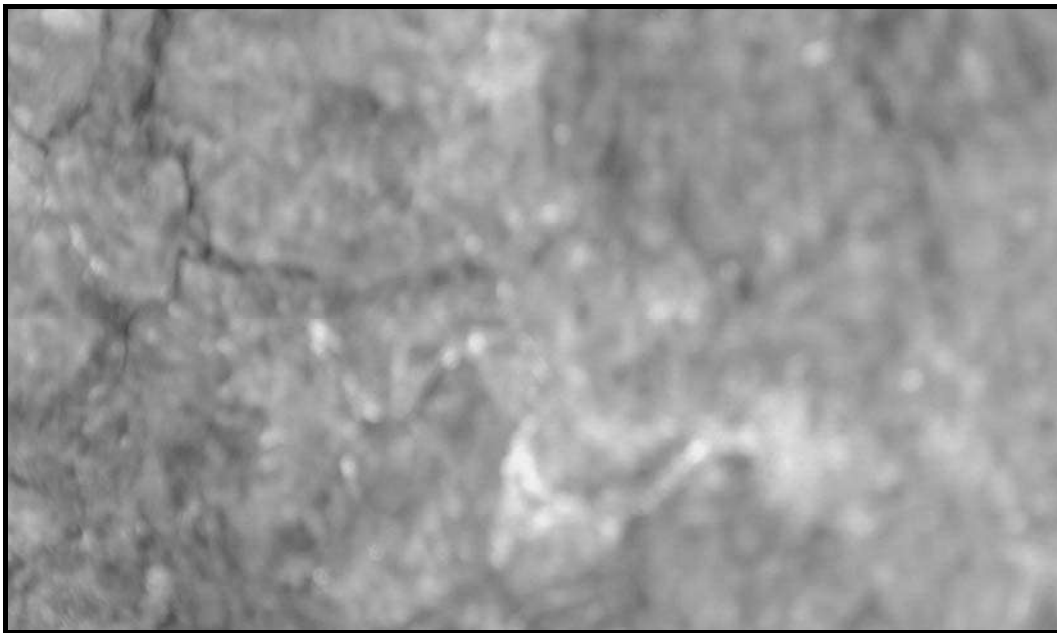


Foto 10.- Pozo a cielo abierto 4, donde se indica una gran cantidad de arcilla de tipo orgánico y muy expansiva.

2.1.- Estratigrafía.

El alcance de este estudio, se limita a conocer las características de los estratos superficiales, hasta una profundidad de 1.9 mts. que permita determinar las características de los suelos encontrados a la profundidad explorada; así como determinar la capacidad de carga.

De la información que se pudo observar en los pozos a cielo abierto se elaboraron los perfiles estratigráficos, así como la clasificación de los estratos encontrados, dicha información se tuvo al inspeccionar los pozos de manera física y visual.

Se encontró la siguiente estratigrafía:

POZO No. 1

- | | |
|-------------------|---|
| De 0.00 a 0.40 m. | Arcilla negra con material orgánico vegetal. |
| De 0.40 a 1.40 m. | Toba riolítica de color blanco grisáceo de Consistencia muy compacta. |

POZO NO. 2

- | | |
|-------------------|---|
| De 0.00 a 0.40 m. | Arcilla negra con material orgánico vegetal. |
| De 0.40 a 1.00 m. | Toba riolítica de color blanco grisáceo de Consistencia muy compacta. |

POZO No. 3

- | | |
|-------------------|---|
| De 0.00 a 0.05 m. | Capa vegetal. |
| De 0.05 a 0.60 m. | Boleo empacado en arcilla negra de consistencia Semi compacta. |
| De 0.60 a 0.90 m. | Toba riolítica de color blanco grisáceo de Consistencia muy compacta. |

POZO NO. 4

De 0.00 a 0.10 m.	Capa vegetal.
De 0.10 a 1.10 m.	Arcilla negra de consistencia semi compacta, con Poca materia orgánica.
De 1.10 a 1.45 m.	Arcilla gris oscuro de consistencia semi compacta Sin materia orgánica.
De 1.45 a 1.90 m.	Toba riolítica de color blanco grisáceo empacada en Arcilla gris oscuro de consistencia muy compacta.

No se detecto el nivel de agua freática en ninguno de los pozos.



Foto 11.- Lugar donde se realizaron los diferentes pozos a cielo abierto.

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

OBRA:	FRACC."JACARANDAS".
LOCALIZACIÓN:	MORELIA, MICHOACÁN.
POZO A CIELO ABIERTO No:	1

[illegible]

TOBA		ARENA ARCILLOSA		
ARENA		ARENA LIMOSA		
GRAVA		ARCILLA ARENOSA		
ARCILLA		LIMO ARENOSO		
LIMO		LIMO ARCILLOSO		

•	ω	CONTENIDO DE HUMEDAD
Δ	LL	LÍMITE LÍQUIDO
■	LP	LÍMITE PLÁSTICO
	Ss	DENSIDAD DE SÓLIDOS
	F, A, G, (%)	PORCENTAJES DE MATERIAL
	qu	RESISTENCIA EN COMPRESIÓN SIMPLE
	C	COHESIÓN
	Φ	ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA
	SUCS	SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS
	IP	ÍNDICE PLÁSTICO

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

OBRA:	FRACC."JACARANDAS".
LOCALIZACIÓN:	MORELIA, MICHOACÁN.
POZO A CIELO ABIERTO No:	2

[illegible]

TOBA		ARENA ARCILLOSA		
ARENA		ARENA LIMOSA		
GRAVA		ARCILLA ARENOSA		
ARCILLA		LIMO ARENOSO		
LIMO		LIMO ARCILLOSO		

•	ω	CONTENIDO DE HUMEDAD
△	LL	LÍMITE LÍQUIDO
■	LP	LÍMITE PLÁSTICO
	Ss	DENSIDAD DE SÓLIDOS
	F, A, G, (%)	PORCENTAJES DE MATERIAL
	qu	RESISTENCIA EN COMPRESIÓN SIMPLE
	C	COHESIÓN
	Φ	ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA
	SUCS	SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS
	IP	ÍNDICE PLÁSTICO

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

OBRA:	FRACC."JACARANDAS".
LOCALIZACIÓN:	MORELIA, MICHOACÁN.
POZO A CIELO ABIERTO No:	3

PROF	ω	LL	LP	IP	CI	LL, LP (%)					Ss	qu	C	ESTRATIGRAFÍA	SUCS	F	A	G
m	%	%	%	%	%	20	40	60	80	100		kg/cm2	kg/cm2			%		
0.05.	---	---	---	---	---						---	---	---	CAPA VEGETAL	---	---	---	---
0.55.	26.7	65	29.0.	36	13.0.						---	---	---	BOLEO EMPACADO EN ARCILLA NEGRA	CG	15.6.	74	10.4.
0.30.	10.3	INAP	INAP	INAP	---						---	---	---	TOBA RIOLÍTICA	TR	---	---	---
																		

BOLEO		BOLEO EMPACADO EN ARCILLA		
TOBA		ARENA ARCILLOSA		
ARENA		ARENA LIMOSA		
GRAVA		ARCILLA ARENOSA		
ARCILLA		LIMO ARENOSO		
LIMO		LIMO ARCILLOSO		

•	ω	CONTENIDO DE HUMEDAD
Δ	LL	LÍMITE LÍQUIDO
■	LP	LÍMITE PLÁSTICO
	Ss	DENSIDAD DE SÓLIDOS
	F. A. G. (%)	PORCENTAJES DE MATERIAL

TOBA		ARENA ARCILLOSA		
ARENA		ARENA LIMOSA		
GRAVA		ARCILLA ARENOSA		
ARCILLA		LIMO ARENOSO		
LIMO		LIMO ARCILLOSO		

•	ω	CONTENIDO DE HUMEDAD
△	LL	LÍMITE LÍQUIDO
■	LP	LÍMITE PLÁSTICO
	Ss	DENSIDAD DE SÓLIDOS
	F, A, G, (%)	PORCENTAJES DE MATERIAL
	qu	RESISTENCIA EN COMPRESIÓN SIMPLE
	C	COHESIÓN
	Φ	ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA
	SUCS	SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS
	IP	ÍNDICE PLÁSTICO



Foto 12.- Sitio propuesto para tender las lozas de cimentación.

CAPITULO 3

3.- ENSAYES DE LABORATORIO.

