

MONTERREY, N.L., ENERO 2021

**SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y OBRAS PUBLICAS DE S.L.P., SAN LUIS POTOSÍ.  
ATENCION. –**

Por medio de la presente, manifiesto ser responsable del **ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS con N°MS-2021-001-02** para la futura construcción de una Antena de Telecomunicaciones, en un predio ubicado sobre la Av. Mezquite, Fracc. Urbana Morelos, en el municipio de S.L.P., San Luis Potosí, México.

**Expediente Catastral:**

**Propietario:**

El cual doy a decir verdad todo lo descrito en dicho informe, siempre y cuando si sigan al pie de la letra las aclaraciones y recomendaciones.



Cualquier duda o comentario, favor de avisar. Quedamos a sus órdenes.

**A t e n t a m e n t e**

Monterrey, N.L., México a 10 de Enero de 2021

---

**Ing. Gerardo Martínez de la Fuente**

Cédula Profesional N° 9027136

Ingeniero Civil – Geotecnista



**ÍNDICE**

1.- INTRODUCCIÓN	3
1.1.- <i>Croquis de ubicación del predio</i>	10
2.- NORMAS UTILIZADAS PARA RESPECTIVAS PRUEBAS DE CAMPO Y LABORATORIO	11
3.- PRUEBAS REALIZADAS EN CAMPO	12
3.1.- <i>Fotografías</i>	12
4.- PRUEBAS REALIZADAS EN LABORATORIO	14
4.1.- <i>Fotografías</i>	21
5.- ESTRATIGRAFIA DEL PREDIO	25
5.1.- <i>Croquis de ubicación de sondeos exploratorios</i>	25
5.2.- <i>Estratigrafía del suelo explorado</i>	26
6.- CONDICIONES GEOTECNICAS DEL PREDIO	27
7.- CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE	30
7.1.- <i>Teorías utilizadas para cálculos</i>	30
7.1.1.- Teoría del Dr. Karl Terzaghi	30
7.1.2.- <i>Teoría de Meyerhof</i>	31
7.1.3.- <i>Asentamientos</i>	32
8.- SOLUCIÓN DE CIMENTACIÓN	33
9.- ACLARACIONES Y RECOMENDACIONES	38
10.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
11.- CÉDULA PROFESIONAL	43



## 1.- INTRODUCCIÓN

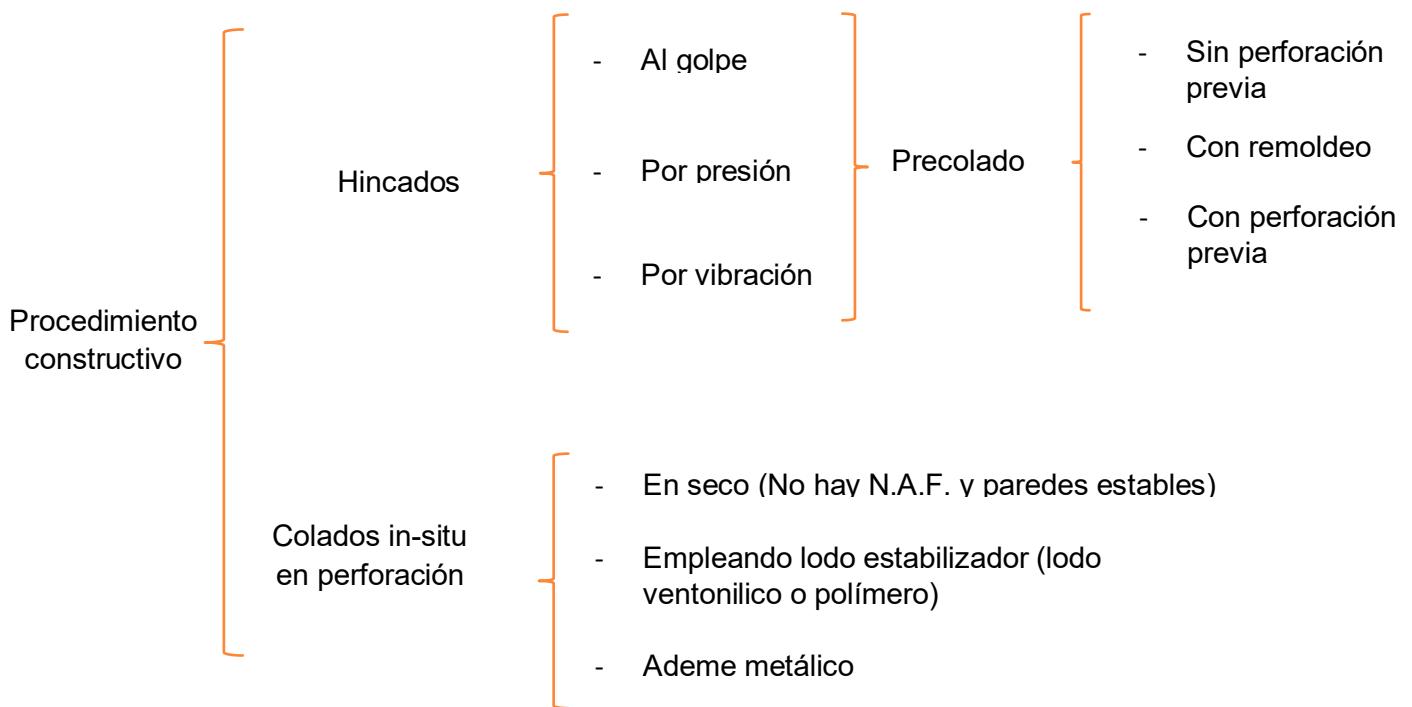
Por medio del presente informe técnico se presentan los resultados del Estudio de Mecánica de Suelos efectuado para la futura construcción de una Antena de Telecomunicaciones, en un predio ubicado sobre la Av. Mezquite, Fracc. Urbana Morelos, en el municipio de S.L.P., San Luis Potosí, México

