



ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELO

REHABILITACIÓN CON CONCRETO HIDRÁULICO DE LA AV.
PABLO SILVA GARCÍA - VARIAS COLONIAS, VILLA DE ÁLVAREZ,
COL.

LABORATORIO DE MATERIALES Y MECÁNICA DE SUELO

Abril 2023

**INFORME DE RESULTADOS DE ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS
(FT-MS-247.1)**



Figura 1. Prueba de penetración estándar.

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS REALIZADO PARA EVALUACION DEL SOPORTE DEL SUELO, UBICADA EN LA VIALIDAD PABLO SILVA, EN EL MUNICIPIO DE VILLA DE ALVAREZ, COLIMA, MÉXICO.

**H. AYUNTAMIENTO DE VILLA DE ALVAREZ
PRESENTE**

Estamos presentando a usted el resultado del estudio de mecánica de suelos realizado, en la vialidad Pablo Silva, ubicada en el municipio Villa de Álvarez, Colima, para la evaluación del soporte del suelo.

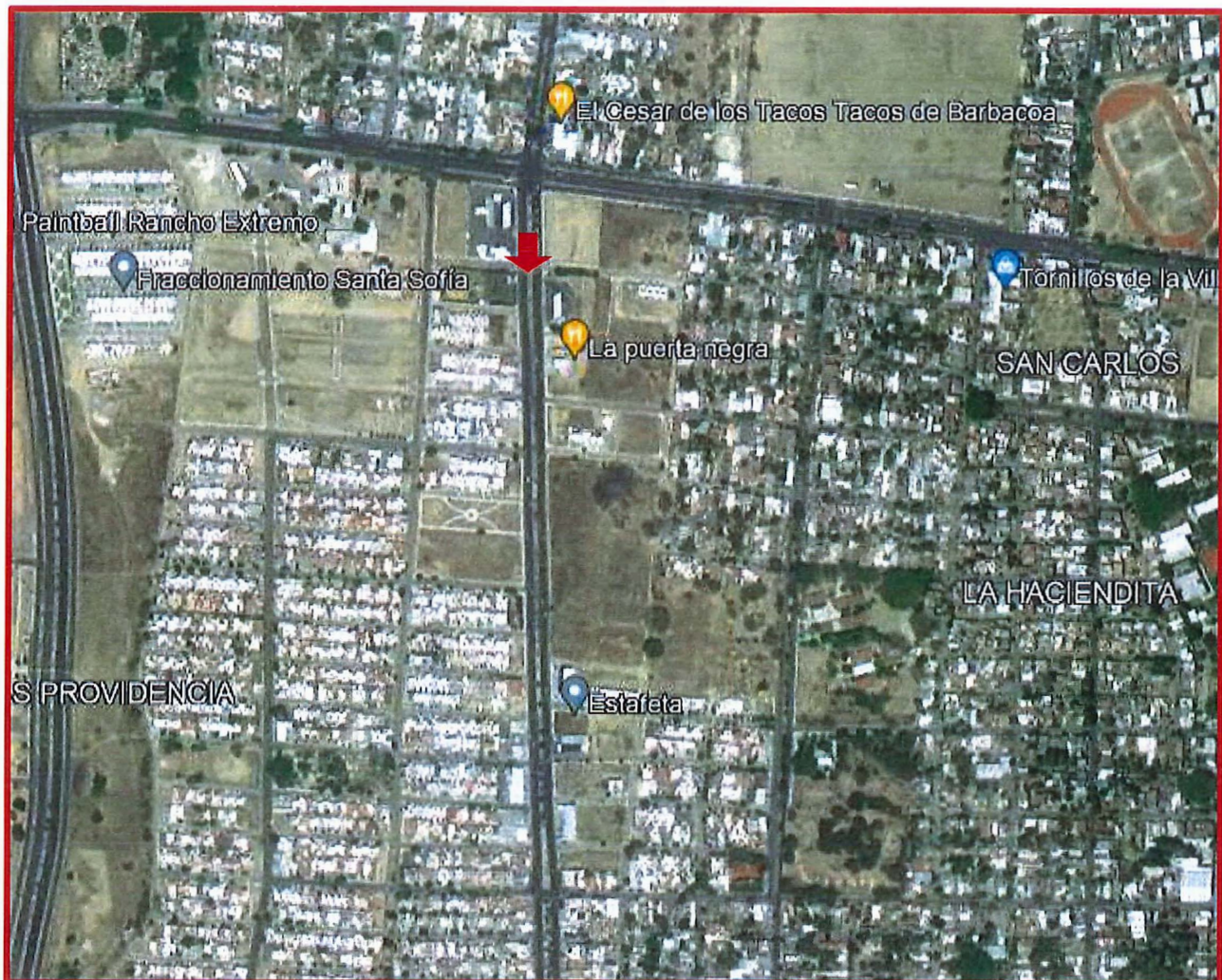


Figura 2. Ubicación General del predio, vialidad Pablo Silva, en el Municipio de Villa de Álvarez, Colima.

ÍNDICE

1. Antecedentes generales.....	5
2. Ensayo de penetración estándar.....	6
2.1 Metodología de ensayo.....	6
3. Normalización del método según norma ASTM D-1586 (ref. 2, 3).....	7
4. Normas de referencia empleadas en este estudio.....	8
5. Antecedentes del predio estudiado y croquis de ubicación.....	9
6. Pruebas de campo y laboratorio.....	10
7. Calculo de la capacidad de carga del terreno.....	13
7.1 Calculo de capacidad de carga de la losa de cimentación.....	13
8. Recomendaciones generales.....	13
8.1. Recomendaciones.....	14
9. Memoria fotográfica.....	15

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Prueba de penetración estándar.....	1
Figura 2. Ubicación General del predio, vialidad Pablo Silva,	2
Figura 3. Detalle de realización del estudio de penetración estándar.....	6
Figura 4. Esquema del saca-muestras empleado durante el estudio	7
Figura 5. Ubicación del sondeo realizado.	9
Figura 6. Corte estratigráfico sondeo 1	12
Figura 7. Regiones Sísmicas de México (CFE 2015).....	14

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Localización de los sondeos, estrato resistente N.A.F.	9
Tabla 2. Características físicas y mecánicas del suelo (Sondeo # 1)	11
Tabla 3. Capacidad de Carga para una Losa de Cimentación.....	13