A las muestras alteradas tomadas de los pozos a cielo abierto se les realizaron los ensayos para determinar las siguientes características:

- a)** Humedad natural
- b)** Granulometría
- c)** Límite líquido
- d)** Límite plástico
- e)** Índice plástico
- f)** Clasificación SUCS
- g)** Contracción lineal
- h)** Valor relativo de soporte
- i)** % de expansión

Se fabricaron dos especímenes con material remoldeado del pozo No. 4, estrato No. 2 para realizarles los siguientes ensayos:

- j)** Compresión no confinada

3.1.- Pruebas índices.

Son las pruebas de los suelos que nos indican desde el punto de vista cualitativo, el comportamiento mecánico de los mismos. Y tienen por objetivo estudiar cualitativamente el posible comportamiento mecánico del suelo, para de esa manera acumular una fuente importante de conocimiento o experiencia, del buen o mal comportamiento de las estructuras construidas en ese tipo de suelo.

En el laboratorio se determina mediante pruebas o ensayos de clasificación.

Humedad natural

Objetivo

Determinar el contenido de agua que posee una muestra en su estado natural con respecto al peso seco de los sólidos y expresado en porcentaje. El conocimiento conocido natural del agua de un suelo en algunas ocasiones puede dar una idea cualitativa de su consistencia o de su probable comportamiento.

Equipo

- a) Horno.
- b) Charola.
- c) Balanza con aproximación de 0.1 gr. Para muestras que pesen entre 100 y 1000 grs.

Procedimiento.

La muestra que se destine para la prueba deberá tomarse de tal manera que sea representativa del material cuyo contenido de agua desee obtener.

- 1.- Se pesa un recipiente limpio y seco, con su tapa y se anota este peso como W en grs.
- 2.- Se coloca la muestra de suelo húmedo en el recipiente, se tapa e inmediatamente después, se determina su peso incluyendo el del recipiente y se registra este peso como W1, en grs.
- 3.- Posteriormente se quita la tapa al recipiente y se mantiene la muestra en el horno a una temperatura de $105^{\circ} \pm 5^{\circ}$ C, hasta obtener una temperatura constante, lo cual puede ocurrir en un lapso aproximado de 16 horas.
- 4.- Una vez que se halla secado la muestra, se saca del horno dejándola enfriar hasta que alcance aproximadamente la temperatura ambiente, después se pesa en el recipiente previamente tapado, anotándose este peso como W2 en grs.

Calculo.

Se calculara la humedad expresándola en por ciento, por medio de la fórmula siguiente:

$$w = \frac{W1-W2}{W2-W} \times 1000 = \frac{Ww}{Ws} \times 100$$

En donde:

w = Es el contenido del agua, en por ciento.

W1 = Es el peso de la muestra húmeda más el peso del recipiente en grs.

W2 = Es el peso de la muestra seca más el peso del recipiente en grs.

W = Es el peso del recipiente en grs.

Ww = W1-W2 = Es el peso del agua que contiene el suelo, en grs.

Ws = W2-W = Es el peso de la muestra seca en grs.



Foto 13.- Instrumental necesario para la determinación de la humedad natural .véase las balanzas de muy alta precisión y calidad.

Granulometría

Objetivo

Determinar la distribución de las partículas de un suelo respecto a su tamaño, clasificándolo mediante la determinación de la curva granulométrica.

Equipo

- a)** Juego de mallas para suelos gruesos (2", 1½", 1", ¾", ½", 3/8", No. 4 y charola).
- b)** Juego de mallas para suelos finos (No. 4, 10, 20, 40, 60, 80, 100, 200 y charola).
- c)** Balanza con aproximación al décimo del gramo.
- d)** Balanza con aproximación al gramo.
- e)** Horno con temperatura constante ($105^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{ C}$).
- f)** Cápsula de porcelana.
- g)** Cucharón, charolas, agitador mecánico Rov-tav; etc.

Procedimiento.

a) Para suelos gruesos.

- 1.-** Del material que se trae del campo, se cuarteo y se toma de 10 a 15 kgrs. De la muestra del suelo.
- 2.-** Se hace pasar la muestra a través de las mallas para suelos gruesos colocadas en orden decreciente.
- 3.-** Se pesa el material retenido en cada malla y se anota en la hoja de registro.

b) Para suelos finos.

- 1.-** Del material que pasa la malla No. 4, se toman 200 grs. De la muestra.
- 2.-** La muestra de juego se coloca en el juego de mallas para suelos finos.
- 3.-** Una vez colocada en el juego de mallas, se hace vibrar el conjunto durante un tiempo de 10 minutos en un agitador mecánico (Rov-tav).

4.- Se pesa toda la fracción retenida en cada malla y se anota en la hoja de registro.



Foto 14.- Juego de mallas para la determinación de las granulometrías.

c) Análisis por lavado.

1.- De la fracción de material que pasa por la malla No.4 en el caso de suelos granulares con finos o suelos finos, se toma una muestra representativa con un peso aproximado de 200 grs., se pone a secar en el horno a una temperatura de $105^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{ C}$ hasta tener un peso constante, se anota este peso y el material se coloca en un vaso de aluminio, se agrega agua hasta quedar completamente cubierto y se deja saturar un tiempo aproximado de 24 hrs.

2.- Pasado el tiempo de saturación se procede a su lavado efectuándose de la siguiente forma:

a) Con una varilla de 3/8" se agita en forma de 8 un tiempo de 15 segundos, se deja reposar durante 30 segundos y se decanta el agua y el suelo a través de la malla No. 200.

b) Se repite esta operación hasta que el agua tenga una tonalidad de casi clara; se recupera el suelo retenido en la malla y se coloca en el vaso dejándolo sedimentar eliminando el agua excedente, se pone a secar hasta peso constante.

c) Estando seco el material lavado se procederá a su disgregación evitando cualquier pérdida del material y triturar los agregados existentes procurando solamente deshacer los grumos que se formaron de acuerdo con la naturaleza plástica del suelo. Después se procederá al tamizado del material a través de las mallas (10, 20, 40, 60, 100 y 200) granulometría completa o (40 y 200) granulometría simplificada.

d) Se anota el peso del material más fino que pasa cada una de la mallas y se procede el cálculo de la granulometría debiendo tomarse en cuenta el material eliminado por el lavado a través de la malla No. 200 por diferencia de pesos (finos).



Foto 15.- Antes de realizar la granulometría chica el material se pesa en "seco" para posteriormente ser saturado.

Calculo.

1.- El por ciento de el material más fino que pasa cada una de las mallas, se obtiene calculando el peso acumulado del material que pasa cada malla y dividiéndolo por el peso seco de toda la muestra empleada para el análisis mecánico combinado.

2.- El porcentaje de grava G (%), se calcula restando al 100% el por ciento que pasa la malla No. 4.

3.- El porcentaje de finos F (%), es el que pasa la malla No. 200.

4.- El porcentaje de arenas S (%), será la diferencia de la suma del porcentaje de grava y finos con 100%.

Limites de consistencia o de Atterberg

Objetivo

Determinar de forma cuantitativa las propiedades físicas del suelo así como el Límite Líquido (LL), Límite Plástico (LP) y de Contracción Lineal (CL), de la porción del suelo que pasa la malla No. 40 de un suelo cohesivo.

Equipo

- a) Copa de casagrande y ranurador.
- b) Placa de vidrio grande para el límite plástico.
- c) Agua destilada.
- d) Balanzas de 0.01 grs. Y 0.1 gr. De aproximación.
- e) Horno secador.
- f) Franela.
- g) Vidrios de reloj.
- h) Charolas de evaporación.
- i) Espátula.
- j) Calibrador vernier.
- k) Cápsulas de porcelana.

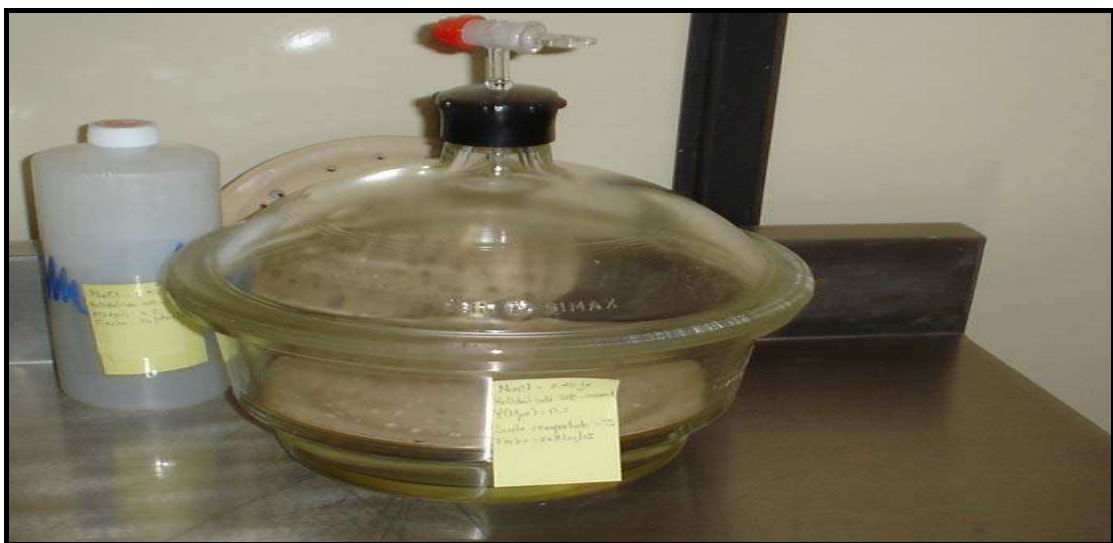


Foto 16.- Desecador para conservar las muestras del limite liquido a una temperatura constante.