En base a la información proporcionada se procedió a analizar los trabajos a ejecutar para poder recabar la información suficiente del terreno, con el fin de definir los parámetros del subsuelo, determinar la litología del subsuelo a través de los sondeos realizados, realizando las respectivas pruebas de laboratorio para obtener los valores de las propiedades físicas y mecánicas del subsuelo, obtener el resultado de la capacidad de carga del subsuelo para su respectivo diseño de cimentación, así como también dar recomendaciones para la construcción de la cimentación de tal modo que no haya ningún problema en el proceso constructivo.

Condiciones cuanto es necesario utilizar cimentación profunda.

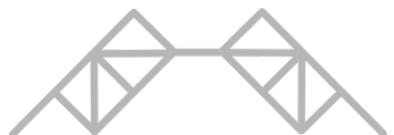
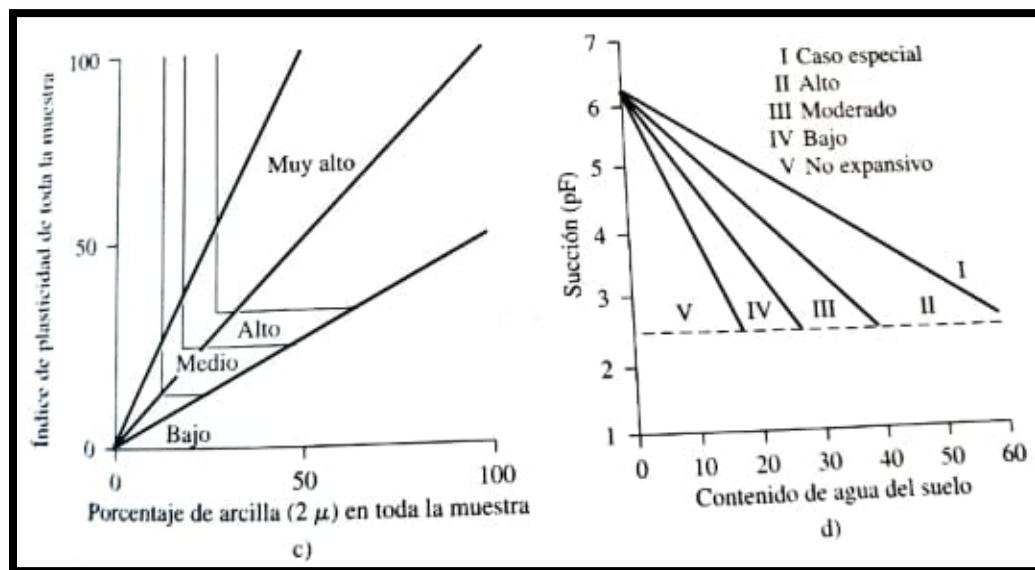
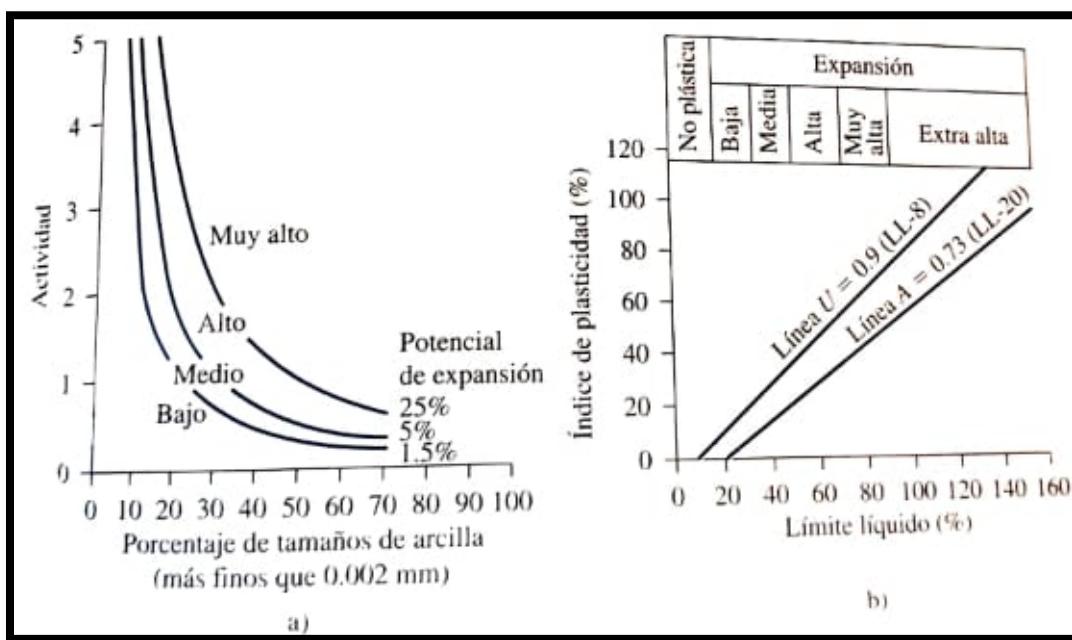
1. Transmitir las cargas de una estructura a través de un suelo blando o agua, hasta un suelo resistente que garantice el apoyo adecuado.
2. Transmitir las cargas a un cierto espesor de suelo blando, utilizando para ello, la fricción lateral que se produce entre suelo y pilote.
3. Compactar suelos granulares e incrementar la capacidad de carga.
4. Proporcionar el debido anclaje lateral a ciertas estructuras.
5. Proporcionar anclaje a estructuras sujetas a subpresiones.
6. Alcanzar estratos no sujetos a la erosión y socavación.
7. Proteger estructuras marítimas.

