

CONSTRUCTORA HYG DEL BAJIO SAPI DE CV
AT'N. ING. CARLOS GARZA HERRERA
PRESENTE.

Anexo a continuación, el informe técnico del estudio de Mecánica de Suelos, realizado en un predio con una superficie aproximadamente 10000 m², en donde se tiene proyectado la construcción de edificios para departamentos de cinco niveles, que estarán ubicados en la Avenida Madero Oriente y la calle Plan de Ayala, en el centro de la ciudad de Morelia, Michoacán.

En este informe se presentan los resultados de los trabajos de campo, laboratorio y gabinete, incluyendo la determinación de la capacidad de carga del terreno natural y las recomendaciones para el tipo de cimentación de las diferentes estructuras, así como el diseño de la estructura del pavimento para el estacionamiento del desarrollo.

Cualquier observación o información adicional que se requiera con respecto a este informe, se la daremos con toda oportunidad.

Morelia, Michoacán, a 2019-08-20

Atentamente

ING. MANUEL CALDERÓN GUZMÁN
DIRECTOR GENERAL



OBRA: EDIFICIOS PARA DEPARTAMENTOS DE CINCO NIVELES

LUGAR: AV. FCO. I. MADERO ORIENTE, MORELIA, MICH.



INDICE

- 1. ANTECEDENTES**
- 2. UBICACIÓN DEL PREDIO**
 - 2.1 Ubicación
 - 2.2 Geografía
 - 2.3 Regionalización sísmica
- 3. ANALISIS DE EXPLORACION**
 - 3.1 Trabajos de campo
 - 3.2 Perfiles estratigráficos
- 4. ENSAYES DE LABORATORIO**
 - 4.1 Pruebas índices
 - 4.2 Pruebas mecánicas
- 5. CONCLUSIONES**
 - 5.1 Condiciones del predio
 - 5.2 Estratigrafía del predio
 - 5.3 Nivel freático
- 6. RECOMENDACIONES**
 - 6.1 Tipo de cimentación de los edificios
 - 6.2 Diseño de la estructura del pavimento del estacionamiento del desarrollo.
- 7. CROQUIS DE LOCALIZACIÓN DE LOS POZOS A CIELO ABIERTO**
- 8. TABLA DE RESULTADOS**
- 9. COMPRESIÓN SIMPLE SIN CONFINAR**
- 10. COMPRESION TRIAXIAL**
- 11. INFORME FOTOGRÁFICO**

1.- ANTECEDENTES

La empresa **CONSTRUCTORA HYG DEL BAGIO SAPI DE CV**, nos encomendó a nuestro laboratorio, realizar un estudio de Mecánica de Suelos en un predio con una superficie de aproximadamente 10000 m² en donde se tiene proyectado la construcción de edificios para departamentos de cinco niveles, que estarán ubicados en la Avenida Madero Oriente y la calle Plan de Ayala, en el centro de la ciudad de Morelia, Michoacán.

El objetivo principal de este estudio es determinar la capacidad de carga del terreno natural, así como las características de los estratos superficiales, hasta una profundidad de 4.60 metros y dar recomendaciones para el tipo de cimentación de los edificios, así como el diseño de la estructura del pavimento para el estacionamiento del desarrollo.

El predio objeto de este estudio se localiza en una zona prácticamente poblada, la cual presenta un firma de concreto en muy malas condiciones en toda la superficie.

El predio está delimitado en los cuatro puntos cardinales con propiedades particulares y al oriente colinda con la avenida Francisco I. Madero oriente, en donde se tiene acceso al predio en estudio.

OBRA: EDIFICIOS PARA DEPARTAMENTOS DE CINCO NIVELES

LUGAR: AV. FCO. I. MADERO ORIENTE, MORELIA, MICH.

2.- UBICACIÓN DEL PREDIO EN ESTUDIO:

El predio de este estudio se localiza en el centro de la ciudad, en una zona prácticamente habitada.

2.1 UBICACIÓN

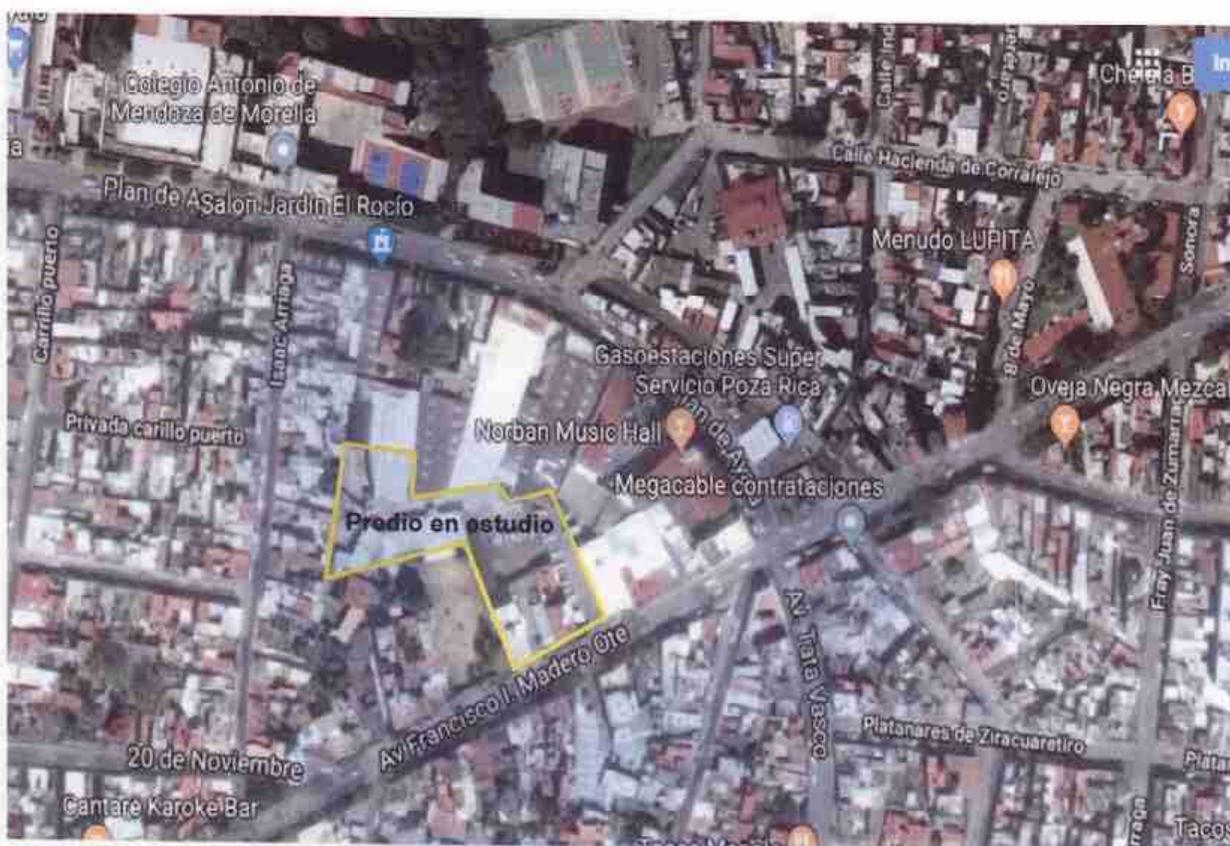


Imagen del predio donde se realizaron los sondeos de penetración estandar

OBRA: EDIFICIOS PARA DEPARTAMENTOS DE CINCO NIVELES

LUGAR: AV. FCO. I. MADERO ORIENTE, MORELIA, MICH.

2.2 GEOGRAFIA

El municipio de Morelia limita con un total de 14 municipios; al noroeste limita con el municipio de Coeneo, al norte con el municipio de Huaniqueo, con el municipio de Chucándiro y con el municipio de Copándaro, al noreste con el municipio de Tarimbaro, al este con el municipio de Charo, al sureste con el municipio de Tzitzio y con el municipio de Madero, al sur con el municipio de Acuitzio, al suroeste con el municipio de Pátzcuaro y con el municipio de Huiramba, y al oeste con el municipio de Lagunillas, el municipio de Tzintzuntzán y con el municipio de Quiroga. Tiene una extensión total de 1,199.02 kilómetros cuadrados que equivalen al 2.03% de la extensión total de Michoacán.



Ubicación Geográfica de Morelia.

Morelia cuenta con una red de carreteras que la conectan con la ciudad de México, Guadalajara, Ciudad Lázaro Cárdenas y con el Bajío. La ferrocarril enlaza a Morelia con el puerto de Ciudad Lázaro Cárdenas y la Ciudad de México. Además cuenta con un aeropuerto internacional que conecta a la ciudad con las principales ciudades del país y algunas otras en los Estados Unidos.

OBRA: EDIFICIOS PARA DEPARTAMENTOS DE CINCO NIVELES

LUGAR: AV. FCO. I. MADERO ORIENTE, MORELIA, MICH.