Procedimiento

a) Determinación del límite líquido.

- 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 No. 40 y se toma en una cápsula de porcelana de 250 a 300 grs. Del material que pasó por la malla.
- 3.- Una vez colocado el suelo en la cápsula de porcelana se le agrega agua destilada y se mezcla hasta formar una pasta homogénea. La muestra se deja reposar durante 24 hrs. Para que se homogenice la humedad en el suelo.
- 4.- Se indican los tanteos en la copa de casagrande dándole al suelo diferentes humedades, se deben hacer 5 tanteos y obtener las humedades de cada uno de ellos.
- 5.- Se coloca la pasta en la copa de casagrande, llenándola a la mitad y alisándola para obtener un espesor máximo de 1.0 cm., se ranura al centro con un ranurador de dimensiones 11 Mm. en la parte superior y 2 Mm. en la parte inferior, este método debe tener bordes redondeados para evitar deformaciones en el acomodo del suelo. Se debe ranurar la pasta según el eje de simetría del aparato, manteniéndole ranurador perpendicular a la superficie de la copa.
- 6.- Una vez llena la copa y rasurado el material, el golpeo se hace girando la manivela a la velocidad de 2 Rev./seg. Y contar el número de golpes necesarios para que la ranura cierre $\frac{1}{2}$ " aproximadamente, la ranura debe cerrar por el flujo del suelo y no por deslizamiento de la pasta respecto a la copa.
- 7.- En una cápsula de vidrio de reloj, se extrae una muestra representativa de aproximadamente 10 grs. del centro de la copa, cerca donde cerro la ranura para obtener la humedad, se pesa la cápsula con material húmedo al centésimo de gramo (0.01gr.), se deja secar al horno durante 24 hrs. A $110^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{ C}$.

b) Determinación del límite plástico.

- 1.- Se amasan aproximadamente 15 grs. de suelo húmedo.
- 2.- Se forman con la palma de la mano rollitos de $\frac{1}{8}$ " (3 Mm. Aproximadamente), de diámetro apoyándose en una placa de vidrio.
- 3.- Se repite éste procedimiento hasta que el rollito empieza a desmoronarse al estarlo formando.

4.- Se colocan en una cápsula de vidrio de reloj y se procede a pesarlos con báscula de (0.01grs.) de aproximación y se meten al horno durante 24 hrs. a una temperatura de $110^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{ C}$.

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 tres resultados de la prueba que se podrán promediar para valuar el límite plástico.



Foto 17.- Vidrios pulidos para determinar el límite plástico de los suelos cohesivos.

c) Determinación de la contracción lineal.

1.- Esta prueba se hace con el material que sobro del ensaye del LL, con la humedad ligeramente mayor de un 10% aproximadamente.

2.- Con el material mezcla de suelo y agua en 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 siempre que el impacto lo reciba en toda su base, lo cual se consigue manteniendo durante toda la caída, paralela la base del molde a la superficie sobre la cual se golpea. Esta operación se debe realizar hasta expulsar el aire contenido. Al fin se enraza con una espátula el material del molde.

3.- Se debe de dejar secar el molde con el material a temperatura ambiente hasta que cambien de un color oscuro a un color claro y se coloca en el horno a una temperatura de $110^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{ C}$ de 18 a 24 hrs.

4.- Se saca del horno y finalmente con el vernier se medirá la longitud de la barra del material seco y la longitud interior del molde.

Cálculos

1.- Para el limite liquido (LL)

El límite líquido se obtiene de graficar la curva de fluidez: contenidos de agua en escala aritmética y el número de golpes en escala logarítmica; de la cual el LL será el contenido de agua correspondiente a 25 golpes.

2.- Para el limite plástico (LP)

El límite plástico se obtiene al calcular el contenido de agua, de los cilindros de material el cual será su resultado de por lo menos dos determinaciones.

a) Índice plástico

Se calcula con la fórmula:

$$IP = LL - LP$$

Algunos suelos no plásticos arrojan valores negativos de IP. En tales casos se debe usar $IP=0$ al graficar los resultados.

b) Contracción lineal (CL)

$$CL = \frac{L_1 - L_2}{L_1}$$

Donde:

L₁ = Longitud del molde (interior), o sea la longitud original de la barra del suelo húmedo.

L₂ = Longitud de la barra de suelo seco.

Clasificación SUCS

Objetivo

Clasificar los suelos visual y analíticamente en el campo y en el laboratorio, en este sistema se reconocen las propiedades mecánicas de los suelos constituidos por partículas mayores que la malla No. 200 y en suelos menores que esa malla, su clasificación es a partir de la carta de plasticidad.

El sistema cubre los suelos gruesos y los finos, distinguiendo ambos por el cribado a través de la malla No. 200. Un suelo se considera grueso si más del 50% de sus partículas son retenidas en la malla No. 200 y se considera fino si más del 50% de sus partículas en peso pasan a través de la malla No. 200.

a) Suelos gruesos

Este sistema asigna un símbolo a cada grupo formado por dos letras mayúsculas, que son las iniciales de los nombres en inglés de los nombres de los suelos más típicos.

Gravas	G
Arenas	S

Las gravas y las arenas se separan con la malla No. 4, de manera que un suelo pertenece al suelo G si más del 50% de su fracción gruesa es retenida en la malla No. 4 y es del grupo S si más del 50% de su fracción fina pasa la malla No. 4.

Las gravas y las arenas se subdividen en 4 tipos:

- | | |
|---|----------------|
| 1) Material limpio de finos, bien graduado | GW, SW. |
| 2) Material limpio de finos, mal graduado | GP, SP. |
| 3) Material con cantidad considerable de finos no plásticos | GM, SM. |
| 4) Material con cantidad considerable de finos plásticos | GC, SC. |

a) Suelos finos

También en este caso el sistema considera un criterio similar al usado para los suelos gruesos dando lugar a las siguientes divisiones:

- | | |
|-------------------------|-----------|
| 1) Limos inorgánicos | M. |
| 2) Arcillas inorgánicas | C. |

3) Limos y arcillas orgánicas

O.

Cada uno de estos tres tipos de suelos se subdividen, según su límite líquido en dos grupos. Si es menor de 50% (suelos de compresibilidad baja o media) se añade la letra L, obteniéndose por esta combinación los grupos: ML, CL y OL. Los suelos finos con límite mayor de 50 (suelos de alta compresibilidad) se añade la letra H, teniéndose así los grupos MH, CH y OH.

3.2.- Pruebas mecánicas.

Son aquellas pruebas que nos indican desde el punto de vista cualitativo el comportamiento mecánico de los suelos, determinando la resistencia, deformabilidad y en general las relaciones esfuerzo – deformación – tiempo de los suelos, determinándose directamente en el laboratorio.

Prueba porter

Objetivo

Determinar la calidad de los suelos en cuanto a su valor de soporte, midiendo la resistencia a la penetración del suelo compactado y sujeto a un determinado período de saturación y así poder determinar el espesor mínimo de la capa o capas que deberán colocarse encima del material estudiado.

Equipo

- a) Molde porter y varilla con punta de bala.
- b) Balanza con capacidad mínima de 10 Kg.
- c) Balanza con capacidad mínima de 300 Kg.
- d) Varios: cápsula de porcelana, charola, probeta graduada, horno.
- e) Máquina para aplicación de la carga.

Procedimiento

1.- Del material que se trae del campo, se cuarteo, se criba por la malla de 1" y se toman 5 Kg. Aproximadamente.

2.- Se le agrega agua de tal manera el material tenga aproximadamente su humedad óptica. Esta humedad se logra removiendo el agua agregada a la muestra para homogeneizarla, hasta que adquiera una consistencia tal, que al oprimirla con la mano, no deje partículas adheridas y no la humedezca.