## CLASIFICACIÓN DE PILAS Y PILOTES



### Clasificación de suelos expansivos con base en pruebas índice

Los sistemas de clasificación para suelos expansivos se basan en los problemas que ocasionan en la construcción de cimentaciones (expansión potencial). La mayoría de las clasificaciones encontradas en la bibliografía correspondiente se resumen en las figuras. Sin embargo, el sistema de clasificación desarrollado por la U.S. Army Waterways Experiment Station (Snethen y colaboradores, 1977) es la de más uso común en Estados Unidos. O'Neill y Poormoaled (1980) también lo resumieron; Sridharan (2005) propuso un índice denominado *relación de expansión libre* para predecir el tipo de arcilla, la clasificación del potencial de expansión y los minerales de arcilla dominantes presentes en un suelo dado.

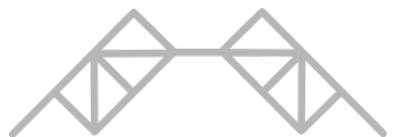


Sistema de clasificación de suelos expansivos			
Límite líquido	Índice de plasticidad	Expansión potencial (%)	Clasificación de la Expansión potencial
<50	<25	<0.5	Bajo
50-60	25-35	0.5-1.5	Marginal
>60	>35	>1.5	Alto
Expansión potencial = expansión vertical ante una presión igual a la presión de sobrecarga			
Compilado de O'Neill y Poormoayed (1980).			

#### *Consideraciones de cimentación para suelos expansivos*

Si un suelo tiene un potencial de expansión bajo, se pueden seguir las prácticas de construcción estándar. Sin embargo, si el suelo tiene un potencial de expansión marginal o alto, es necesario tener precauciones, las cuales pueden comprender:

1. Reemplazar el suelo expansivo bajo la cimentación.
2. Cambiar la naturaleza del suelo expansivo mediante el control de la compactación, prehumedecimiento, instalación de barreras de humedad o estabilización química.
3. Reforzar las estructuras para soportar el levantamiento diferencial del suelo sin fallar o construir cimentaciones profundas aisladas debajo de la profundidad de la zona activa.



## Geología

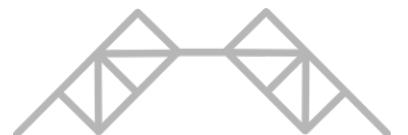
### *Estado San Luis Potosí*

SUELOS. Unidad de Cuatemario que consta de tres tipos de suelos: residuales, producto del intemperismo de zonas volcánicas, formados por arenas, limos y arcillas, que rellenan las partes plantas de las mesetas de origen volcánico; lacustres, que se localizan en las partes más bajas de los valles, donde las corrientes superficiales depositan sedimentos que llevan en suspensión, estos suelos tienen alto contenido de sales. Finalmente, están los suelos aluviales que contienen gravas, arenas y arcillas, producto de la erosión de las rocas preexistentes de la región, y se encuentran ampliamente distribuidos en la zona.