- La superficie del municipio es muy accidentada, ya que se encuentra sobre el Eje neovolcánico Transversal, que atraviesa el centro del país, de este a oeste. En el municipio se encuentran tres sistemas montañosos: por el este diversas montañas que forman la sierra de Oztumatlán y las cuales se extienden desde el norte hacia el suroeste, destacando el cerro de "El Zacatón" (2960 msnm), el cerro "Zurumutal" (2840 msnm), el cerro "Peña Blanca" (2760 msnm) y el "Punhuato" (2320 msnm), que marca el límite oriental de la ciudad de Morelia, así como el cerro "Azul" (2625 msnm) y el cerro "Verde" (2600 msnm) un poco más hacia el sureste. La fisiografía del municipio tiene la siguiente composición.
- Por el poniente sobresalen el pico de "Quinceo" (2787 msnm), el cerro "Pelón" (2320 msnm) y el más alto del municipio, el cerro del "Águila" (3090 msnm) que se encuentra un poco más al suroeste. Por el sur el parteaguas que delimita la zona presenta una dirección aproximada de poniente a oriente y los accidentes orográficos corresponden al alineamiento de los cerros "Cuanajo" y "San Andrés", cuyos remates cónicos sirven como límite a los valles de Lagunillas y Acuitzio. por este sector destacan la peña "Verde" (2600 msnm), el cerro de Cuirimeo (2540 msnm) y el cerro "La Nieve", que se localiza hacia el extremo suroccidental. Por el norte, y dentro del área urbana de la cabecera municipal, se extiende un lomerío en la dirección oeste-este desde la colonia Santiaguito, el cual continúa hasta enlazarse con los cerros del "Punhuato", "Blanco", "Prieto" y "Charo", que forman el límite oriental y van disminuyendo su elevación hasta formar lomeríos bajos hacia Quirio.
- El límite norte queda marcado por los lomeríos bajos como el cerro "La Placita" (2100 msnm) que se localizan hacia el norte del Valle de Tarímbaro, así como el sector más sureños de los Valles de Queréndaro y Álvaro Obregón.
- Sierra (S): 53,57 % de la superficie municipal.
- Sierra con lomeríos (SL): 15,71 % de la superficie municipal.
- Meseta con lomeríos (ML): 11,58 % de la superficie municipal.
- Lomeríos (L): 3,05 % de la superficie municipal.
- Valle con lomeríos (VL): 2,46 % de la superficie municipal.
- Llanura con lomeríos (VL): 4,93 % de la superficie municipal.
- Llanura (V): 13,63 % de la superficie municipal.

Características del suelo

La ciudad se encuentra asentada en terreno firme de piedra dura denominada "riolita", conocida comúnmente como "cantera", y de materiales volcánicos no consolidados o en proceso de consolidación, siendo en este caso el llamado tepetate. El suelo del municipio es de dos tipos: el de la región sur y montañosa pertenece al grupo podzólico, propio de bosques subhúmedos, templados y fríos, rico en materia orgánica y de color café "forestal"; la zona norte corresponde al suelo negro "agrícola", del grupo Chernozem. El municipio tiene 69.750 hectáreas de tierras, de las que 20.082,6 son laborables (de temporal, de jugo y de riego); 36.964,6 de pastizales; y 12.234 de bosques; además, 460,2 son incultas e improductivas.

2.3 REGIONALIZACION SISMICA

Ubicación Sísmica

De acuerdo a la Carta Sísmica propuesta por la Comisión Federal de Electricidad (CFE), la República Mexicana se dividió para fines de diseño sísmico en cuatro zona (A, B, C y D); siendo la Zona A la de menor intensidad sísmica, mientras que la de mayor en la zona D. Esta clasificación tomó en cuenta los registros históricos de grandes sismos en México, los catálogos de sismicidad y datos de aceleración del terreno como consecuencia de sismos recientes de gran magnitud.

- **Zona A**
De baja sismicidad. En esta zona no se han registrados ningún sismo de magnitud considerable en los últimos 80 años, ni se esperan aceleraciones del suelo mayores al 10 % de la aceleración de la gravedad.
- **Zona B**
De media intensidad. Esta zona es de moderada intensidad, pero las aceleraciones no alcanzan a rebasar el 70% de la aceleración de la gravedad.
- **Zona C**
De alta intensidad. En esta zona hay más actividad sísmica que en la zona B, aunque las aceleraciones del suelo tampoco sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad.
- **Zona D**
De muy alta intensidad. Aquí es donde se han originado los grandes sísmicos históricos, y la ocurrencia de sismos es muy frecuente, además de que las aceleraciones del suelo sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad.

La república mexicana se divide en cuatro zonas sísmicas, para fines de diseño antisísmico. Para realizar esta división se utilizaron los catálogos de sismos de la república mexicana desde inicios de siglo, grandes sismos que aparecen en los registros históricos y los registros de aceleración del suelo de algunos de los grandes temblores ocurridos en este siglo.

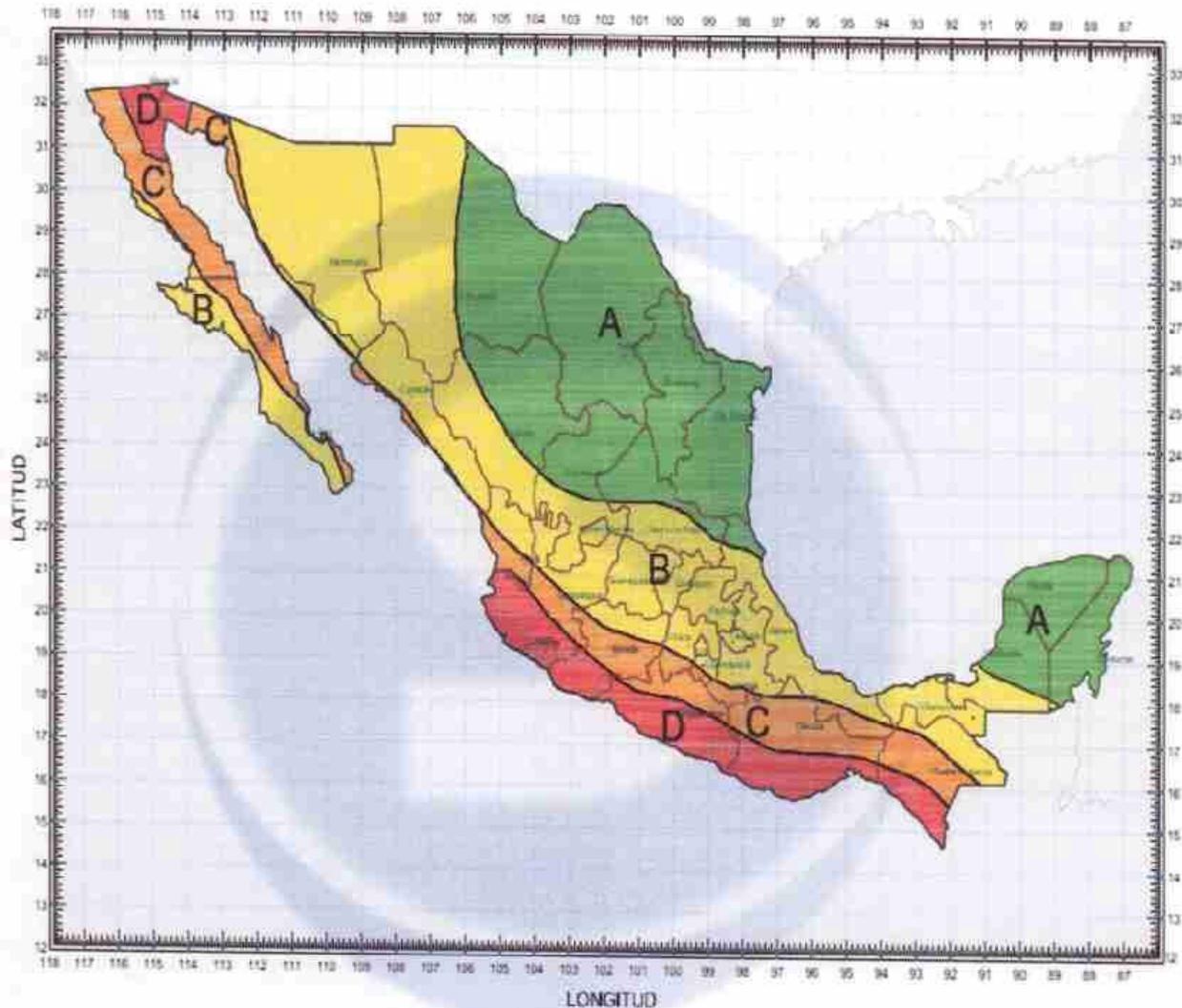


Figura 1.1 Zonificación sísmica de la República Mexicana.

OBRA: EDIFICIOS PARA DEPARTAMENTOS DE CINCO NIVELES

LUGAR: AV. FCO. I. MADERO ORIENTE, MORELIA, MICH.



El predio objeto de este estudio se localiza al poniente de la ciudad de Morelia, Michoacán, correspondiéndole la zona "C", zona intermedia, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

Debido a la zona sísmica en que se encuentra el sitio del presente estudio, es necesario tomar en cuenta los espectros de diseño por sismo, de acuerdo a la región en la que se ubica.

De acuerdo a la regionalización sísmica, la zona de estudio se localiza en la zona "C", y el terreno natural detectado corresponde al **tipo III**, por lo que se deberá considerar un coeficiente sísmico de **0.64**, la estructura de proyecto corresponde al **Grupo "B"**.