Foto 18.- Espécimen para saturar las muestras de CBR

3.- Se pasan 4 Kg. De material húmedo se colocan en el molde porter, en capas compactadas cada una de ellas con 25 golpes por medio de una varilla con punta de bala.

4.- La prueba consiste en determinar la resistencia a la penetración de un espécimen compactado a su P.V.S.M. y su humedad optima obtenidos bajo una carga estática de 140.60 Kg./cm.2 El espécimen se penetra después de haber sido saturado en agua hasta lograr su máxima expansión, generalmente de 3 a 5 días.

5.- El espécimen se satura colocándole en la parte superior papel filtro, una placa perforada, dos placas de carga y un triple con un extensómetro para medir la expansión. Se registra la lectura inicial y la final (cuando no hay extensión).

6.- La diferencia entre la lectura final e inicial del extensómetro, expresada en mm. Se divide entre la lectura en mm. Del espécimen antes de saturarlo expresado en % en valor de la expansión.

7.- El molde se saca del agua, se escurre durante tres minutos y se procede a penetrarlo, con una velocidad de 1.27 mm/min, dado inicialmente una carga de 10 Kg. Se anotan las cargas aplicadas por una maquina de compresión, las cuales se determinan mediante la deformación de un anillo calibrado.

Para determinar el V.R.S. = $\frac{(\text{LECTURA ANILLO})(\text{CONSTANTE ANILLO})}{1360}$

Con los valores obtenidos de las 7 penetraciones se puede realizar una grafica de penetraciones contra las cargas y así clasificar el material de acuerdo a la zona donde se situé la grafica o lo podemos clasificar con solo la segunda penetración con la siguiente tabla:

ZONA	V.R.S.	CLASIFICACION
1	0 A 5	SUBRASANTE MUY MALA
2	5 A 10	SUBRASANTE MALA
3	10 A 20	SUBRASANTE REGULAR O BUENA
4	20 A 30	SUBRASANTE MUY BUENA
5	30 A 50	SUB-BASE BUENA
6	50 A 80	BASE BUENA
7	80 A 100	BASE MUY BUENA

Compresión simple (Compresión sin confinar).

Objetivo

Determinar las características de esfuerzo-deformación, así como la capacidad de carga de un suelo al aplicar una carga axial a una muestra representativa.

Equipo

- a) Prensa de compresión simple.
- b) torno para el labrado de muestra.
- c) horno a una temperatura constante $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- d) Cápsula de porcelana.
- e) Varios: Espátula, Cuchillos, Charolas, balanza, etc.

Procedimiento

1.- Se deben labrar cilindros de aproximadamente 3.6 cm. De diámetro y 7 cm. De altura u otras dimensiones. De tal manera que la relación de esbeltez sea aproximadamente de 2.5 a 2.0. de a detectado experimentalmente, que con esta relación los esfuerzos que se transmiten en la probeta no son afectados por la relación de esbeltez.

- 2.- Se los diámetros superior, medio e inferior, así como la altura y el peso de la muestra labrada.
- 3.- Se colocan sobre la plataforma de la bascula del cilindro o espécimen, colocándole los aditamentos necesarios para el espécimen quede bien cabeceado (con arena fina).
- 4.- Se centra bien el espécimen cuidando que la placa o balín transmisor de la carga resulte perfectamente axial.



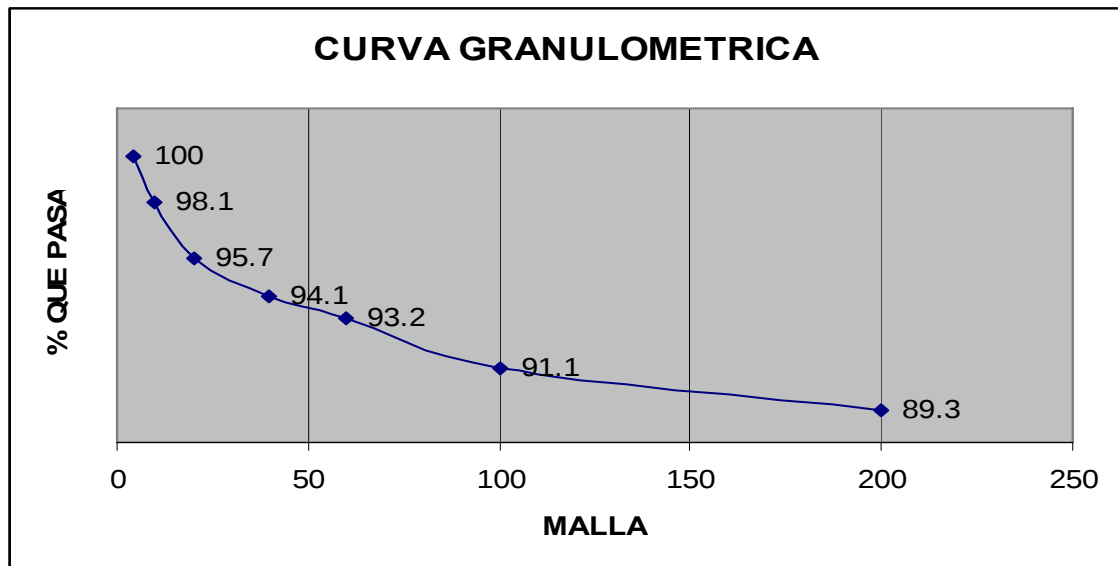
Foto 19.- Instrumental empleado en la prueba de compresión simple.

- 5.- Se monta en extensómetro o deformametro y se ajusta la carátula en cero.
- 6.- Se echa andar el mecanismo de aplicación de carga.
- 7.- Deberán hacerse lecturas de acuerdo a la consistencia natural del suelo, la deformación debe ser con una velocidad constante que generalmente es de 1mm./min.
- 8.- Deberán observarse cuidadosamente sus grietas, planos de falla, u otros puntos de interés.
- 9.- Determinése la humedad de la probeta.
- 10.- Calculase las deformaciones correspondientes a los diferentes esfuerzos y hágase un diagrama esfuerzo deformación.
- 11.- Especifique si la muestra de material de ha comportado elástica o plásticamente.

3.3.- Resultados de las pruebas índices.

A continuación se muestran los resultados que se obtuvieron mediante las pruebas índices que se le realizaron al estudio en cuestión.

RESULTADO DE LAS PRUEBAS INDICE.			
(HUMEDAD NATURAL, GRANULOMETRIA, LÍMITES, CLASIFICACION SUCS.)			
DESARROLLO HABITACIONAL:	"JACARANDAS"	LOCALIZACIÓN:	MORELIA, MICH.
POZO A CIELO ABIERTO No.:	1	ESTRATO:	1
PROFUNDIDAD:	0.40 MTS.		



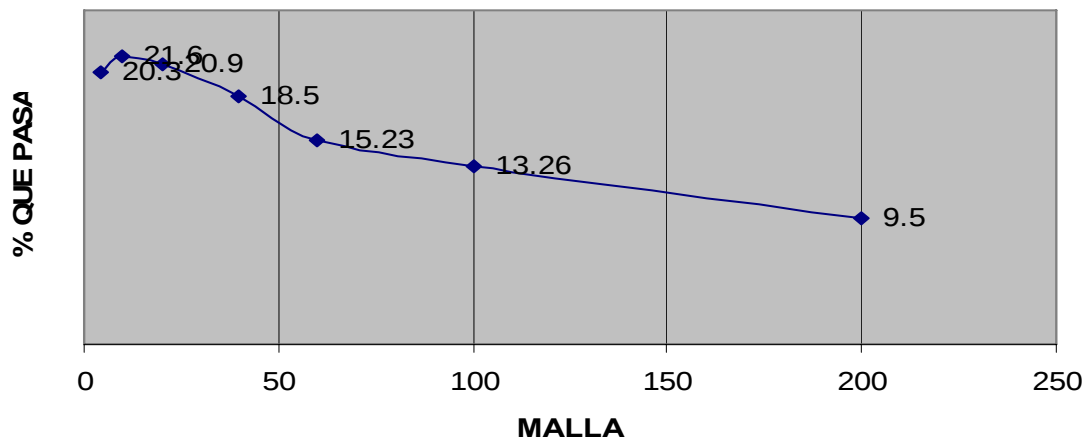
MALLA	% QUE PASA	W(%)	25
4	100	LL	65.2
10	97.5	LP	32.5
20	92.3	IP	32.7
40	91	CL	13.4
60	86.4	Descripción	Arcilla negra
100	82.8	Clasificación SUCS	CH
200	79.9	Consistencia	Semi compacta

RESULTADO DE LAS PRUEBAS INDICE.

(HUMEDAD NATURAL, GRANULOMETRIA, LÍMITES, CLASIFICACION SUCS.)