Más de la mitad de los terrenos de esta subprovincia están constituidos por suelos denominados Feozems, los cuales se encuentran distribuidos en todos los sistemas de topoformas; en las sierras éstos son de origen residual. El material parental o roca madre, a partir de la cual se forman es de naturaleza riolítica, de la que se observan abundantes afloramientos; tienen textura media, están limitados por roca (fase lítica) y son poco profundos. Estas mismas características presentan los Litosoles y Regosoles, que también cubren opciones considerables de las sierras. En estas áreas los suelos soportan grandes extensiones de pastizales naturales e inducidos, circunstancia que propicia en ellos una mayor acumulación de materia orgánica debido al sistema radicular de los pastos, por lo que son de colores oscuros. Al sureste de la subprovincia, en el límite con Guanajuato sobre el lomerío de pie de monte con llanuras, los Feozems hápicos y lúvicos son de origen coluvio-aluvial y están asociados con Regosoles y Fluvisoles, los cuales se encuentran a lo largo de las márgenes de los ríos Jofre y Santa María.

Los Feozems hápicos de las llanuras de piso rocoso están limitados por tepetate (fase dúrica) y se asocian con Regosoles éutricos, pero los de la llanura aluvial, ubicada en los alrededores de Villa de Reyes, son mas profundos y están asociados con Xerosoles hápicos. En las inmediaciones de Soledad Diez Gutiérrez hay otra gran llanura aluvial, en la que dominan los suelos profundos típicos de zonas áridas y semiáridas, los Xerosoles hápicos, que se asocian con Feozems lúvicos. Al este de Tierra nueva y en el extremo sureste de la subprovincia hay suelos rojos y arcillosos, denominados Luvisoles órticos y crómicos, que se están limitados por fase lítica (roca) y son aptos para la silvicultura.

La zona de suelo particularmente de San Luis Potosí es denominada por Feozems hápicos, lúvicos y calcáricos asociados con Xerosoles hápicos y lúvicos. En la llanura de piso rocoso se encuentran limitados por tepetate (fase dórica).



## *Estudio Complementarios*

Se debe tener presente que, al diseñar, construir y operar las distintas obras de ingeniería, el estudio geológico junto con otras disciplinas inseparables, son la base sobre la cual se elabora el modelo geotécnico de los diseños que ulteriormente habrán de construirse.

Conviene mencionar que existen actividades de apoyo que siempre acompañan a los estudios geológicos desde el nivel de factibilidad en adelante; son los llamados métodos de exploración directa, como la perforación en sus diferentes modalidades y la excavación subterránea, que además de ayudar el grado de conocimiento de la geometría de las estructuras geológicas, son importantes para conocer parámetros geotécnicos mediante pruebas de campo y de laboratorio.

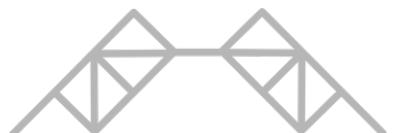
La geohidrología es auxiliar en los estudios geológicos para conocer la posición del nivel freático, las zonas de carga y recarga de los acuíferos, composición fisicoquímica del agua y el origen de ésta. Los de trabajos de geohidrología inician con el acopio de la información técnica, incluido el empleo de aprovechamientos hidráulicos superficiales y subterráneos en la zona, la medición de los niveles piezométricos en los pozos, etc.

La geofísica provee la investigación geológica de varios métodos para determinar las propiedades de los macizos rocosos y propagar las condiciones medidas con medios directos, como la barrenación y la excavación subterránea.

La información del medio rocoso se puede obtener con la geofísica consiste en las velocidades de propagación de las ondas, los módulos dinámicos, la densidad, la porosidad, la resistencia o conductividad eléctrica, la susceptibilidad magnética, la radiación nuclear y el grado de arcillosidad, entre otros.

Los factores geológicos que dominan el comportamiento y las propiedades mecánicas de los macizos rocosos:

- a) La litología y propiedades de la matriz rocosa.
- b) La estructura geológica y las discontinuidades.
- c) El estado de esfuerzos al que está sometido el material.
- d) El grado de alteración o meteorización.
- e) Las condiciones hidrogeológicas.



-Efectos sobre las propiedades de los macizos rocosos

El agua como “material” geológico, coexiste con las rocas e influye en su comportamiento mecánico y en su respuesta ante las fuerzas aplicadas. Los efectos más importantes son:

- a) Juega un papel importante en la resistencia de las rocas blandas y de los materiales meteorizados.
- b) Reduce la resistencia de la matriz rocosa en rocas porosas.
- c) Rellena las discontinuidades de los macizos rocosos e influye en su resistencia.
- d) Las zonas alteradas y meteorizadas superficiales, las discontinuidades importantes y las fallas son caminos preferentes para el flujo del agua.
- e) Produce meteorización química y física en la matriz rocosa y en los macizos rocosos.
- f) Es un agente erosivo.
- g) Produce reacciones químicas que pueden dar lugar a cambios en la composición del agua.