ESPECTROS DE DISEÑO PARA ESTRUCTURAS COMUNES

Zona Sísmica	Tipo de Suelo	A_p	C	T_s (seg.)	T_b (seg.)	R
A	I	0.02	0.08	0.2	0.6	$\frac{1}{2}$
	II	0.04	0.16	0.3	1.5	$\frac{2}{3}$
	III	0.05	0.20	0.6	2.9	1
B	I	0.04	0.14	0.2	0.6	$\frac{1}{2}$
	II	0.08	0.30	0.3	1.5	$\frac{2}{3}$
	III	0.09	0.36	0.6	2.9	1
C	I	0.36	0.36	0.0	0.6	$\frac{1}{2}$
	II	0.64	0.64	0.0	1.4	$\frac{2}{3}$
	III	0.64	0.64	0.0	1.9	1
D	I	0.50	0.50	0.0	0.6	$\frac{1}{2}$
	II	0.86	0.86	0.0	1.2	$\frac{2}{3}$
	III	0.86	0.86	0.0	1.7	1

Dónde:

- I corresponde a terreno firme
- II corresponde a terreno intermedio
- III corresponde a terreno blando

Los espectros de diseño especificados son aplicables a estructuras del grupo A, los valores de las ordenadas espectrales se deberán de multiplicar por 1.5 a fin de tomar en cuenta la importancia de la estructura.



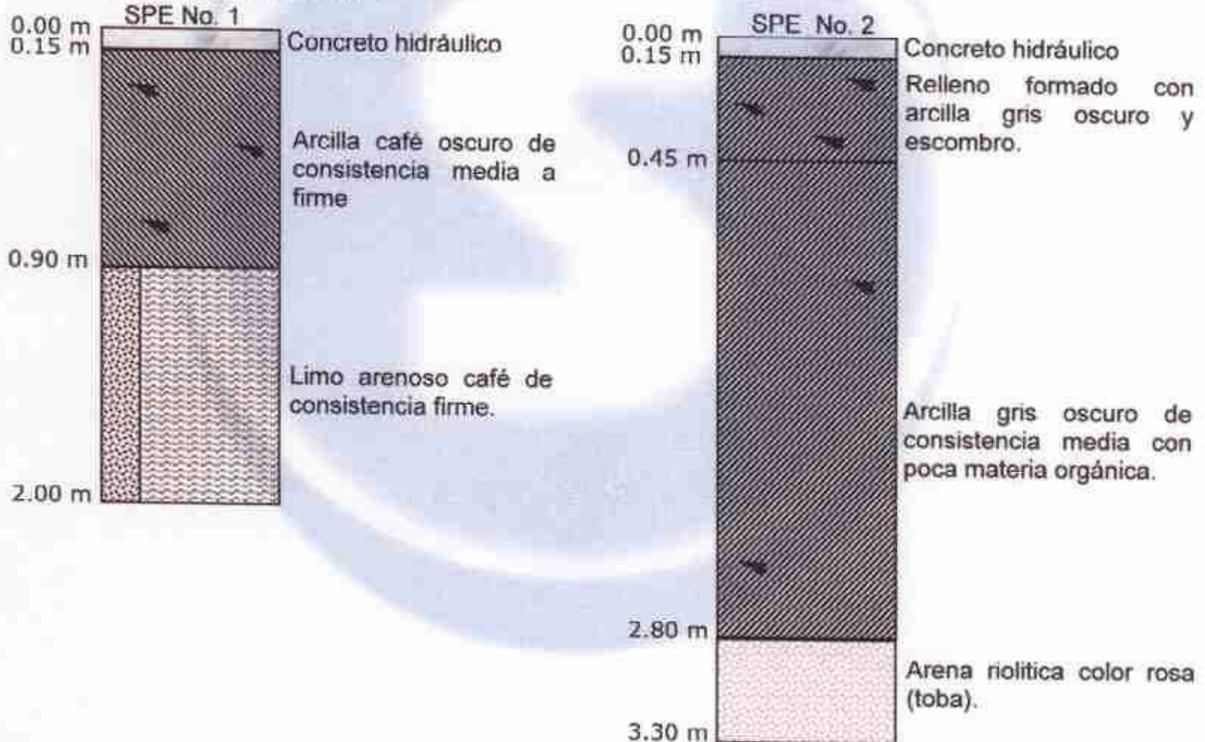
3.- ANALISIS DE EXPLORACION

3.1 Trabajos de campo

Para definir el perfil geológico y estratigráfico del sitio, fundamentales para el diseño de la cimentación y excavación respectivamente, se llevó a cabo la campaña de exploración que consistió en la realización de tres sondeos de penetración con las técnicas de penetración estándar hasta una profundidad de 6.0 en donde se obtuvieron muestras alteradas e inalteradas.

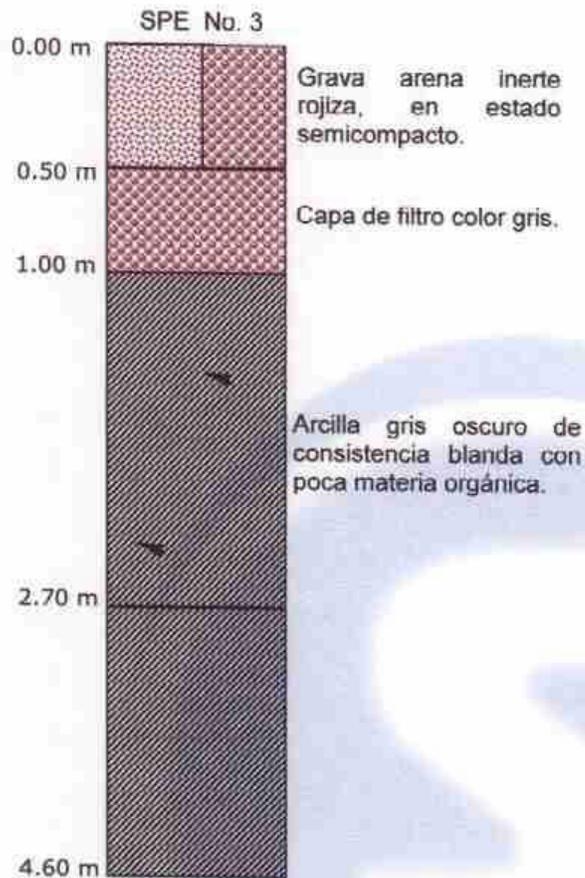
La técnica de penetración estándar consiste en hincar a percusión un tubo muestreador con dimensiones estandarizadas, mediante el impacto producido con una masa de 64 kg que se deja caer libremente desde 75 cm de altura, contabilizando el número de golpes necesarios para penetrar el tubo muestreador 60 cm en el suelo, tomando como resistencia a la penetración estándar al número de golpes registrado en los 30 cm centrales; esta técnica de exploración permite la obtención de muestras alteradas representativas del suelo que generalmente se utilizan para definir la estratigrafía y sus propiedades índices, y por medio del número de golpes penetrados contados en los 30 cm centrales, obtener una capacidad de carga del estrato en estudio.

3.2 Perfiles estratigráficos



OBRA: EDIFICIOS PARA DEPARTAMENTOS DE CINCO NIVELES

LUGAR: AV. FCO. I. MADERO ORIENTE, MORELIA, MICH.



De los sondeos de penetración estándar se tomaron muestras con el muestreador (tubo partido) de los estratos más representativos, para determinar sus propiedades físicas y determinar la capacidad de carga de acuerdo al número de golpes.

Los sondeos de penetración no se realizaron a mayor profundidad por la dureza del mismo, obteniendo una cantidad mayor de 50 golpes y una penetración menor a los 30 cm.

En el sondeo No. 2 se detectaron escurrimientos a la profundidad de 2.2 m los cuales corresponde a guas de drenaje.

La localización de los pozos a cielo abierto en estudio se muestra en la figura No. 1

4.- ENSAYES DE LABORATORIO

A los materiales obtenidos durante la exploración realizada, mediante sondeos de penetración estandar, se les realizaron los siguientes ensayos:

4.1 PRUEBAS ÍNDICES

- Humedad natural
- Granulometría
- Límites de consistencia
 - Límite Líquido
 - Límite Plástico
 - Índice Plástico
 - Contracción Lineal

A las muestras obtenidas con el tubo partido, se les realizaron los siguientes ensayos:

4.2 PRUEBAS MECÁNICAS

- Ensaye de compresión simple sin confinar
- Ensaye de compresión triaxial rápida
- Peso volumétrico

Los resultados de los ensayos realizados se presentan en la tabla y en las gráficas anexas a este informe.

5.- CONCLUSIONES.

El predio objeto en donde se realizó el estudio de Mecánica de Suelos, tiene una superficie aproximada de 10000 m² en donde está proyectado la construcción de edificios para departamentos de cinco niveles, que estarán ubicados en la Avenida Francisco I. Madero oriente y la calle Plan de Ayala, en el centro, de la ciudad de Morelia, Michoacán.

5.1 Condiciones del predio.

- 5.1.1 El predio objeto de este estudio se ubica en una zona prácticamente habitada y presenta una pendiente constante de oriente a poniente, sobre la superficie se tiene una capa de concreto hidráulico en malas condiciones.
- 5.1.2 El predio colinda o está delimitado a los cuatro puntos cardinales con propiedades particulares, al oriente colinda con la avenida Francisco I. Madero oriente y es el acceso al predio.
- 5.1.3 El predio presenta tres variantes en sus niveles al poniente es la parte más alta, al centros es la parte media y al oriente es la parte baja en donde se detectó el estrato de arcilla con mayor espesor.
- 5.1.4 En el sondeo de penetración estándar No. 3 sobre la superficie se tiene un mejoramiento formado por una grava arena rojiza de 50 cm y una capa de filtro de 50 cm.