DESARROLLO HABITACIONAL:	"JACARANDAS"	LOCALIZACIÓN:	MORELIA, MICH.
POZO A CIELO ABIERTO No.:	3	ESTRATO:	1
PROFUNDIDAD:	0.60 MTS.		

CURVA GRANULOMETRICA



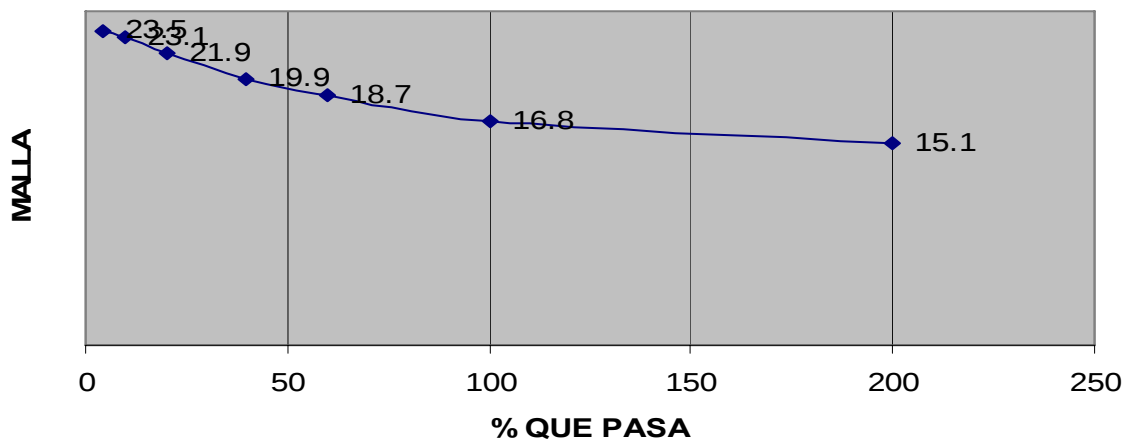
MALLA	% QUE PASA	W(%)	
4	20.3	LL	65
10	21.6	LP	29
20	20.9	IP	36
40	13.50	CL	13
60	15.23	Descripción	Boleo empacado
100	13.26	Clasificación SUCS	GC
200	9.50	Consistencia	Semi compacta

RESULTADO DE LAS PRUEBAS INDICE.

(HUMEDAD NATURAL, GRANULOMETRIA, LÍMITES, CLASIFICACION SUCS.)

DESARROLLO HABITACIONAL:	"JACARANDAS"	LOCALIZACIÓN:	MORELIA, MICH.
POZO A CIELO ABIERTO No.:	3	ESTRATO:	1
PROFUNDIDAD:	0.60 MTS.		

CURVA GRANULOMETRICA



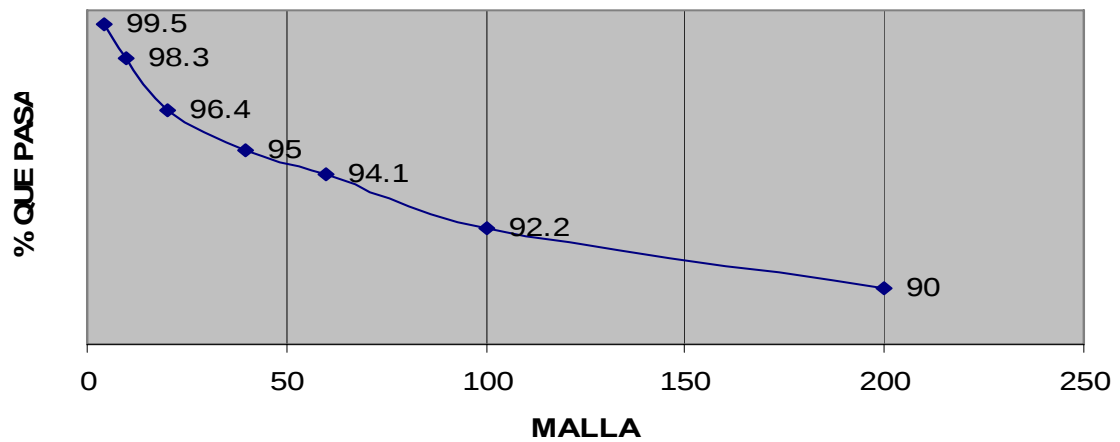
MALLA	% QUE PASA	W(%)	25.3
4	23.5	LL	58
10	23.1	LP	23
20	21.9	IP	35
40	19.9	CL	18
60	18.70	Descripción	Arcilla negra
100	16.8	Clasificación SUCS	CH
200	15.1	Consistencia	Semi compacta

RESULTADO DE LAS PRUEBAS INDICE.

(HUMEDAD NATURAL, GRANULOMETRIA, LÍMITES, CLASIFICACION SUCS.)

DESARROLLO HABITACIONAL:	"JACARANDAS"	LOCALIZACIÓN:	MORELIA, MICH.
POZO A CIELO ABIERTO No.:	4	ESTRATO:	1
PROFUNDIDAD:	1.10 MTS.		

CURVA GRANULOMETRICA



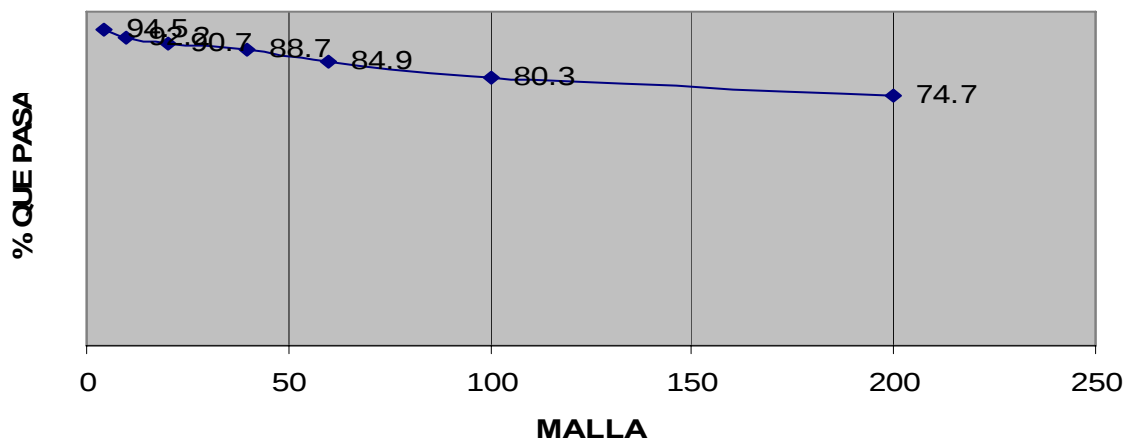
MALLA	% QUE PASA	W(%)	
4	99.5	LL	78
10	98.3	LP	44.2
20	96.4	IP	33.8
40	95	CL	16.23
60	94.1	Descripción	Arcilla negra
100	92.2	Clasificación SUCS	CH
200	90	Consistencia	Semi compacta

RESULTADO DE LAS PRUEBAS INDICE.

(HUMEDAD NATURAL, GRANULOMETRIA, LÍMITES, CLASIFICACION SUCS.)

DESARROLLO HABITACIONAL:	"JACARANDAS"	LOCALIZACIÓN:	MORELIA, MICH.
POZO A CIELO ABIERTO No.:	4	ESTRATO:	2
PROFUNDIDAD:	1.45 MTS.		

CURVA GRANULOMETRICA



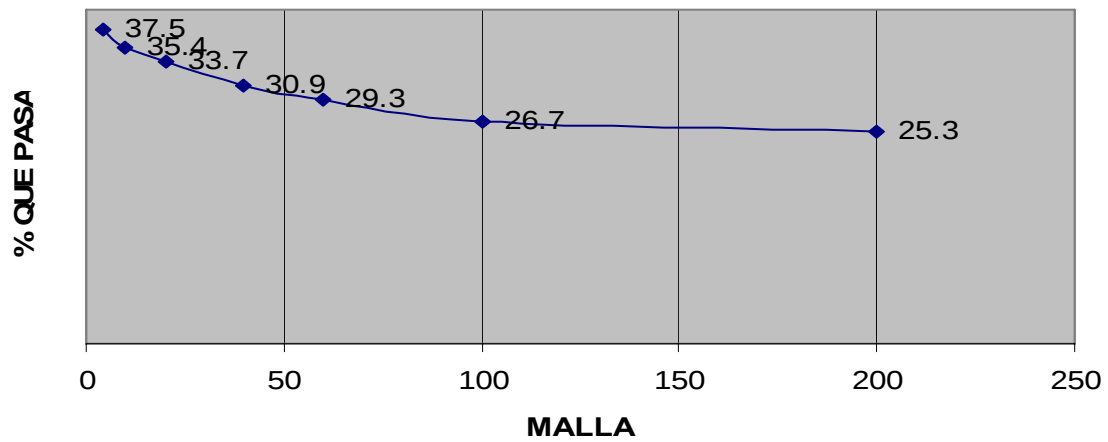
MALLA	% QUE PASA	W(%)	28.9
4	94.5	LL	78
10	92.2	LP	44.2
20	90.7	IP	33.8
40	88.7	CL	16.23
60	84.9	Descripción	Arcilla negra
100	80.3	Clasificación SUCS	CH
200	74.7	Consistencia	Semi compacta

RESULTADO DE LAS PRUEBAS INDICE.