1. ANTECEDENTES GENERALES

En la práctica resulta imposible conocer geotécnicamente el terreno en un 100%, toda caracterización se apoya en un número limitado de observaciones, prospecciones y ensayos, todo lo cual permite a la persona interesada “razonablemente” conceptualizar geotécnicamente el terreno. Luego, siempre permanecerá un nivel de incertidumbre relativa a las características geotécnicas del sitio de emplazamiento de la estructura definitiva, el cual será mayor o menor, de acuerdo a la calidad y densidad de la prospección y a las características geológicas propias del sitio en cuestión.

En la definición de una prospección de terreno para desplantar una cimentación, se necesitan establecer y decidir al menos dos importantes variables:

- Profundidad a explorar
- Tipo de exploración a realizar.

La profundidad a explorar se puede separar en dos: una asociada a la prospección del terreno comprometido con la estabilidad de las cimentaciones, tanto desde un punto de vista resistencia como deformabilidad y otra, de mayor magnitud, orientada a establecer la secuencia de los estratos de suelo en profundidad que controlan la respuesta sísmica del terreno en superficie.

Así mismo, el tipo de exploración depende básicamente de: profundidad a explorar, tipo de suelo presente y ubicación del nivel freático.

Como inicialmente no se conoce el terreno, la información de las dimensiones de la cimentación tampoco se conoce, luego, resulta necesario tener una primera estimación del terreno, la cual es posible de establecer en base a geología de superficie a través de estudios de Mecánica de Suelos.

Sobre las diferentes técnicas existentes a la fecha se mencionan a continuación las de mayor difusión internacional:

- Ensayo Normal de Penetración (SPT)
- Ensayo dinámicos de conos.
- Ensayos estáticos de conos (CPT, CPTU)
- Presiómetros
- Dilatómetros.

2. ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR

La metodología por la cual se hinca un saca-muestras en el subsuelo, entregándole una cierta energía es sin duda la más extendida en la disciplina geotécnica, para la determinación "in situ" de algunas propiedades ingenieriles de los suelos.