**Clima**

Se considera que el clima de la ciudad es seco-semidesértico, similar al de medio oriente. Sin embargo, como consecuencia del cambio climático presentado lluvias (normalmente se presentan precipitaciones de 245 mm.) con más intensidad y por tiempo prolongado, lo doble y en ocasiones incluso el triple de lo que llueve en un año. Según pronósticos, la zona donde se encuentra la ciudad cambiará su clima y vegetación, ya que con el cambio climático tenderá a llover cada vez más. Estos cambios se presentarán en 2010; los inviernos, que antes no se presentaban, serán más fríos. Las estaciones del año en la ciudad suelen estar muy marcadas. La primavera es templada con noches frescas, el verano es caluroso con temperaturas diurnas que llegan hasta los 30 °C o en ocasiones los superan, las noches son templadas, al llegar el otoño descienden nuevamente las temperaturas con tardes y mañanas bastante frescas.

Parámetros climáticos promedio de San Luis Potosí														
Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual	
<b>Temp. máx. abs. (°C)</b>	35.0	35.0	34.0	35.0	37.0	37.0	34.5	32.5	32.5	31.0	31.0	29.5	<b>37.0</b>	
<b>Temp. máx. media (°C)</b>	20.6	22.5	25.4	27.7	28.4	26.7	24.8	25.0	23.8	23.2	22.4	20.7	<b>24.3</b>	
<b>Temp. media (°C)</b>	13.0	14.7	17.4	19.8	21.0	20.4	19.1	19.2	18.3	17.0	15.3	13.6	<b>17.4</b>	
<b>Temp. mín. media (°C)</b>	5.5	6.8	9.3	11.9	13.7	14.1	13.4	13.4	12.9	10.8	8.2	6.4	<b>10.5</b>	
<b>Temp. mín. abs. (°C)</b>	-7.0	-6.5	-3.0	-1.0	1.0	6.0	1.5	7.0	0	-1.0	-4.0	-	<b>-10.0</b>	
<b>Precipitación total (mm)</b>	13.6	7.9	6.4	19.6	38.2	64.3	66.6	58.6	65.2	30.7	11.2	9.8	<b>392.1</b>	
<b>Días de precipitaciones (<math>\geq 0.1</math> mm)</b>	2.2	1.6	1.5	2.9	5.6	7.4	7.9	7.0	8.4	5.0	1.8	1.9	<b>53.2</b>	
<b>Horas de sol</b>	222	232	270	255	281	263	293	249	201	224	231	211	<b>2932</b>	
<b>Humedad relativa (%)</b>	56	52	47	48	55	62	68	66	68	66	61	60	<b>59</b>	



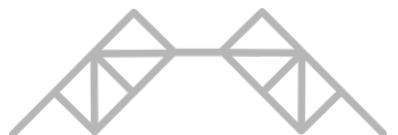
***Descripción del proyecto a construir***

El Proyecto consiste en la reparación de una Antena de telecomunicaciones

La Topografía del terreno se presenta en forma plana.

En base a esta información se procedió a analizar los trabajos a ejecutar para poder recabar la información suficiente del terreno.

**No se proporcionaron planos arquitectónicos por parte del cliente.**



## 1.1.- Croquis de ubicación del predio



Imagen satelital del predio en estudio obtenida por medio de Google Earth

Av. Mezquite  
Fracc. Urbana Morelos  
Municipio San Luis Potosí  
Estado San Luis Potosí  
País México

Coordinadas  
Zona 14 Q  
298424.00 m E  
2455036.00 m N



Tanzania #109 Col. Pedregal del Valle,  
Apodaca, Nuevo León.  
Tel. 811-107-1723  
[www.zavalae.com](http://www.zavalae.com)



## **2.- NORMAS UTILIZADAS PARA RESPECTIVAS PRUEBAS DE CAMPO Y LABORATORIO**

- a) Standard Test Method for Standard Penetration Test (SPT) and Split-Barrel Sampling of Soils, A.S.T.M. D1586-11
- b) Determinación del peso volumétrico en el lugar  
A.S.T.M. D-1556-00 "Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method"
- c) Límites de Consistencia  
A.S.T.M. D-4318-05 "Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils"
- d) Límites de Consistencia  
A.S.T.M. D-2488-06 "Standard Practice for Description and Identification of Soils (Visual-Manual Procedure)"
- e) Límites de Consistencia  
NMX-C-416-ONNCCE-2003 "Industria de la Construcción – Muestreo de Estructuras Terreas y Métodos de Prueba"
- f) Perforaciones  
A.S.T.M. 1452 "Standard Practice for Soil Exploration and Sampling by Auger Borings"
- g) Clasificación de suelos  
A.S.T.M. D-2487-17 "Standard Practice of Classification of Soil for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)"
- h) Toma de muestra alterada e inalterada  
NMX-C-431-ONNCCE-2002
- i) Industria de la construcción – Geotecnia – Cimentaciones – Sondeos de pozo a cielo abierto.  
NMX-C-430-ONNCCE
- j) Industria de la construcción – Geotecnia – Cimentaciones – Ensaye de compresión triaxial – Método de prueba.  
NMX-C-432-ONNCCE
- k) Industria de la Construcción - Geotecnia – Materiales Térreos – Clasificación de Fragmentos de Roca y Suelos – Método de Ensayo  
NMX-C-526-ONNCCE-2017
- l) Industria de la Construcción – Geotecnia - Terminología para Suelos y Estructuras Térreas  
NMX-C-552-ONNCCE-2018