(HUMEDAD NATURAL, GRANULOMETRIA, LÍMITES, CLASIFICACION SUCS.)

DESARROLLO HABITACIONAL:	"JACARANDAS"	LOCALIZACIÓN:	MORELIA, MICH.
POZO A CIELO ABIERTO No.:	4	ESTRATO:	3
PROFUNDIDAD:	1.90		

CURVA GRANULOMETRICA



MALLA	% QUE PASA	W(%)	
4	94.5	LL	60.2
10	92.2	LP	22.1
20	90.7	IP	38.1
40	88.7	CL	17.2
60	84.9	Descripción	Boleo empacado
100	80.3	Clasificación SUCS	GC
200	74.7	Consistencia	Muy compacta

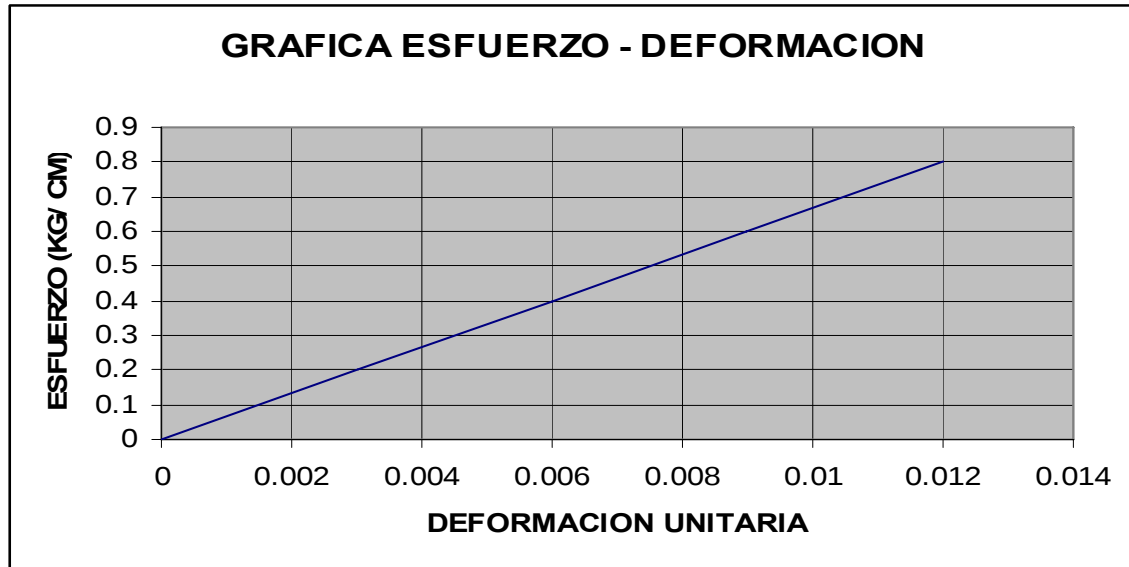
3.4.- Resultado de las pruebas mecánicas.

(COMPRESIÓN SIMPLE Y VALOR RELATIVO DEL SOPORTE.)

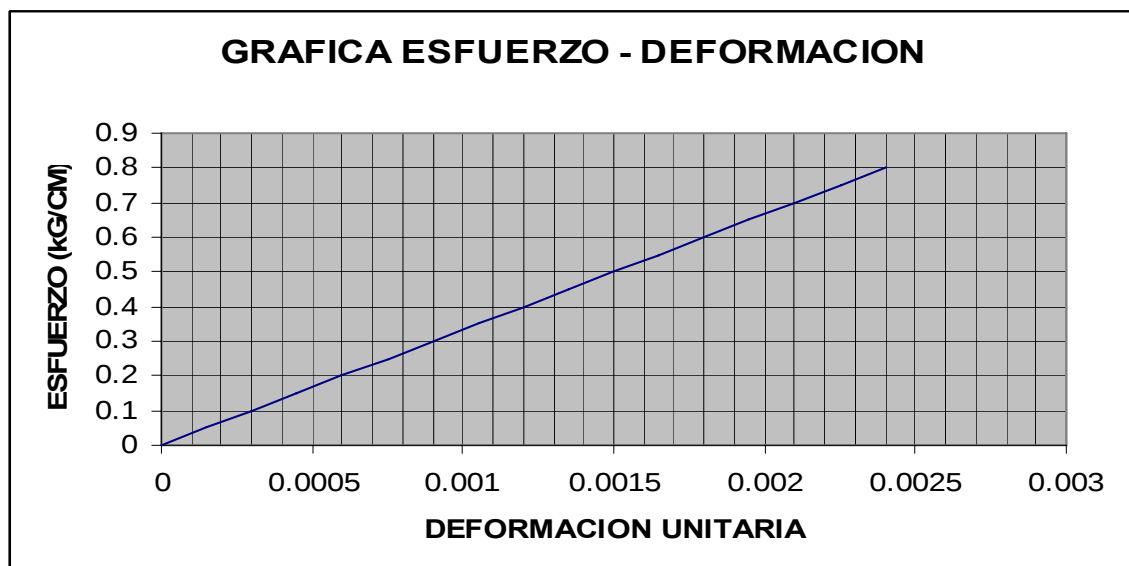
UNIDAD HABITACIONAL: "JACARANDAS"

LOCALIZACIÓN: MORELIA, MICH.

Pozo	1	1	2	2	3	3	4	4
Estrato	1	2	1	2	1	2	1	2
VRS	4	-	4.3	-	4.5	-	5.8	3.9
Expansión	6.8	-	6.1	-	6.5	-	9.6	6.9



Pozo	Estrato	Profundidad	Ensaye	Peso vol.	qu	c
4	2	1.45 m	1	1.316 kg/cm³	0.83 kg/cm²	0.41 kg/cm²



Pozo	Estrato	Profundidad	Ensaye	Peso vol.	qu	c
4	2	1.45 m	2	1.326 kg/cm³	0.73 kg/cm²	0.36 kg/cm²

CAPITULO 4

4.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL ESTUDIO

1.- En base a los resultados obtenidos y considerando el tipo de estructuras que se pretenden construir el tipo de cimentación que se recomienda es a base de cimientos corridos o losas de cimentación.

2.- En base a los resultados de las pruebas de compresión simple la capacidad de carga admisible que deberá utilizarse en el diseño de la cimentación es de 14 ton / m² .

3.- Si se utilizan losas de cimentación para el desplante de las viviendas, estas deberán construirse sobre una plataforma que cubra la totalidad del terreno y que este formada por las siguientes capas y espesores:

Capa	Espesor (cms)
Base	20
Filtro	30

Los espesores indicados son los mínimos requeridos en estado compacto.

Procedimiento constructivo

Para la formación de las plataformas, construcción de las losas de cimentación y estructura del pavimento se tiene que seguir el siguiente procedimiento constructivo.

- Cortar los 0.40 m superficiales o lo necesario para tener una superficie horizontal y compactar el terreno que quede descubierto por el corte hasta alcanzar el 90% de su peso volumétrico seco máximo.
- Colocar el material de filtro que este formado por partículas de 1" a 3" en 2 capas de 15 cm y acomodarlo con rodillo vibratorio.
- Sobre la última capa de filtro colocar la capa de base que este formada por una mezcla 80/20 en volumen de grava arenosa y un limo y compactarla al 95% de su peso volumétrico seco máximo.
- Sobre la base compactada construir la losa de cimentación de acuerdo a lo indicado en el diseño estructural.
- La superficie de la base compactada se le deberá aplicar un riego de impregnación con una emulsión asfáltica para el caso de la estructura de pavimento.
- Sobre la base impregnada se deberá poner una carpeta asfáltica que deberá estar formada por material pétreo y emulsión asfáltica.

Por las características topográficas del predio los materiales que formen las plataformas deberán estar confinados por muros de retención.