2.1 Metodología de ensayo

La metodología propuesta por Fletcher exhibía las siguientes tareas:

Ejecutar una perforación en la zona donde se analizaba el subsuelo, la cual se limpiaba por medio de inyección de agua hasta la profundidad a la que se deseaba extraer la muestra, luego se bajaba la cuchara partida enroscada al extremo de las barras del sondeo. Una vez que la cuchara llegaba al fondo de la perforación, comenzaba el ensayo de penetración propiamente dicho, materializado por medio de un dispositivo que dejaba caer libremente una maza de 140 libras (63,5 kg) desde una altura de 30" (762 mm) sobre la cabeza de golpeo de las barras de sondeo para que el saca-muestras penetrará primero 6" (15 cm). El No. De golpes necesario para la hincada del saca-muestras se le llamó resistencia normal a penetración (N).

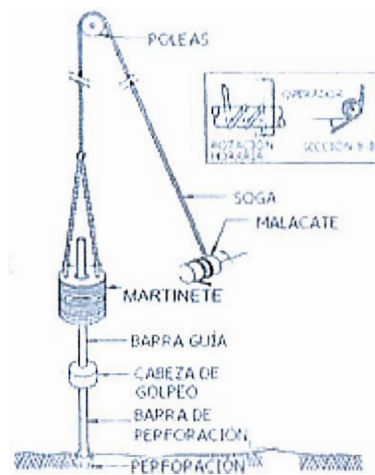


Figura 3. Detalle de realización del estudio de penetración estándar

Una vez finalizada la hincada, se extraía la muestra, abriendo longitudinalmente la cuchara, se la colocaba en un recipiente hermético y se le etiquetaba indicando: obra, número de sondeo, número de muestra, profundidad y el valor de N. En todo momento las muestras debían de estar al resguardo de heladas o del sol hasta su llegada al laboratorio para la determinación de los parámetros correspondientes.

3. NORMALIZACIÓN DEL MÉTODO SEGÚN NORMA ASTM D-1586 (ref. 2, 3)

La primera descripción de la ASTM sobre el SPT fue publicada en abril de 1958 y se denominó "Método tentativo de ensayo de penetración y toma de muestras del suelo con tubo testigo hendido longitudinalmente". En 1967 la ASTM lo transformó en método normalizado. La normalización actual D 1586-84 (re-aprobada 1992) no contiene grandes cambios desde sus ediciones originales.

Los elementos y las características relevantes del método propuesto por la ASTM son las siguientes:

1. Maza de golpeo de 63,5 kg
2. Altura de caída: 76 cm
3. Saca-muestras: de diámetro externo = (50 mm ó 2 pulgadas)
4. Saca-muestras: de diámetro interno = (35 mm ó 1 3/8 pulgadas)
5. Variante con diámetro interno 38 mm y tubo porta muestras (diámetro interno final 35 mm)
6. Mecanismo de liberación del martinete mediante soga y malacate
7. Barras de sondeo
8. Cabeza de golpeo.

El rechazo se define de acuerdo a las siguientes alternativas:

1. Total de 50 golpes aplicados en el hincado.
2. Cuando se han acumulado un total de 100 golpes.
3. Cuando no se observa ningún avance del saca-muestras durante la aplicación de 10 golpes sucesivos del martinete.

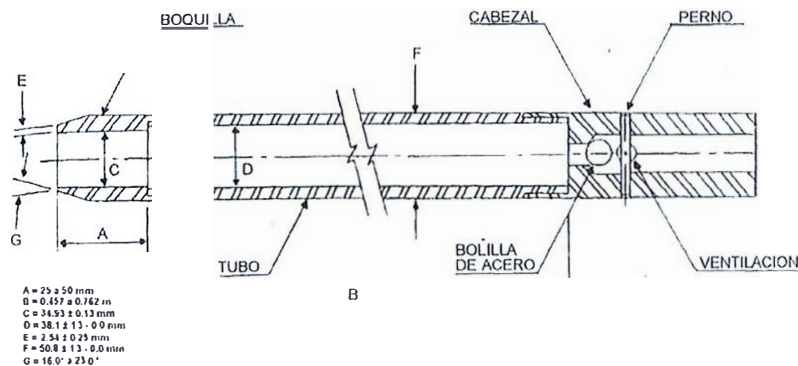


Figura 4. Esquema del saca-muestras empleado durante el estudio

4. NORMAS DE REFERENCIA EMPLEADAS EN ESTE ESTUDIO

NMX-C-431-ONNCCE-2002 Toma de muestras alteradas e inalteradas y métodos de prueba*