### 3.- PRUEBAS REALIZADAS EN CAMPO

El trabajo consistió en efectuar un sondeo exploratorio a 15.60 metros de profundidad con respecto al nivel de terreno natural, el cual el estudio se efectuó mediante máquina perforadora del tipo rotatoria, mismos que se perforaron con barrenas espirales, junto con equipo de penetración y el muestreo en suelos se efectuó en forma alterada con tubo partido de acuerdo a la norma ASTM D 1586-11, realizando la prueba de penetración estándar; la cual consiste en hincar a base de golpes una cuchara muestradora de 60.0 cm de largo, 5.08 cm de diámetro exterior y 3.49 cm de diámetro interior mediante la energía proporcionada por una masa de 64.0 kg de peso, que es dejada caer libremente de una altura de 75.0 cm. El número de golpes necesarios para que la cuchara penetre los 30.0 cm intermedios nos dan idea de la resistencia al esfuerzo cortante del suelo. La obtención de muestras de suelos fueron realizadas a cada metro de profundidad.

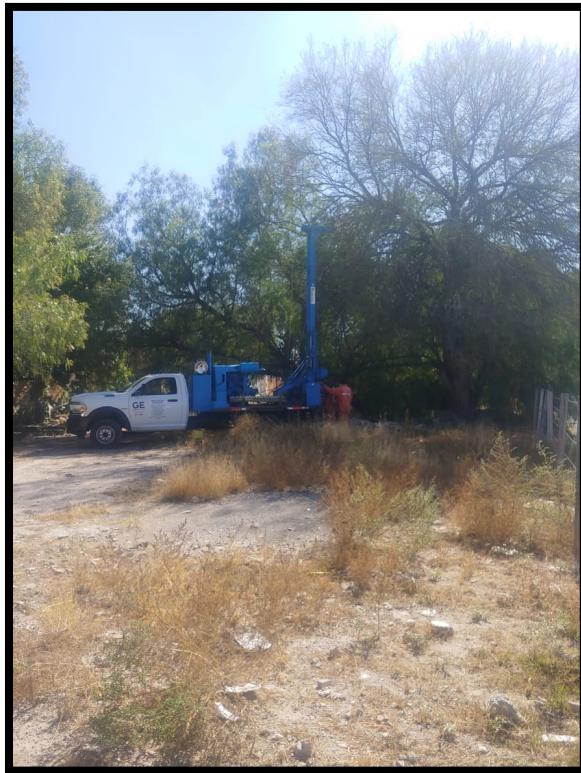
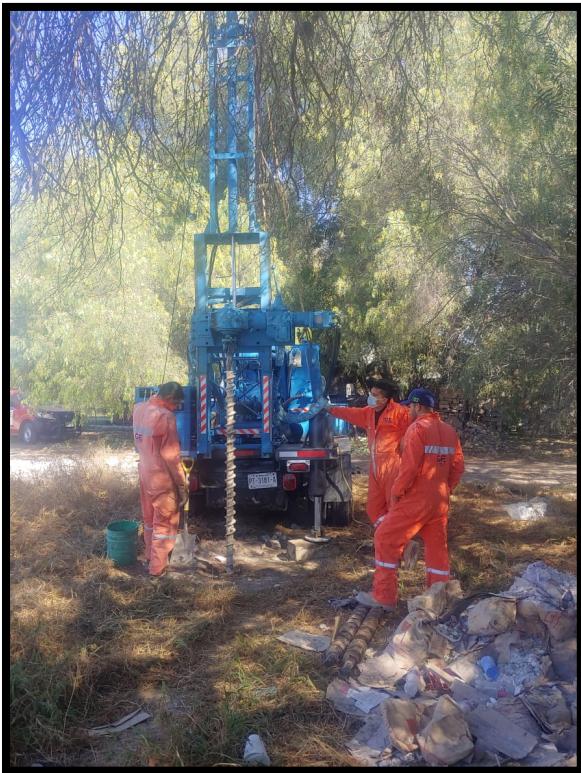
El número de golpes se muestra en el perfil estratigráfico del sondeo explorado.