Si se utilizan cimientos corridos la profundidad de los mismos deberá ser en la toba riolitica es decir a una profundidad que puede variar de 60 cm a 1.40 m.

En el caso de los cimientos corridos se deberá realizar en todo el terreno de las viviendas un mejoramiento del terreno natural.

De acuerdo a lo indicado en el proyecto, se contempla la construcción de vialidades, por lo que considerando el transito probable que va a circular por las mismas se de deberá construir una estructura de pavimento flexible compuesta por las siguientes capas y espesores:

<i>Carpeta</i>	<i>Espesor (cms)</i>
Asfáltico	5
Base	20
Filtro	30

Los espesores indicados son los mínimos requeridos en estado compacto.

CAPITULO 5

5.- CONCLUSIONES FINALES

El objetivo de este estudio de mecánica de suelos, es complementar una serie de disciplinas relacionadas con la ingeniería, aportando datos confiables de las condiciones del subsuelo, como capacidad de carga y sugerencias acerca del tipo de cimentación, los efectos que tendrán las descargas de la obra que se pretende construir, así como la interacción del suelo con la cimentación y la estructura para cargas estáticas y dinámicas, que pueden influir sobre su vida útil o sobre su funcionalidad.

La correcta interpretación de las condiciones en que se encuentra el sitio en la naturaleza (Condiciones hidráulicas y estratigráficas), tiene la misma importancia que el propio conocimiento de sus propiedades físicas, ya que cualquier análisis que se haga y por minucioso que sea, conduce a resultados incorrectos, si la representación del medio se hace de manera errónea, a su vez, durante su construcción y operación esta sujeta a la influencia de factores usuales.

Se concluye además, que para tener la confianza suficiente de que los cálculos de la cimentación serán los adecuados, se deben mejorar los procedimientos de muestreo inalterado, las técnicas y equipos de laboratorio, que permitan obtener parámetros del subsuelo mas cercanos a la realidad; también es importante conocer el origen de formación del suelo, aplicar las técnicas de exploración y una interpretación clara y explícita de las propiedades del suelo.

BIBLIOGRAFIA.

Mecánica de suelos tomo 1 y 2

Eulalio Juárez Badillo y Rico Rodríguez

Limusa Noriega editores

Tesis profesional "Estudio geotécnico del libramiento de aporo y diseño de un pavimento, mediante el método de la UNAM" Mauricio Iván Rodrigues de San miguel Rubio. Diciembre del 2005.

Tesis profesional "Validación del Valor Relativo de Soporte empleando la norma ASTM D698 para el control de mezclas 90 – 10 y 85 – 15 "Daniel Tena Hernández. Octubre del 2005.

La ingeniería de suelos en las vías terrestres (carreteras, ferrocarriles y aeropistas) tomo 2

Rico Rodríguez A; del Castillo

Limusa Noriega editores

La estructuración en las vías terrestres

Fernando Olivera Bustamante

CECSA

Foundation engineering for difficult subsal conditions

Dr Leonardo Zeevaert

Reinhold

Foundation engineering

Peck R. B. Hanson W. E. and Tornburn T. H.

Wiley

GLOSARIO.

Ascicular: En forma de aguja o delgado.

Boleo: Roca con las esquinas redondeadas.

P.C.A. : Pozo a cielo abierto para realizar un sondeo exploratorio.

Triaxial: Esfuerzo de prueba en tres dimensiones.

V.R.S. : Valor relativo de soporte.

ANEXOS

1.- DATOS GENERALES.-

NOMBRE DE LA EMPRESA SOLICITANTE.

Ingeniería Civil Integral, S.A. de C.V.

NACIONALIDAD DE LA EMPRESA.

Mexicana

ACTIVIDAD PRINCIPAL DE LA EMPRESA.

Construcción y edificación en general.

DOMICILIO PARA OIR Y RECIBIR NOTIFICACIONES.

Tehpacua No. 189, Col. Bosque Camelinas, Morelia, Michoacán.

2.- DESCRIPCIÓN DE LA OBRA PROYECTADA.

NOMBRE DEL PROYECTO.

Conjunto Habitacional de Interés Social en Condominio Vertical (368) y Horizontal (108) , “ **Las Jacarandas** ”

NATURALEZA DEL PROYECTO.

Dentro de los programas de promoción de vivienda que a nivel estatal tienen los diversos Organismos Gubernamentales como el INFONAVIT, FOVISSSTE, se ubica la naturaleza de este proyecto de un conjunto habitacional, que comprende obras de urbanización y edificación de 476 viviendas de interés social.

OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.

Como se menciona en el anterior apartado, este proyecto se inserta dentro de la promoción de vivienda que contemplan los organismos antes mencionados, lo cual le da al mismo una carácter eminentemente social, al convertirse en una alternativa de vivienda de un sector de la población con pocas posibilidades de acceder por otros medios a un bien de esta naturaleza.

El principal objetivo por el cual se lleva a cabo una propuesta de esta naturaleza, es contribuir en la solución del problema deficitario que en materia de vivienda se reporta en el Estado de Michoacán, a través de desarrollos

como éste, de interés social, que define su perfil en beneficios de la misma naturaleza.

PROGRAMA DE TRABAJO.

El desarrollo de un proyecto de este tipo, así como la cantidad de viviendas que pretende edificar, se plantea, sea desarrollado en un período de doce meses, teniendo como fecha tentativa de inicio de los trabajos (dependiendo de los trámites y licencias), el mes de Enero del año 2006 concluyendo con los mismos durante el mes de Diciembre del 2006 .

3.- SELECCIÓN DEL SITIO.

UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO.

El terreno en el cual se tiene proyectado el conjunto habitacional, se localiza al Norte de la ciudad de Morelia, con acceso por el kilómetro 4 + 622 de la carretera Morelia-Salamanca.

URBANIZACIÓN DEL ÁREA.

La infraestructura externa del terreno cuenta con la viabilidad de los servicios indispensables de agua potable, alcantarillado, luz eléctrica, accesos.

Se identifica la zona de acuerdo con las imágenes que se presentan la presencia de infraestructura urbana, indispensable para desarrollar un proyecto como el pretendido.

CRITERIOS DE ELECCIÓN DEL SITIO.

De acuerdo con la naturaleza del proyecto, y sus consecuentes necesidades, los criterios y/o parámetros para la selección del predio, son entre otras, las que se relacionan a continuación:

- a)** Disponibilidad de servicios e infraestructura,
- b)** Ubicación con respecto al área urbana de la localidad,
- c)** Comunicación y accesibilidad,
- d)** Topografía, con pendientes aptas para desarrollo urbano,
- e)** Régimen de tenencia de la tierra, entre otros.

SUPERFICIE A DESARROLLAR.

La edificación del Conjunto Habitacional "Las Jacarandas" se desarrollará en un área total aproximada de 58,687.00 m². , para poder alojar las 476 casas de interés social, considerando las áreas verdes, pastos, jardines y zonas arboladas requeridos.

COLINDANCIAS DEL PREDIO.

Mostrando la forma de un polígono irregular, el terreno a desarrollar registra la siguiente colindancia:

- a) Al Norte: 258.91 metros con propiedad de la Familia Omaña.
- b) Al Sur: 334.02 metros con camino de acceso.
- c) Al Oriente: 237.22 metros con Conjunto Habitacional " Santa Fe ".
- d) Al Poniente: 263.62 metros con colonia existente.

SITUACIÓN LEGAL DEL PREDIO.

El Predio en mención es propiedad actual de nuestra empresa INGENIERIA CIVIL INTEGRAL, S.A. DE C.V.

VÍAS DE ACCESO AL ÁREA DONDE SE DESARROLLARA LA OBRA.

La accesibilidad al predio se da circulando por la Avenida Tecnológico, en el sentido norte-sur de la carretera Morelia-Salamanca, el acceso al terreno es por la margen derecha de la circulación lateral por el km. 4+ 622, existiendo la posibilidad de un nuevo acceso por la estación de servicio PEMEX. Actualmente presenta un acceso franco y potencial del predio. Se tiene acceso por la Avenida Tecnológico hasta llegar a la calle Cueramo.

4.- ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN.

PROGRAMA DE TRABAJO.

Las obras de urbanización, así como la edificación de las 336 viviendas que comprende este proyecto, estimativamente se realizarán en un periodo de 6 meses, teniéndose la intención de que los trabajos iniciaran durante el mes de Noviembre de este año.

PREPARACIÓN DEL TERRENO.

Para la preparación del terreno, será necesario de la misma forma que ocurre con diversas obras relacionadas con el desarrollo urbano, realizar un despalme del terreno natural, con lo que será removida la capa superficial del suelo, con un espesor de 17 centímetros, además de la realización de excavaciones para la instalación de redes de agua potable y alcantarillado.