NMX-C-468-ONNCCE-2013 Preparación de muestra.*

NMX-C-475-ONNCCE-2013 Determinación del contenido de agua mediante horno*

NMX-C-496-ONNCCE-2014 Determinación de la composición granular.*

NMX-C-493-ONNCCE-2014 Límites de consistencia de suelos.*

NMX-C-165-ONNCCE-2014 Determinación de la densidad relativa y absorción de agua del agregado fino.*

ASTM D 2487 - 93 Clasificación de suelos para propósitos de ingeniería (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, SUCS)

ASTM D 1586-11 *Standard Test Method for Standard Penetration Test (SPT) and Split-Barrel Sampling of Soils*

Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de cimentaciones para Guadalajara 1997

5. ANTECEDENTES DEL PREDIO ESTUDIADO Y CROQUIS DE UBICACIÓN

Se realizó 1 sondeo de Penetración Estándar a petición del cliente, a una profundidad máxima de 2,40 m. Se encontró el estrato resistente ($N > 50$), no se localizó el nivel de aguas freáticas (NAF) en la profundidad estudiada. A continuación se muestra la ubicación del sondeo.

Sondeo No.	Estrato Resistente ($N > 50$)	Nivel de Aguas Fre (N. A. F.)	Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator (WGS84)
1	2.40 m	No se encontró	13Q 0631589 - UTM 2131207

Tabla 1 Localización de los sondeos, estrato resistente N.A.F.