5.2 Estratigrafía del predio.

- 5.2.1 El terreno natural está formado por un estrato de arcilla gris de consistencia blanda a media con poca materia orgánica, de acuerdo al sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS) esta corresponde a una arcilla inorgánica de alta plasticidad (CH), con un espesor variable de 0.90 m hasta 4.60 m.
- 5.2.2 En el sondeo No. 1 se detectó un segundo estrato formada por un limo café de consistencia firme, de acuerdo al sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS) esta corresponde a un limo inorgánico de mediana plasticidad (ML), hasta la exploración realizada.
- 5.2.3 En el sondeo No. 2 a partir de la profundidad de 2.80 m se detectó una arena riolítica color rosa (toba), hasta la exploración realizada.
- 5.2.4 En el sondeo No. 3 se detectó bajo el mejoramiento existente un estrato de arcilla inorgánica de alta plasticidad (CH), hasta la profundidad de 4.60m.

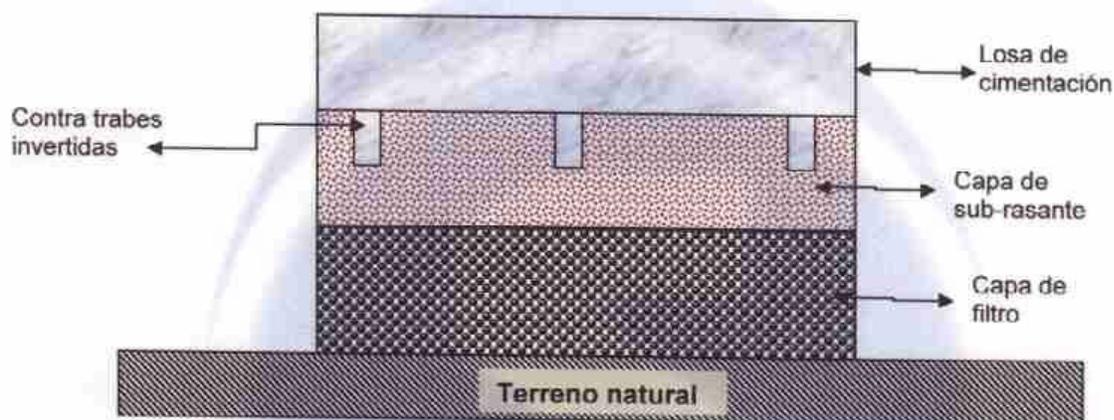
5.3 Nivel freático.

- 5.3.1 Durante los trabajos de exploración en campo no se detectó el nivel de aguas freáticas hasta la exploración realizada, en el sondeo No. 2 a la profundidad de 2.20 m se tiene escurrimientos o filtraciones de aguas negras.

6.- RECOMENDACIONES.

6.1 EL TIPO DE CIMENTACION QUE SE RECOMIENDA PARA EL DESPLANTE DE LOS EDIFICIOS DE CINCO NIVELES ES A BASE DE:

LOSA DE CIMENTACION CON CONTRATRABES INVERTIDAS



6.1.1 Realizar los cortes de acuerdo a los niveles de proyecto, para el desplante de la cimentación de los edificios, para alojar el mejoramiento indicado

6.1.2 Para el desplante de los edificios se recomienda el siguiente mejoramiento:

ZONA ALTA (PONIENTE)

- Losa de cimentación = de acuerdo al cálculo estructural
- Capa de sub-rasante = 40 cm
- Capa de filtro = 40 cm

ZONA MEDIA (CENTRO)

- Losa de cimentación = de acuerdo al cálculo estructural
- Capa de sub-rasante = 40 cm
- Capa de filtro = 60 cm



ZANA BAJA (ORIENTE)

- Losa de cimentación = de acuerdo al cálculo estructural
- Capa de sub-rasante = 60 cm
- Capa de filtro = 80 cm

6.1.3 Una vez realizado el corte de acuerdo a los niveles de proyecto, compactar los 20 cm superficiales del terreno natural con rodillo vibratorio hasta obtener el 95% de su peso volumétrico seco máximo, si por condiciones de humedad no es posible compactarlo, se recomienda colocar una capa de filtro formado por partículas de 3 a 4" e incrustarlo en el terreno natural con rodillo vibratorio para estabilizarlo.

6.1.4 Sobre el terreno natural compactado o estabilizado, colocar las capas de filtros de 20 cm cada una, formadas por partículas inertes de 1 a 4" de tamaño máximo y acomodarlas con rodillo vibratorio hasta obtener un buen acomodo.

6.1.5 Posteriormente Sobre la capa de filtro colocar las capas de 20 cm cada una con características de sub-rasante, que puede estar formada por una mezcla de grava-arena y cementante en una proporción 70-30% máximo y compactarla con rodillo vibratorio con una humedad cercana a la óptima, hasta obtener el 95% de su peso volumétrico seco máximo, la cual deberá de cumplir con los siguientes parámetros:

- Valor relativo de soporte= = 20% Mínimo
- Limite Líquido = 40% Máximo
- Contracción lineal = 4.5% Máximo
- Tamaño máximo = 2"

6.1.6 Para la formación de la losa de cimentación con contratraves invertidas se recomienda utilizar un concreto hidráulico premezclado con un $f_c = 250 \text{ kgf/cm}^2$ o lo que especifique el proyecto.

6.1.7 Se recomienda utilizar vibrador para la compactación del concreto hidráulico, si al momento de realizar los colados de los elementos no se cuelan de forma monolíticamente se deberán de hacer los cortes a 45°

6.1.8 Si se tiene juntas frías se deberá de utilizar un aditivo para la unión den concreto endurecido con el concreto fresco.

6.1.9 La capacidad de carga admisible que se recomienda par el diseño de la cimentación de los edificios de acuerdo al número de golpes (N) obtenidos con el equipo de penetración estándar es de:

- Capacidad de carga del terreno natural lado poniente es de: 25.0 ton/m²
- Capacidad de carga del terreno natural lado centro es de: 18.0 ton/m²
- Capacidad de carga del terreno natural lado oriente es de: 14.0 ton/m²

La diferencia de capacidad de carga admisible se debe a que el estrato a pesar de ser todo una arcilla, presenta mejores características en la parte alta del predio, que en la parte media y baja del mismo.

6.1.10 Para la formación de los elementos estructurales (cimentación, losa de entre piso y losa azotea) se recomienda vibrar el concreto para evitar oquedades en el concreto y se vea afectada su resistencia, así como un curado eficiente para evitar la aparición de grietas sobre la superficie de los elementos.

6.1.11 Para la formación de los elementos de castillos se recomienda utilizar un concreto hidráulico con un $f'c = 150 \text{ kgf/cm}^2$ con un revenimiento de 16 cm el cual puede ser hecho en obra

6.1.12 Si el concreto hidráulico se realiza en obra se recomienda realizar la calidad de los material (arena y grava) el diseño del proporcionamiento para garantizar su resistencia.

6.1.13 Para el junteo de los muros (tabicón, tabique, o block), se recomienda utilizar un mortero de acuerdo a lo que especifique el proyecto.

6.1.14 Se recomienda revisar bien el análisis de cargas transmitidas al subsuelo para no sobre pasar esta capacidad de carga.

6.2 EL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PARA EL ESTACIONAMIENTO SERA DEL TIPO RIGIDO.

Se recomienda la siguiente estructura, que estará formado por las siguientes capas y espesores:



Losa de concreto hidráulico	=	14 cm
Resistencia del concreto MR	=	42 kgf/cm ²
Capa de base	=	20.0 cm
Capa de filtro	=	40.0 cm

Los espesores indicados son los mínimos en estado compacto.

- 6.2.2 Abrir caja de acuerdo a los niveles de proyecto, para alojar la estructura del pavimento indicada, para la formación de la superficie de rodamiento del acceso y de los estacionamientos del desarrollo.
- 6.2.3 Una vez realizados los cortes, compactar los 20 cm superficiales del terreno natural con rodillo vibratorio hasta obtener el 90% de su peso volumétrico seco máximo, si por condiciones de humedad no es posible compactarlo se recomienda colocar una capa de filtro de 2 a 4" de tamaño máximo e incrustarlo en el terreno natural hasta lograr su estabilización.
- 6.2.4 Sobre el terreno natural compactado o estabilizado colocar dos capas de 20 cm cada una con características de filtro formadas por partículas inertes de 1 a 3" de tamaño máximo y acomodarlo con rodillo vibratorio hasta obtener un buen acomodo.

- 6.2.5 Sobre la capa de filtro colocar una capa de base hidráulica de 20 cm con formada por una mezcla de grava arena inerte y compactarla con rodillo vibratorio con una humedad cercana a la óptima, hasta obtener el 100% de su peso volumétrico seco máximo, la cual deberá de cumplir con los requisitos de calidad establecidos en la norma de la SCT.