CONSOLIDACIÓN Y COMPACTACIÓN DEL TERRENO NATURAL EN VIALIDADES.

Una vez despalmado el terreno natural, y de acuerdo con las recomendaciones del estudio de mecánica de suelos, se compactará por medios mecánicos al 95% de su peso volumétrico seco máximo.

BASE HIDRÁULICA EN VIALIDADES.

Al nivel del corte, se considera la presencia de toba riolítica, por lo cual se colocará una capa de base hidráulica de 12 centímetros de espesor compactado al 95% de su peso volumétrico seco máximo, con respecto al porter estándar. Esta capa se conformará mediante material de banco. Sobre dicha capa se colocará la carpeta asfáltica de 5 cms. de espesor.

INSTALACIÓN DE TUBERÍAS PARA DRENAJE Y AGUA POTABLE.

Para llevar a cabo la instalación de la red de drenaje y agua potable, será necesario excavar las cepas, para alojar las tuberías y a su vez se utilizara una gran parte del material para el relleno de las mismas.

RIEGO DE IMPREGNACIÓN Y DE LIGA EN VIALIDADES.

Sobre la base hidráulica terminada, superficialmente seca y barrida, se aplicará un riego impregnación, con emulsión asfáltica del tipo "RR", a razón de 1.5 lt/m².obre éste se aplicará un riego de liga a razón de 1.5 lts/m², mediante emulsión asfáltica del tipo "RM"

PAVIMENTACIÓN EN VIALIDADES.

La carpeta asfáltica se construirá con mezcla asfáltica en planta, utilizado agregados pétreos con tamaño máximo de $\frac{3}{4}$ " (19 mm). La carpeta tendrá 5 centímetros de espesor final, y se compactará al 95% respecto a la prueba de diseño de la mezcla.

Se hace notar que en el caso de elaborarse la mezcla en el sitio, se utilizará una emulsión asfáltica de tipo "RN" a razón de 135 a 145 lts/m³ de acuerdo con las características del agregado, que deberá cumplir con las especificaciones vigentes de la S.C.T.

La construcción de las vialidades por recomendación del estudio de mecánica de suelos, deberá presentar una pendiente transversal del 2% de bombeo, como parte del drenaje superficial.

GUARNICIONES Y BANQUETAS.

Las guarniciones serán de tipo pecho de paloma, a base de concreto, en tanto que las banquetas serán de concreto con un espesor de 8 centímetros sentadas sobre el terreno mejorado con tepetate compactado manualmente, ambas serán coladas en el lugar.

5.- CONSTRUCCIÓN DE LAS VIVIENDAS.

CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA.

En base a las condiciones estratigráficas detectadas en el área en la que se construirá el conjunto habitacional, se recomienda una cimentación de tipo superficial utilizando zapatas continuas de concreto o losa (plataforma) de cimentación superficial.

Para tal fin, el estudio recomienda una profundidad de desplante de 8 m, como mínimo, con respecto al terreno natural, para alternativa de zapatas continuas, desplantadas sobre el depósito de arcilla limosa y arenosa de color café grisáceo localizados por el estudio, que presentan una consistencia muy rígida.

RECUBRIENTOS Y ACABADOS:

PISOS.

Los pisos en interiores de los dos niveles serán de firme concreto hidráulico de $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ con acabado pulido, en tanto que para el patio de servicio así como el acceso a la vivienda con acabado escobillado.

MUROS.

A base de tabique de marca Novaceramic Tabimax, con acabados de yeso, pasta texturizada y pintura en interiores y en exteriores con aplanados de mezcla serroteado y aparentes en acabados de pintura vinílica y sellador a base de silicones transparentes para evitar humedades.

PLAFONES.

En plafones de sala, comedor, baño, cocina y recámara, se colocará aplanado de yeso común en acabado de tirol texturizado.

AZOTEA.

Impermeabilización en losa de azotea con una capa de impregnación de primer emulsión, con dos capas de emulsión igol techo, con doble membrana de refuerzo y pintura protectora color terracota.

INSTALACIÓN HIDRÁULICA Y SANITARIA.

Para la instalación hidráulica se empleará tubería de cobre, en tanto que la sanitaria será de P.V.C. Los muebles de baño y accesorios serán porcelanizados en color blanco.

INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

Mediante la utilización de poliducto, será oculta, no se colocarán lámparas, dejándose únicamente sóquets para focos. Las tapas de apagadores y contactos serán marca Quinchito o similar.

HERRERIA.

Las ventanas serán de aluminio anonizado, en tanto que la puerta principal será de multypanel, mientras que la puerta trasera de herrería tubular calibre 18.

CARPINTERÍA Y CERRAJERÍA.

Las puertas de intercomunicación serán de madera eucoplac de color arena. Las chapas en el caso de la puerta exterior son de tipo sobreponer, marca lock 982, y de pasador en la puerta trasera, para las puertas de intercomunicación se empleará chapa de doble perilla marca acme 5-500.

EQUIPO UTILIZADO.

El equipo que se relaciona a continuación, es el que será empleado en realización de las obras de urbanización y edificación de las viviendas, estimándose que su ocupación será durante los seis meses que comprende la realización del proyecto, sin un programa preestablecido, de manera que se empleara de acuerdo a la demanda del desarrollo de la obra.

- 2 Compactador vibratorio Dynapac Ca-25
- 1 Placa Vibro Dynapac Co216
- 2 Camiones pipa de 8,000 litros de capacidad
- 6 Camiones de volteo de 6 m³
- 1 Duo Pactor 10-30 Seaman Gunnison.
- 1 Excavadora Yumbo 3965
- 1 Motoconformadora Cat 120-b
- 1 Pavimentación Blaw-knox Mod. Pf-150
- 1 Regla vibratoria con motor Kohler K181
- 1 Tractocompactador Cat 815b
- 1 Tractor Komatsu D85-a
- 1 Traxcavo Cat 955-1
- 1 Vibrador de concreto Mvk8 Mecsca.

La maquinaria y equipo a utilizar, cumple con las consideraciones establecidas e la normatividad relativas al estado actual de la misma. NOM-041-ECOL-1996, Y NOM-043-ECOL-1996.

MATERIALES.

Los materiales empleados en la urbanización del conjunto habitacional, se consideran usuales para este tipo de obra, que incluye la utilización de material de banco, que será llevado al sitio.

Además del material de banco como arena y grava, se utilizará asfalto para la pavimentación de las vialidades, así como concreto en las banquetas y guarniciones, ambos colados en el lugar, adicionalmente se emplearan algunos otros materiales tales como madera, clavos, alambre, entre otros auxiliares dentro del proceso de urbanización.

Por su parte, como se menciona en un apartado anterior, la tubería empleada para la instalación de las redes de agua potable y alcantarillado, serán de P.V.C. y concreto respectivamente.

En caso de la edificación de las viviendas, como se especifica en una apartado anterior, se emplearán materiales convencionales y hasta cierto punto comunes o habituales en desarrollos de esta naturaleza, tanto en su estructura, acabados, y demás aditamentos.

OBRAS Y SERVICIOS DE APOYO.

La proximidad a los servicios y materiales, por la ubicación del predio, y la posibilidad de comunicación y acceso, es una condición que evita que dentro del predio se realicen obras y/o servicios de apoyo.

En proyectos de esta naturaleza, es eventual que se construya una bodega, con materiales que son fácilmente removibles y que se mantiene en el sitio, solamente durante las etapas de preparación del sitio y construcción, y generalmente son removidas al final de las mismas, aprovechando los materiales empleados en su construcción, de acuerdo con su estado.

PERSONAL UTILIZADO.

Para llevar a cabo la urbanización del fraccionamiento, se empleará personal con diversas capacidades técnicas, como las que se relacionan a continuación:

Cadenero
Topógrafo
Oficial electricista
Oficial tubero
Operadores de maquinaria
Oficiales
Peones
Herrero
Carpintero de obra negra
Yeseros
Plomeros
Pintor

En total se consideran 12 funciones diferentes en algunas de las cuales como oficiales y peones, se ocupara un número de empleados mayor, de acuerdo con las necesidades de la obra misma. En todos los casos la generación de empleos como producto de esta obra será temporal, con excepción del personal de base que pertenece a la empresa edificadora.

No existe un calendario de utilización de recursos humanos, y la participación de éstos, se supedita al desarrollo de la obra de urbanización.



Foto 20.- Procedimiento constructivo de las casa habitación.



Foto 21.- Tabique rojo de dimensiones: 7 x 14 x 28.



Foto 22.- Pendiente mínima requerida para el alcantarillado.



Foto 23.- Otra panorámica del material a emplear.