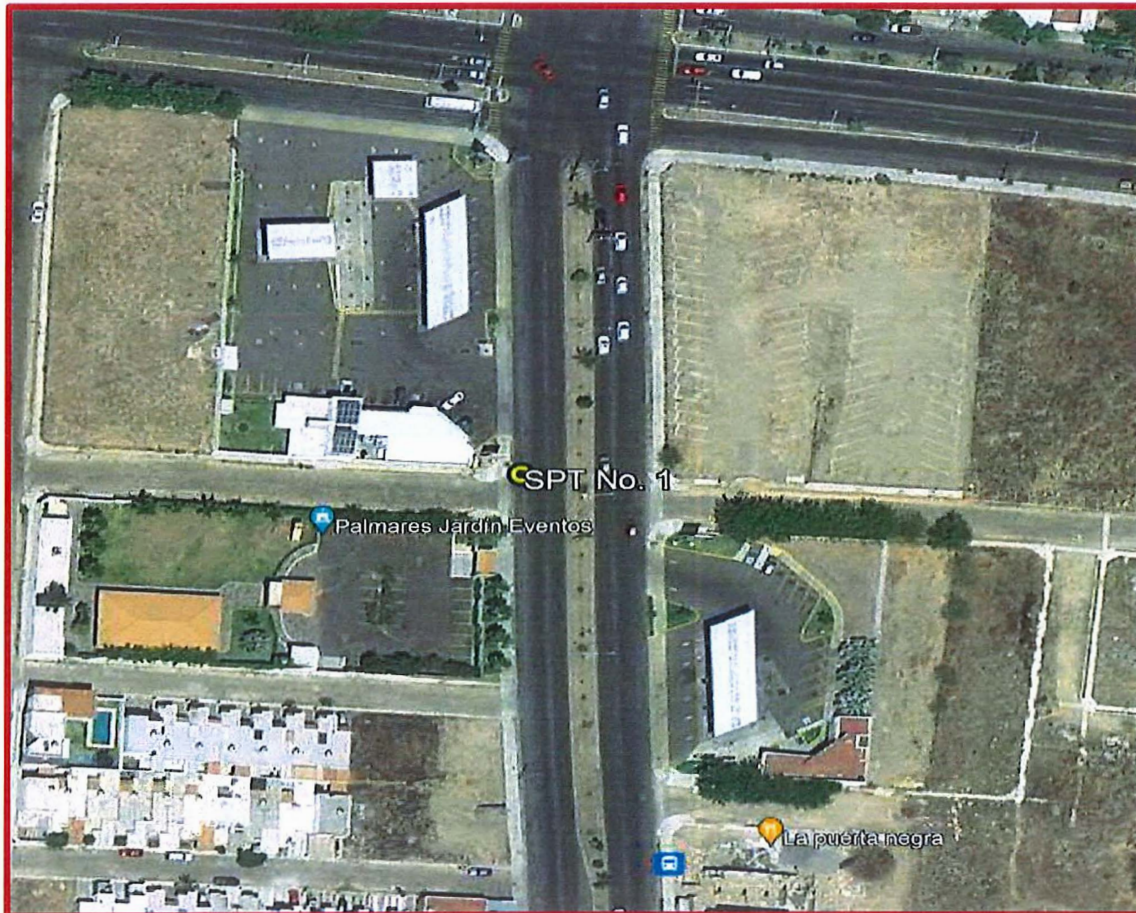


Figura 5. Ubicación del sondeo realizado.

6. PRUEBAS DE CAMPO Y LABORATORIO

Se efectuó una pruebas de Penetración Estándar a cada 60 cm de profundidad, determinando el diagrama de los estratos del sub-suelo, rescatando además muestras alteradas del terreno a cada 60 cm de profundidad, para su análisis en el laboratorio, obteniendo las características físicas y mecánicas, así como las propiedades índice que proporcionan las condiciones y limitaciones para el diseño de las cimentaciones de las edificaciones que se proyectan.

En el laboratorio se determinaron las características físicas como masas volumétricas, masas específicas relativa de los sólidos, contenido de humedad, composición granular, índices de consistencia, clasificación tipo SUCS, y en gabinete determinación de la relación de vacíos, porosidad, compacidad relativa, ángulo de fricción interna y grado de saturación.

El sub-suelo estudiado hasta las profundidades mencionadas está constituido en su mayoría por material consistentes en **ARENAS LIMOSA (SM)** con compacidades de **MEDIA** en los primeros estratos, y de compacidad **COMPACTA** en los estratos inferiores del subsuelo, a la profundidad de exploración (ver cortes estratigráficos).

**CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DEL SUELO
SONDEO No. 1**

PROFUNDIDAD	de 0,00 m	de 0,60 m	de 1,20 m	de 1,80 m
	a 0,60 m	a 1,20 m	a 1,80 m	a 2,40 m
Masa volumétrica húmeda natural (kg/m ³)	1 294	1 151	1 086	1 236
Masa volumétrica seca suelta (kg/m ³)	1 245	1 112	1 047	1 165
Masa volumétrica seca compacta (kg/m ³)	1 743	1 557	1 466	1 631
Masa específica relativa de los sólidos	2,63	2,66	2,67	2,65
Contenido de agua (%)	3,8%	3,3%	3,5%	5,8%
Material que pasa la malla # 4 (%)	97,3%	97,3%	99,5%	99,6%
Material que pasa la malla # 40 (%)	61,4%	61,4%	71,5%	71,4%
Material que pasa la malla # 200 (%)	18,1%	18,3%	16,0%	16,0%
Límite líquido, LL (%)	27,11%	27,09%	24,85%	24,61%
Límite plástico, LP (%)	NP	NP	NP	NP
Índice plástico, IP (%)	NP	NP	NP	NP
Contracción lineal, CL (%)	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Clasificación S.U.C.S.	(SM)	(SM)	(SM)	(SM)
Número de golpes "N"	21	16	29	50
Relación de vacíos, e	1,11	1,39	1,55	1,27
Porosidad, n (%)	52,6%	58,1%	60,7%	55,9%
Grado de saturación, Gw (%)	7,2%	5,8%	5,7%	10,4%
Cohesión (kg/cm ²)				
Consistencia				
Compacidad Relativa, Cr (%)	51%	43%	63%	85%
Compacidad	MEDIA	MEDIA	MEDIA	COMPACTA
Angulo de fricción interna, f (°)	33	32	36	41

Observaciones:

No se detectó presencia de nivel de aguas freáticas.

REFERENCIAS:

- NMX-C-468-ONNCCE-2018 Preparación de muestras.
- NMX-C-475-ONNCCE-2013 Determinación del contenido de agua mediante horno.
- NMX-C-493-ONNCCE-2018 Límites de consistencia de suelos.
- NMX-C-496-ONNCCE-2014 Determinación de la composición granulométrica.