TABLA 2.- Requisitos de calidad de los materiales para bases de pavimentos con carpetas de concreto hidráulico

Característica	Valor %
Límite líquido ⁽¹⁾ , máximo	25
Índice plástico ⁽¹⁾ , máximo	6
Equivalente de arena, mínimo ⁽¹⁾	40
Valor Soporte de California (CBR), mínimo ^(1,2)	80
Desgaste Los Angeles, máximo ⁽¹⁾	35
Partículas alargadas y lajeadas, máximo	40
Grado de compactación ^(1,3) , mínimo	100

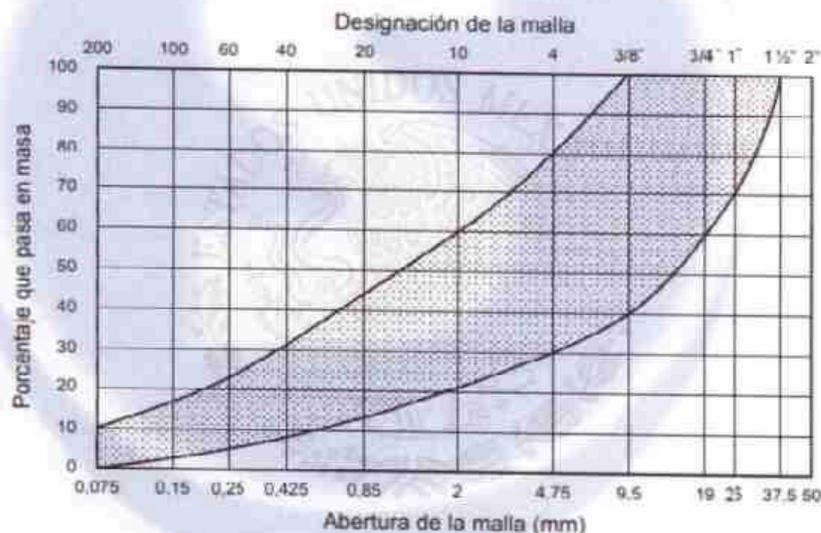
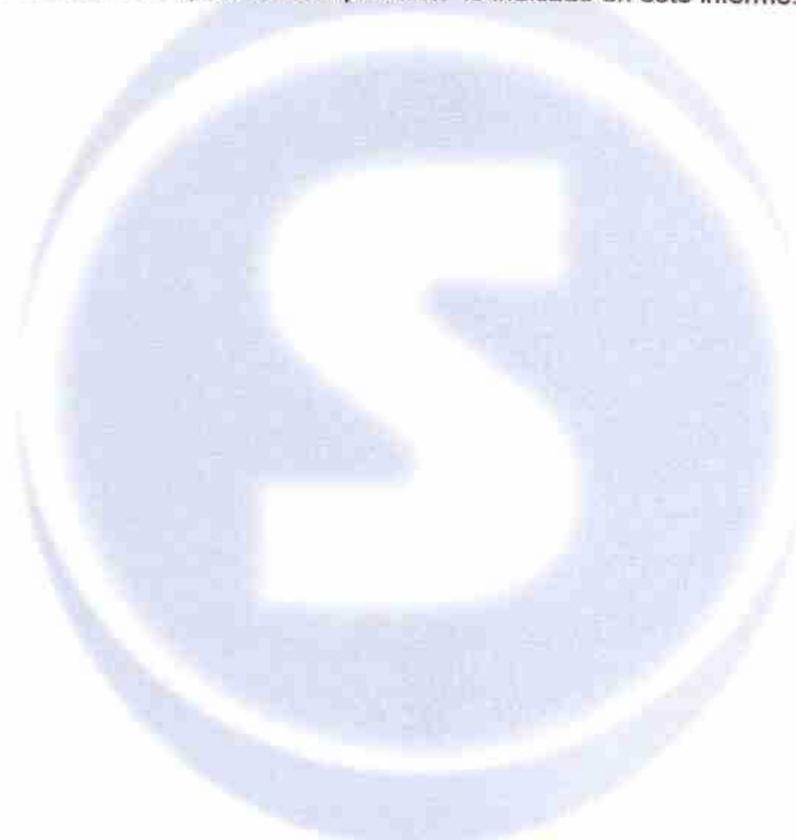


FIGURA 1.- Zona granulométrica recomendable de los materiales para bases de pavimentos con carpetas de concreto hidráulico

- 6.2.6 Sobre la capa de base colocar la losa de rodamiento de 14 cm con un MR de 42 kgf/cm² a la edad de 28 días o de acuerdo a lo especificado en el proyecto.
- 6.2.7 Para la formación de las banquetas y guarniciones, el concreto puede ser realizado en obra, por lo que se recomienda realizar la calidad de los agregados y el diseño de las mezclas para sus diferentes resistencias.
- 6.2.8 Se recomienda la construcción de obras de drenaje como cunetas, alcantarillas, rejillas, etc. Para evitar filtraciones hacia las capa del mejoramiento.
- ✚ Se recomienda que durante los trabajos se lleve un estricto control de calidad, para garantizar que los materiales empleados cumplan con lo indicado en este informe.



PAVIMENTO RIGIDO

METODOLOGIAS DE DISEÑO.

En todo proyecto de pavimento rígido, son tres los parámetros principales que se deben de tomar en cuenta: 1) tránsito vehicular, 2) resistencia del concreto MR, 3) características del terreno de apoyo.

Cuando se diseña un pavimento se debe representar las condiciones de apoyo lo más racional. Para ello, se tendrá en cuenta que lo que servirá de apoyo a la losa de concreto será el conjunto formado por el terreno natural (zona de arcillas), ya tratado con su previa compactación y las capas de mejoramiento que forman la estructura del pavimento, capa de sub-rasante y base, de esta manera este conjunto quedara representado por un módulo de reacción combinado.

La resistencia del concreto o diseño del mismo será establecido de acuerdo con la importancia de las zonas a pavimentar, con un uso constante e intenso.

Este pavimento está diseñado por el método AASHTO para pavimentos rígidos.

PARAMETROS DE DISEÑO.

Los parámetros de diseño son los siguientes:

Periodo de diseño	20	años
Desviación estándar	0.30	
No. De ejes equivalentes en millones	460686	Acceso y estacionamientos
Transito promedio diario anual (TPDA)	500	
Índice de confianza	85	%
Espesor de capa de base	20	cm
Coefficiente de transferencia de carga	2.5	
Coefficiente de franje	1.10	
Módulo de reacción (k)	7.5	kg/cm ³
Módulo de ruptura (MR)	42	kgf/cm ²

CALCULO DE LOS ESPESORES DEL PAVIMENTO.

Con los parámetros de diseño y siguiendo la metodología del criterio AASHTO, se calcularon los espesores del pavimento rígido, considerando en este diseño que son pavimentos que tendrán acotamientos o guarniciones en los laterales, quedando el diseño de la manera siguiente:

TIPO DE VIALIDAD	ESPESOR DEL PAVIMENTO (cm)	MODULO DE RUPTURA (MR)
Acceso y estacionamientos	14	42

MODULACIÓN DE LOSAS.

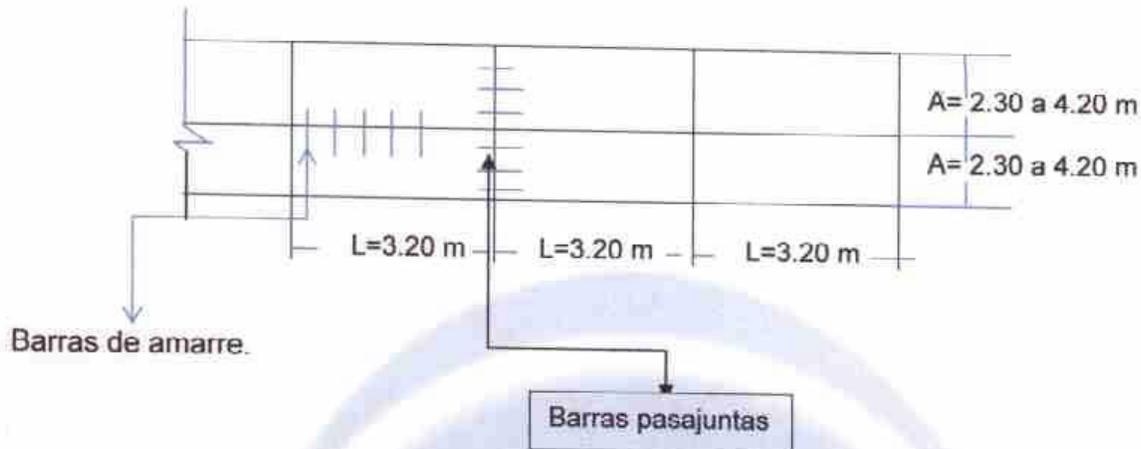
Con el objeto de hacer más ágiles los colados de las losas de pavimento, hace algunos años se tiene la práctica de colar franjas a lo largo de la superficie a pavimentar y después seccionarlas por medio de cortes con cortadoras de disco de diamante. Es muy importante no salirse de las dimensiones recomendadas por los diseñadores, porque esta situación crearía agrietamientos en las losas de concreto a edades tempranas.

La longitud de seccionamiento (corte) de las franjas es la que nos va a determinar el ancho de las mismas. Esta medida está determinada por el espesor del pavimento. En nuestro caso se tendrá lo siguiente:

Para un concreto de 12 cm se debe de tener el seccionamiento longitudinal a una distancia máxima de $L=3.20$ m.

El largo/ancho (L/A) de las losas puede ser con relación 1:1, es decir cuadradas, para fines prácticos y dependiendo del ancho de las calles este ancho se recomienda quede delimitado por la siguiente relación $0.71 \leq L/A \leq 1.40$. Donde L/A es largo entre ancho. Sin embargo se recomienda que estas medidas queden como se muestra en la siguiente figura.

Modulación para el pavimento de 14 cm de espesor.



Para que el pavimento tenga un excelente funcionamiento, es necesario colocar pasajuntas en los cortes transversales y barras de amarre en el sentido longitudinal, con diámetros y separaciones como se muestra en la siguiente tabla.

LONGITUDES, DIAMETROS Y SEPARACIONES DE BARRAS PASAJUNTAS Y BARRAS DE AMARRE.

BARRAS PASAJUNTAS			BARRAS DE AMARRE.		
Longitud	Diámetro	Separación	Longitud	Diámetro	separación
36 cm	$\frac{3}{4}$ "	30 cm	70 cm	$\frac{1}{2}$ "	80 cm

Las barras pasajuntas deberán ser barras lisas y tener engrasadas al menos una de sus mitades, se deben colocar silletas para su correcta colocación, cuidando su alineamiento vertical y horizontal.

Las barras de amarres pueden ser varillas corrugadas, se debe de cuidar su alineamiento horizontal y vertical.

6.3. RECOMENDACIONES GENERALES.

- 6.3.1. Los colados se deben de programar lo que se pueda colar preferentemente antes de las 14:00 horas, con la finalidad de dar el acabado final al concreto y realizar los cortes el mismo día.
- 6.3.2. Establecer antes de cada inicio de colado donde van a quedar las juntas de construcción, preferentemente deben de coincidir con las distancias de los cortes longitudinales de las losas, guarniciones y banquetas.
- 6.3.3. Se debe dejar un bombeo adecuado en el pavimento.
- 6.3.4. Se debe usar vibrador o regla vibratoria para la colocación del concreto.
- 6.3.5. Se debe de curar en concreto con una membrana de curado dejando una película uniforme y cubriendo toda la superficie del concreto, el curado se debe de realizar una vez que el concreto tenga su terminado y pierda su brillantes superficial.
- 6.3.7. **Los cortes de seccionamiento en las losas de concreto se deben de realizar el mismo día**, un indicativo es, cuando se puede subir la cortadora y no deja huellas sobre la superficie y al corte no despostilla las paredes del concreto. Esto generalmente ocurre entre las 4 y 6 horas después de colocado el concreto, dependiendo de las condiciones ambientales.
- 6.3.8. La profundidad de los cortes en el concreto debe ser **1/3 mínimo** de la altura o espesor del pavimento y la profundidad del corte se deberá de mantener en todo el ancho de la franja del concreto.
- 6.3.9. Sellar las juntas del concreto lo más rápido posible para evitar infiltración de polvo y otros agentes que pudieran interferir en el sellado, si se detecta una junta sucia se deberá limpiar con aire a presión para desalojar cualquier materia que impida un buen sellado.
- 6.3.10. Se debe procurar que en largo de las guarniciones y baquetas coincidan con los largos de las losas para que la junta trabaje conjuntamente con la guarnición y evitar la transferencia de agrietamientos a estos elementos.
- 6.3.11. Se debe establecer con la empresa que suministra el concreto, la edad final para que el concreto alcance el MR de proyecto y esto dependerá de la rapidez con que se abran el patio de maniobras al tráfico.
- 6.3.12. Una vez terminado el pavimento no se debe permitir la circulación a camiones, principalmente los de doble eje traseros y cargados, sino hasta que alcance su MR de proyecto.

6.4 SELLADO DE JUNTAS.

- 6.4.1 El sellado de juntas es muy importante en los pavimentos rígidos tienen dos funciones principales, evitar la infiltración de agua de la superficie hacia las capas inferiores y la acumulación de material ajeno al concreto que pudiera ocasionar despostillamiento y/o trabazón entre las losas.
- 6.4.2 Una vez limpia y seca la ranura de corte, así como sus ensanches para formar sus cajas de sello, se procede a la colocación del cordón o tira de respaldo. Existen tres tipos básicos de TIRAS DE RESPALDO.
- 6.4.3 **ESPUMA DE POLIETILENO.** Es moderadamente compresible y no absorbe agua. Puede fusionarse con sellantes aplicados en caliente, por lo que su uso se restringe a los sellantes colocados en frío.
- 6.4.4 **ESPUMA ENTRELAZADA DE POLIETILINO.** Consiste en una serie de celdas moderadamente compresibles y unidas entre si, que no absorben agua y son compatibles con sellantes aplicados en caliente.
- 6.4.5 **POLIURETANO.** Espuma de celda abierta que absorbe agua. No se mezcla con el material sellante aplicado en caliente, es muy compresible. Es el más común y normalmente se utiliza en la conjunción de sellantes en caliente.
- 6.5.6 El tamaño de estos cordones depende de la geometría de las cajas que alojaran los sellos: se procura que siempre entren a presión, comprimidos al 25% aproximadamente, a fin de que penetren adecuadamente en la ranura, pero que al mismo tiempo se garantice contacto permanente con las paredes del corte.
- 6.4.7 El material de sello se coloca sobre las tiras de respaldo, es un material elastómero y se busca que este material permanezca con sus propiedades durante el mayor tiempo posible, ante diferentes condiciones ambientales, los tipos de sellantes más comunes son: poliuretano, polisulfuro y silicones.

7. Croquis de localización de los pozos a cielo abierto

Obra: Edificio para departamentos de cinco niveles
Lugar: Calle Av. Madero oriente y Plan de Ayala, Morelia, Michoacán.

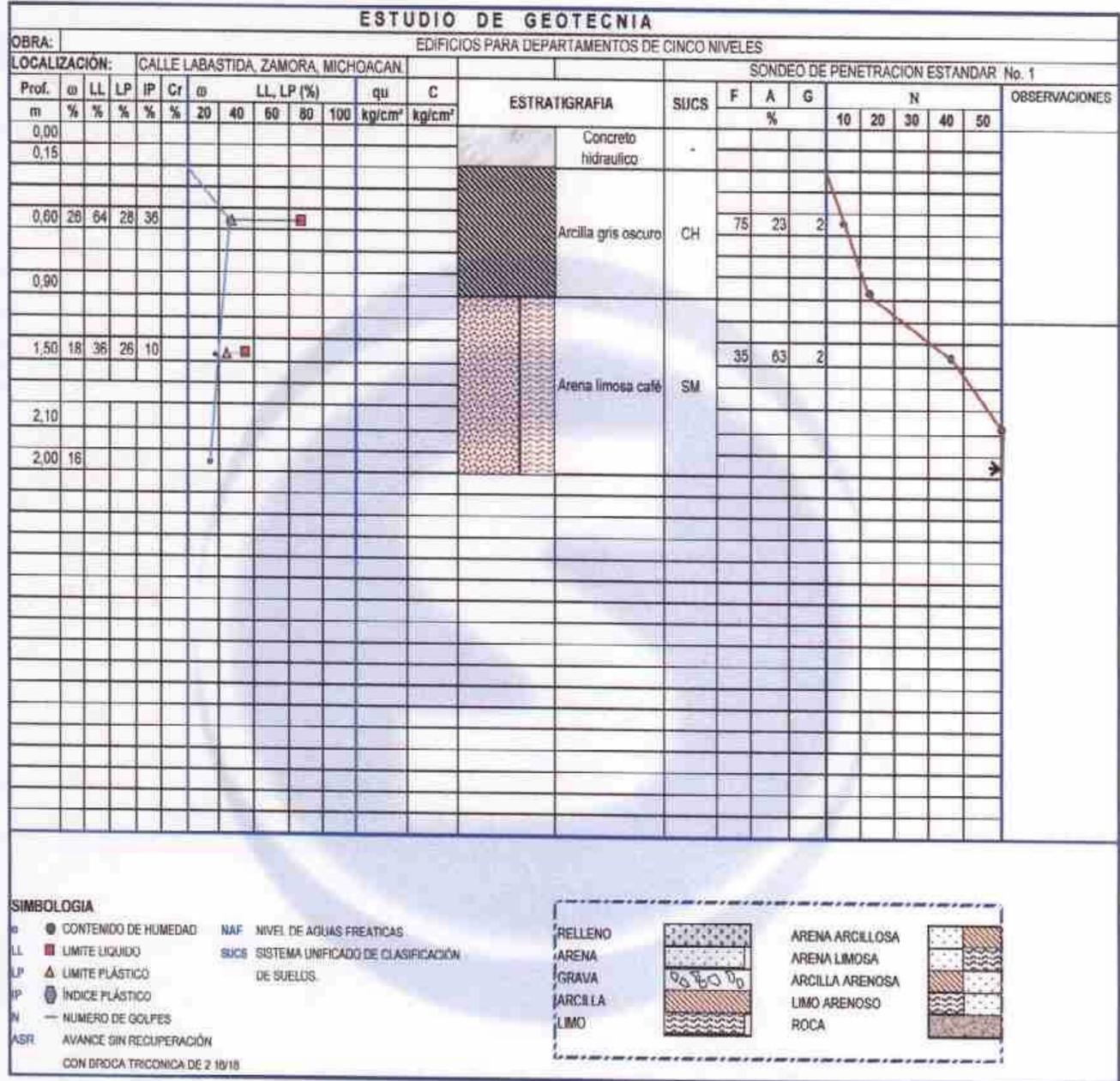


OBRA: EDIFICIOS PARA DEPARTAMENTOS DE CINCO NIVELES

LUGAR: AV. FCO. I. MADERO ORIENTE, MORELIA, MICH.