Tabla 2. Características físicas y mecánicas del suelo (Sondeo # 1)

CORTE ESTRATIGRÁFICO DEL SONDEO No. 1

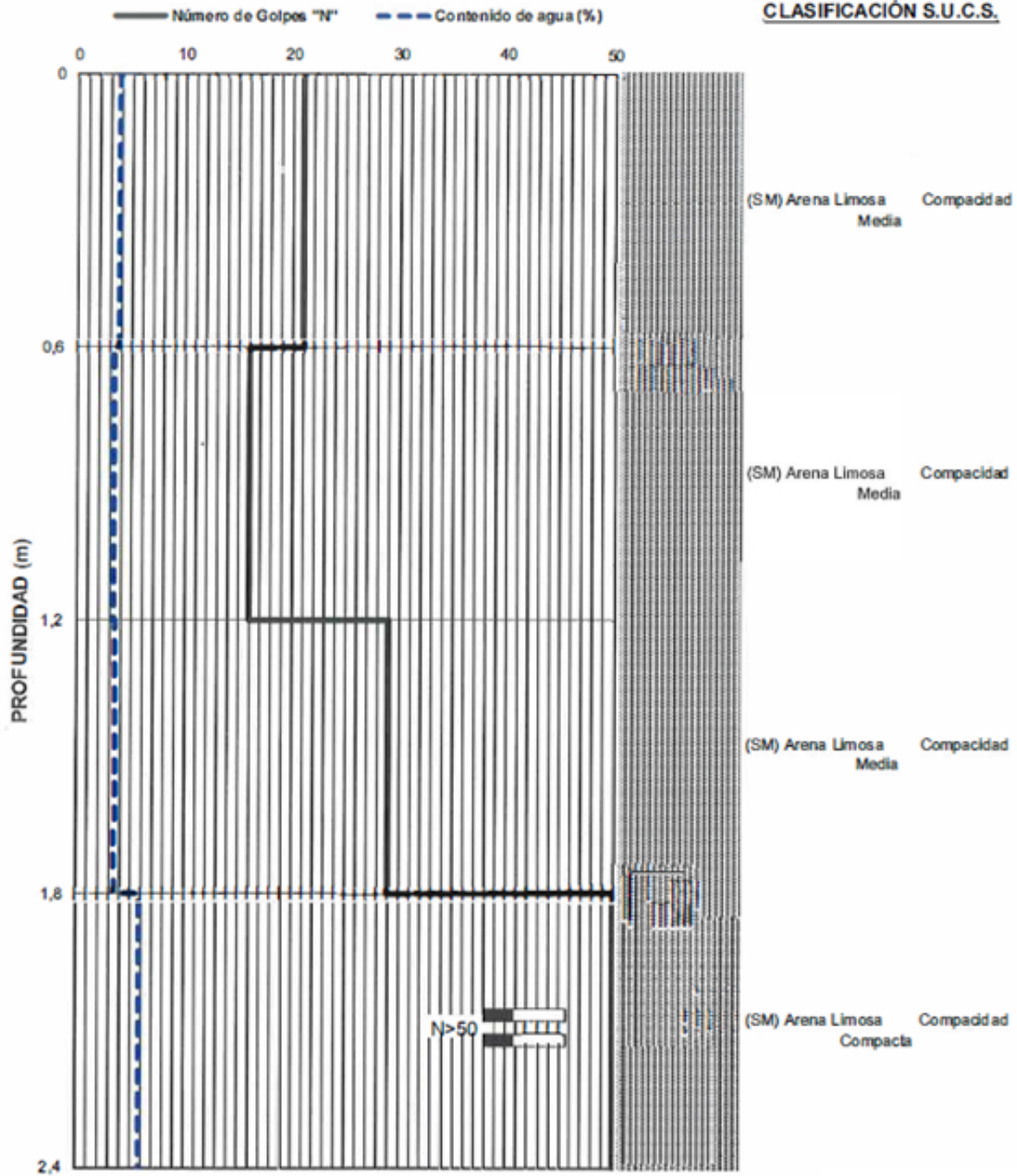


Figura 6. Corte estratigráfico sondeo 1

7. CALCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA DEL TERRENO

Los tipos de cimentación que se adecuan para las condiciones encontradas en el subsuelo es del tipo superficial, zapatas aisladas o corridas. Se dan las recomendaciones para losa de cimentación en caso que se tenga en el proyecto.