8. TABLA DE RESULTADOS



OBRA: EDIFICIOS PARA DEPARTAMENTOS DE CINCO NIVELES

LUGAR: AV. FCO. I. MADERO ORIENTE, MORELIA, MICH.

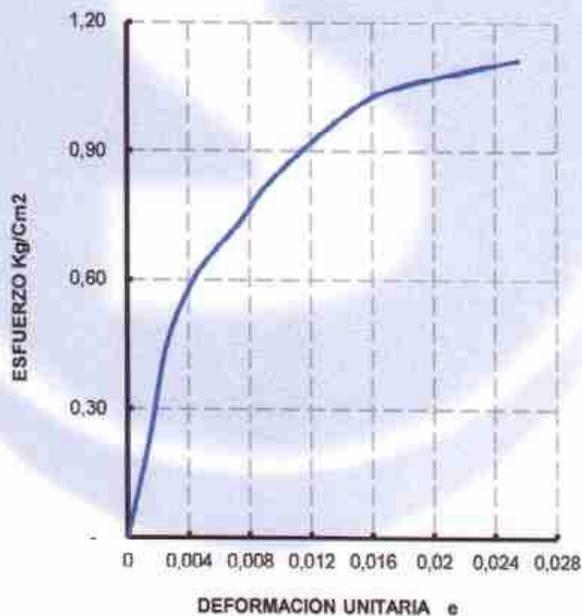
9. COMPRESION SIMPLE SIN CONFINAR

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

PRUEBA:	COMPRESION SIMPLE SIN CONFINAR
OBRA:	EDIFICIOS PARA DEPARTAMENTOS DE CINCO NIVELES
SPE	No. 2 PROFUNDIDAD DE 1,60 M
UBICACIÓN:	AVENIDA FRANCISCO I. MADERO ORIENTE
LUGAR:	MORELIA, MICHOACAN.

E-1
 Peso Volumétrico = 1,720 T/M³
 $q_u = 1,114$ kg/cm²
 $c = 0,557$ kg/cm²

CURVA ESFUERZO DEFORMACION



OBRA: EDIFICIOS PARA DEPARTAMENTOS DE CINCO NIVELES

LUGAR: AV. FCO. I. MADERO ORIENTE, MORELIA, MICH.

10. CIRCULOS DE MORH

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

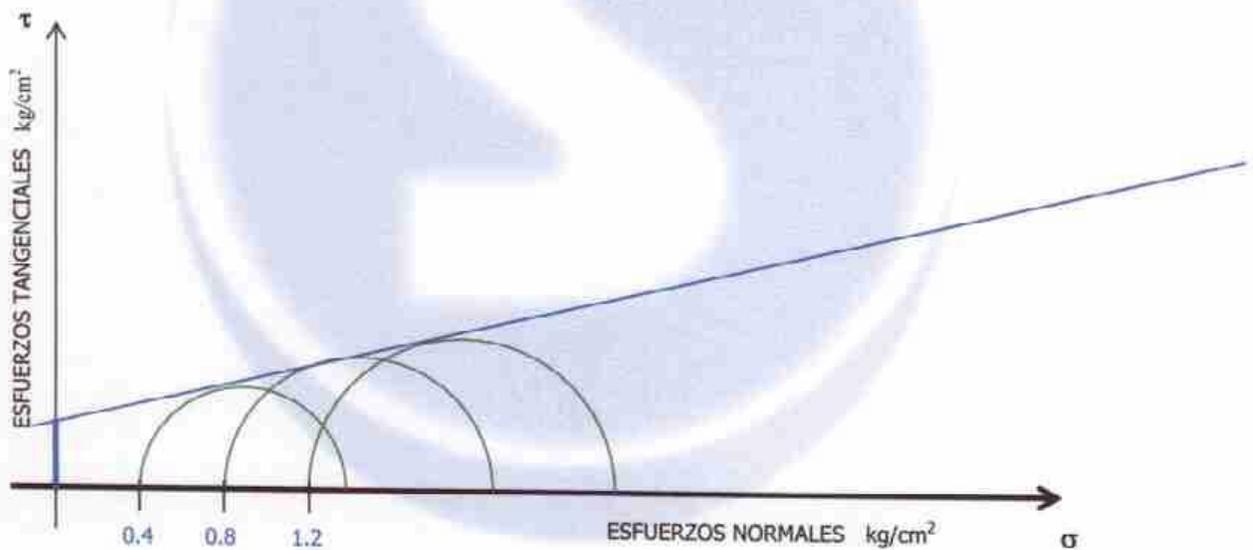
Prueba: Compresión Triaxial Rápida

Obra: Edificios para departamentos de cinco niveles

SPE No. 3 Prof. 1.80 m

Lugar: Av. Francisco I. Madero Oriente,
Morelia, Michoacán.

Prueba No.	σ_3 kg/cm ²	$\sigma_1 - \sigma_3$ kg/cm ²	γ_m g/cm ³	Parámetros de Resistencia Al esfuerzo cortante c = 0.333 kg/cm² $\phi = 13.0^\circ$
1	0.4	0.973	1740	
2	0.8	1.263	1690	
3	1.2	1.447	1700	



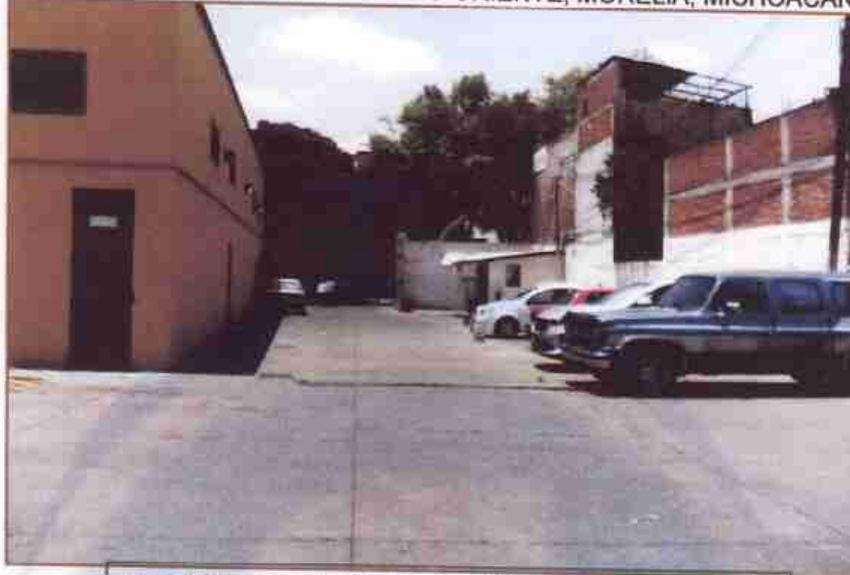
ESCALA: 3 cm = 1 kg/cm²

OBRA: EDIFICIOS PARA DEPARTAMENTOS DE CINCO NIVELES

LUGAR: AV. FCO. I. MADERO ORIENTE, MORELIA, MICH.

11. INFORME FOTOGRAFICO

OBRA: EDIFICIOS PARA DEPARTAMENTOS DE CINCO NIVELES
LUGAR: AV. FRANCISCO I. MADERO ORIENTE, MORELIA, MICHOACAN



Condiciones actuales del predio en estudio (acceso)



Condiciones actuales del predio en estudio (parte media)

OBRA: EDIFICIOS PARA DEPARTAMENTOS DE CINCO NIVELES

LUGAR: AV. FCO. I. MADERO ORIENTE, MORELIA, MICH.



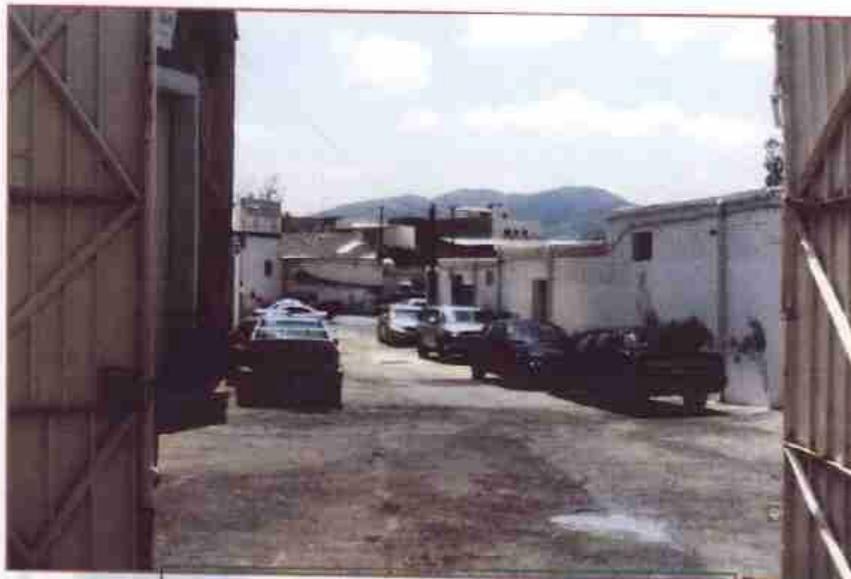
Servicios Integrados de Control de Calidad