7.1 Calculo de capacidad de carga de la losa de cimentación.

Se considera la estimación de la capacidad de carga para losas de cimentación sobre suelos granulares con base en la ecuación general de capacidad de carga (T. Meyerhof) como sigue:

$$q_{adm} (kN / m^2) = \frac{N_{60} (B + 0,3)^2}{0,08 B} F_d \left(\frac{S_e}{25} \right)$$

Ancho de la cimentación (B)	5,0 m
Resistencia a la penetración estándar	12 golpes
Resistencia a la penetración estándar corregida N60	7 golpes
Profundidad de desplante Df	1,20 m
Asentamiento esperado en la cimentación	2,5 cm
Factor de profundidad Fd	1,07
Factor de seguridad FS	3

Tabla 3. Capacidad de Carga para una Losa de Cimentación

Profundidad D _f (m)	0,60	0,80	1,20
*Losa de cimentación	q_{adm} (t/m²)	q_{adm} (t/m²)	q_{adm} (t/m²)
	9,60	9,70	9,90
*Considerando un ancho de losa de 5,00 m			

8. RECOMENDACIONES GENERALES

Con la información obtenida durante las exploraciones y a las condiciones del proyecto, se recomienda lo siguiente:

8.1. Recomendaciones.

Se tiene una buena compacidad del suelo, lo que nos indica un buen soporte para la vialidad, en el sondeo realizado no se presentó nivel de aguas freáticas, el material encontrado se clasifica como arenas limosas sin plasticidad. Para complementar el análisis se recomienda analizar la calidad completa del material existente, así como una prueba de placa para evaluar el Modulo de reacción.

Deberán de tomarse las precauciones necesarias por efectos sísmicos ya que el terreno se localiza en la Región "D" Sísmica de la República Mexicana, usando los coeficientes sísmicos que recomienda el Reglamento de Obras Civiles de la C.F.E.

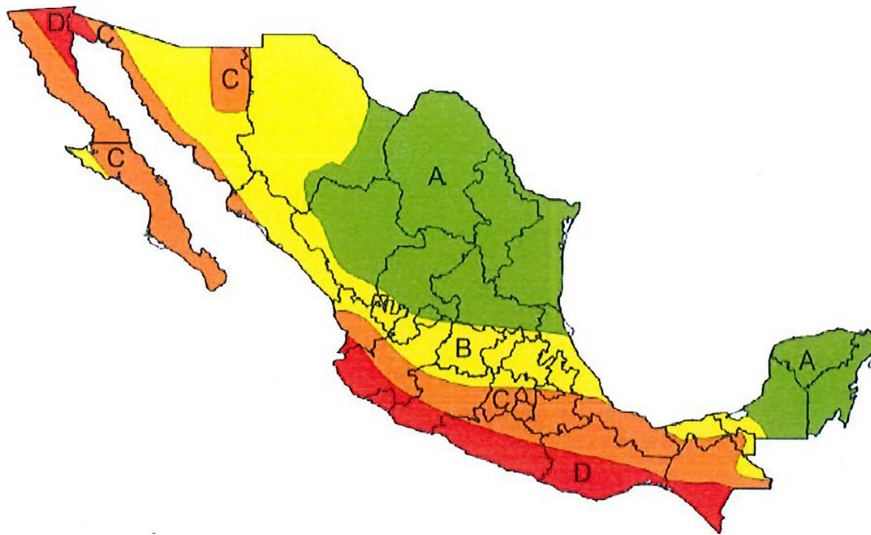


Figura 7. Regiones Sísmicas de México (CFE 2015)

Si al momento de iniciar los trabajos se encuentran condiciones diferentes a las mencionadas en éste estudio, se recomienda notificar al laboratorio para tomar las medidas necesarias.

Sin más, quedamos pendientes para cualquier duda y/o comentario al respecto.

ATENTAMENTE

9 MEMORIA FOTOGRÁFICA



Fotografías 1 y 2 : Realización de los sondeos exploratorios SPT.



Fotografías 3 : Recuperación de muestra alterada mediante tubo partido.