SICCA

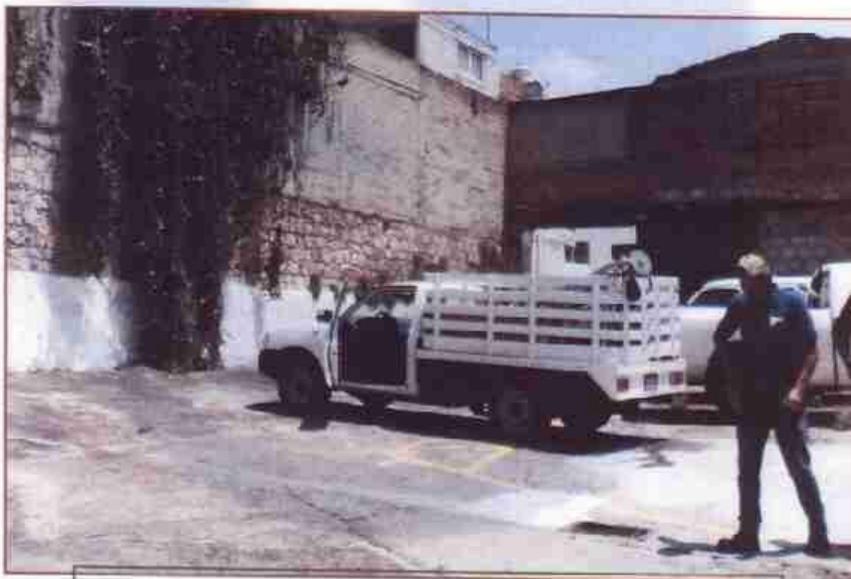
**LABORATORIO
PARA LA CONSTRUCCIÓN**

Página 33 de 38

OBRA: EDIFICIOS PARA DEPARTAMENTOS DE CINCO NIVELES
LUGAR: AV. FRANCISCO I. MADERO ORIENTE, MORELIA, MICHOACAN



Condiciones actuales del predio en estudio



Condiciones actuales del predio en estudio (parte alta)

OBRA: EDIFICIOS PARA DEPARTAMENTOS DE CINCO NIVELES

LUGAR: AV. FCO. I. MADERO ORIENTE, MORELIA, MICH.

OBRA: EDIFICIOS PARA DEPARTAMENTOS DE CINCO NIVELES
LUGAR: AV. FRANCISCO I. MADERO ORIENTE, MORELIA, MICHOACAN



Trabajos con el equipo de penetración estándar del SPE No. 1



Trabajos con el equipo de penetración estándar del SPE No. 1

OBRA: EDIFICIOS PARA DEPARTAMENTOS DE CINCO NIVELES

LUGAR: AV. FCO. I. MADERO ORIENTE, MORELIA, MICH.



Servicios Integrados de Control de Calidad

SICCA

**LABORATORIO
PARA LA CONSTRUCCIÓN**

Página 35 de 38

OBRA: EDIFICIOS PARA DEPARTAMENTOS DE CINCO NIVELES
LUGAR: AV. FRANCISCO I. MADERO ORIENTE, MORELIA, MICHOACAN

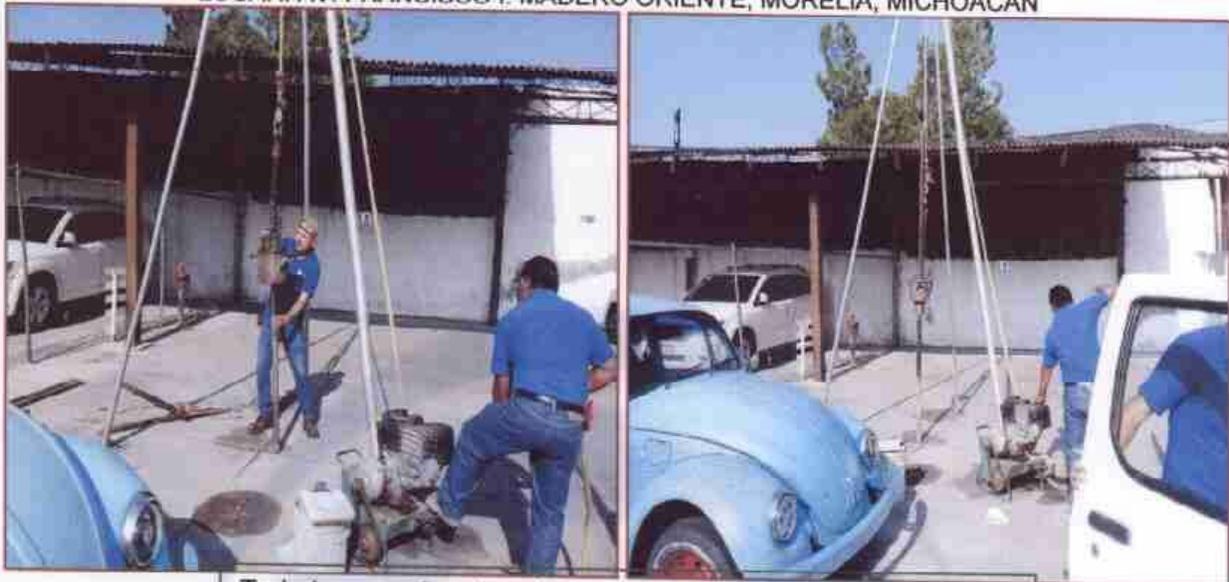


Toma de muestras con el muestreo de tubo partido SPE No. 1

OBRA: EDIFICIOS PARA DEPARTAMENTOS DE CINCO NIVELES

LUGAR: AV. FCO. I. MADERO ORIENTE, MORELIA, MICH.

OBRA: EDIFICIOS PARA DEPARTAMENTOS DE CINCO NIVELES
LUGAR: AV. FRANCISCO I. MADERO ORIENTE, MORELIA, MICHOACAN



Trabajos con el equipo de penetración estándar del SPE No. 2



Trabajos con el equipo de penetración estándar del SPE No. 2

OBRA: EDIFICIOS PARA DEPARTAMENTOS DE CINCO NIVELES

LUGAR: AV. FCO. I. MADERO ORIENTE, MORELIA, MICH.

OBRA: EDIFICIOS PARA DEPARTAMENTOS DE CINCO NIVELES
LUGAR: AV. FRANCISCO I. MADERO ORIENTE, MORELIA, MICHOACAN



Toma de muestras con el muestreado de tubo partido SPE No. 2



Toma de muestras con el muestreado de tubo partido SPE No. 2

OBRA: EDIFICIOS PARA DEPARTAMENTOS DE CINCO NIVELES

LUGAR: AV. FCO. I. MADERO ORIENTE, MORELIA, MICH.



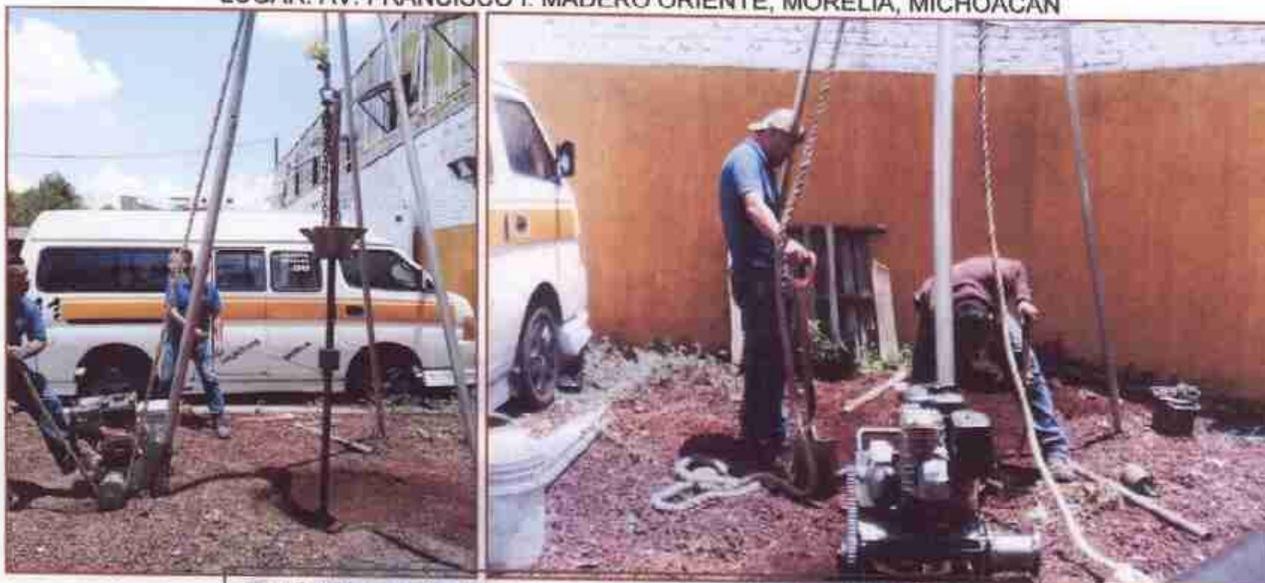
Servicios Integrados de Control de Calidad

SICCA

**LABORATORIO
PARA LA CONSTRUCCIÓN**

Página 38 de 38

LUGAR: AV. FRANCISCO I. MADERO ORIENTE, MORELIA, MICHOACAN



Trabajos con el equipo de penetración estándar del SPE No. 3



Toma de muestras con el muestreado de tubo partido SPE No. 3

OBRA: EDIFICIOS PARA DEPARTAMENTOS DE CINCO NIVELES

LUGAR: AV. FCO. I. MADERO ORIENTE, MORELIA, MICH.