#### 3.1.- Fotografías (04 Enero 2021)



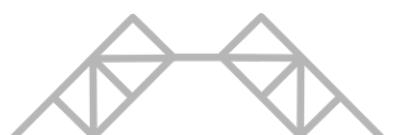
Ejecución de sondeos





Tanzania #109 Col. Pedregal del Valle,  
Apodaca, Nuevo León.  
Tel. 811-107-1723  
[www.zavalae.com](http://www.zavalae.com)

## Ejecución de sondeos



#### **4.- PRUEBAS REALIZADAS EN LABORATORIO**

Las propiedades de un suelo formado por partículas muy finas dependen principalmente por el contenido del agua, que modifica las fuerzas de interacción entre partículas, y, por lo tanto, influye sobre el comportamiento del material. Es decir que a un elevado contenido de agua corresponden a una distancia promedio alta entre partículas y a una resistencia baja al esfuerzo cortante. Al disminuir el contenido de agua, la resistencia aumenta hasta alcanzar un estado "Plástico" en que el material es fácilmente moldeable; posteriormente, el suelo llega a adquirir las características de un sólido, que puede resistir esfuerzos de compresión y tensión.

##### **Objetivos**

Determinar los valores de límite líquido, límite plástico, índice plástico y contracción lineal.

Clasificar el suelo, utilizando la carta de plasticidad del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.).

Las muestras recuperadas en los sondeos exploratorios se clasificaron en forma visual y al tacto en húmedo y seco de acuerdo a los lineamientos que nos marca el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, para complementar esta clasificación se efectuaron las siguientes determinaciones:

- a) Contenido Natural de Agua, en %
- b) Límite Líquido, en %
- c) Límite Plástico, en %
- d) Partículas menores de 0.425 mm (Malla N°40), en %

#### **CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON BASE EN PRUEBAS DE PROPIEDADES ÍNDICE**

En base a las pruebas realizadas en laboratorio para obtener las propiedades índice del material. Estas pruebas fueron realizadas bajo los lineamientos de las siguientes normas:

Límites de Consistencia - A.S.T.M. D-4318-10

Límites de Consistencia - A.S.T.M. D-2488-06

Límites de Consistencia – NMX-C-416-ONNCCE-2003

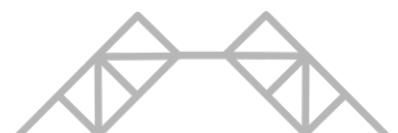
Contenido Natural de Agua - A.S.T.M. D-2216

Clasificación - A.S.T.M. D-2487-17

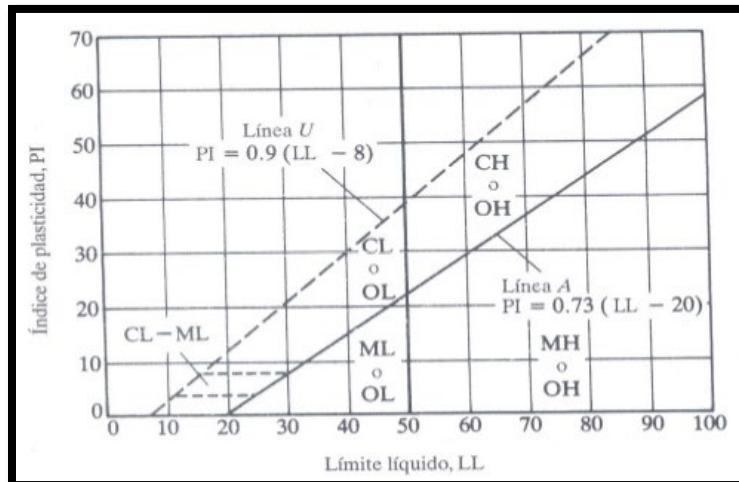
La determinación actual del límite líquido se hace con el uso de la copa de Casagrande.

##### **Ensayo de tamizado**

Para su realización se utiliza una serie de tamices con diferentes aberturas que son ensamblados en una columna. En la parte superior, donde se encuentra el tamiz de mayor abertura, se agrega el material original (suelo o sedimento mezclado) y la columna de tamices se somete a vibración y movimientos rotatorios intensos en una máquina especial. Luego de algunos minutos, se retiran los tamices y se desensamblan, tomando por separado los pesos de material retenido en cada uno de ellos y que, en su suma, deben corresponder al peso total del material que inicialmente se colocó en la columna de tamices.



**Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.).**



**Nomenclatura:**

**LL** = Límite Líquido

**LP** = Límite Plástico

**CL** = Arcilla de baja plasticidad

**ML** = Limo de baja plasticidad

**OL** = Limo y/o arcilla de baja plasticidad

**CH** = Arcilla de alta plasticidad

**MH** = Limo de alta plasticidad

**OH** = Limo y/o arcilla de alta plasticidad

**W** = Suelo bien graduado

**P** = Suelo mal graduado

**GW** = Grava bien graduada

**GP** = Grava mal graduada

**SW** = Arena bien graduada

**SP** = Arena mal graduada

**GC** = Grava arcillosa

**GM** = Grava limosa

**SC** = Arena arcillosa

**SM** = Arena limosa

**GW-GM** = Grava bien graduada limosa

**GW-GC** = Grava bien graduada arcillosa

**GP-GM** = Grava mal graduada limosa

**GP-GC** = Grava mal graduada arcillosa

**SW-SM** = Arena bien graduada limosa

**SW-SC** = Arena bien graduada arcillosa

**SP-SM** = Arena mal graduada limosa

**SP-SC** = Arena mal graduada arcillosa



### Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.).

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.) INCLUYENDO IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN									
DIVISIÓN MAYOR			SÍMBOLO		NOMBRES TÍPICOS		CRITERIO DE CLASIFICACIÓN EN EL LABORATORIO		
SUELOS DE PARTÍCULAS FINAS	Más de la mitad del material es menor que la malla número 200. @	Más de la mitad del material es menor que la malla número 200. @	GRAVAS	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos.	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD Cu: mayor de 4. COEFICIENTE DE CURVATURA Cc: entre 1 y 3. $Cu = D_{30}/D_{10}$ $Cc = (D_{30})^2 / (D_{10}(D_{60})$			
LIMOS Y ARCILLAS	Las partículas de 0.074 mm de diámetro (la malla No.200) son, aproximadamente, las más pequeñas visibles a simple vista.	ARENAS	GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos.	NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS DE GRADUACIÓN PARA GW.				
LIMOS Y ARCILLAS	Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por la malla No. 4	PARA CLASIFICACIÓN VISUAL PUEDE USARSE 1/4 em. COMO EQUIVALENTE A LA ABERTURA DE LA MALLA N.º 4	GM	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo.	LÍMITES DE ATTERBERG ABIJO DE LA "LÍNEA A" O LP. MENOR QUE 4.	Ariba de la "línea A" y con IP. entre 4 y 7 sin casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.			
LIMOS Y ARCILLAS	Menor de 50	ARRENA CON FINOS	GC	Gravas arcillosas, mezclas de gravas, arena y arcilla.	LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÍNEA A" CON LP. MAYOR QUE 7.	Ariba de la "línea A" y con IP. entre 4 y 7 sin casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.			
Límite Líquido	Menor de 50	ARRENA LIMPIA	SW	Arenas bien graduadas, arena con grava, con poca o nula de finos.	Cu = D <sub>30</sub> /D <sub>10</sub> mayor de 6 ; Cc = (D <sub>30</sub> ) <sup>2</sup> / (D <sub>10</sub> (D <sub>60</sub> ) entre 1 y 3.				
LIMOS Y ARCILLAS	Mayor de 50	ARRENA CON FINOS	SP	Arenas mal graduadas, arena con grava, con poca o nula de finos.	NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS DE GRADUACIÓN PARA SW				
Límite Líquido	Menor de 50	ARCILLA	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.	LÍMITES DE ATTERBERG ABIJO DE LA "LÍNEA A" O LP. MENOR QUE 4.	Ariba de la "línea A" y con IP. entre 4 y 7 sin casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.			
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS	P	ML	d	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla.	LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÍNEA A" CON LP. MAYOR QUE 7.	Ariba de la "línea A" y con IP. entre 4 y 7 sin casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.			
		CL.	u	Limos inorgánicos, polvo de rica, limos arcosos o arcillosos ligeramente plásticos.	G – Grava, S – Arena, O – Suelo Orgánico, F – Turba, M – Limo C – Arcilla, W – Bien Graduada, P – Mal Graduada, L – Baja Comprimibilidad, H – Alta Comprimibilidad				
		OL.		Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arcosas, arcillas limosas, arcillas pobres.					
		MH		Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.					
		CH		Limos inorgánicos, limos micáicos o diatomáceos, más elásticos.					
		OH		Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas.					
		P		Arcillas orgánicas de media o alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad.					
				Turbas y otros suelos altamente orgánicos.					

\*\* CLASIFICACIÓN DE FRONTERA- LOS SUELOS QUE POSEAN LAS CARACTERÍSTICAS DE DOS GRUPOS SE DESIGNAN CON LA COMBINACIÓN DE LOS DOS SÍMBOLOS; POR EJEMPLO GW-GC, MEZCLA DE ARENA Y GRAVA BIEN GRADUADAS CON CEMENTANTE ARCILLOSO.

@ TODOS LOS TAMAÑOS DE LAS MALLAS EN ESTA CARTA SON LOS U.S. STANDARD.

\* LA DIVISIÓN DE LOS GRUPOS GM Y SM EN SUBDIVISIONES d Y u SON PARA CAMINOS Y AEROPUERTOS UNICAMENTE, LA SUB-DIVISIÓN ESTÁ BASADA EN LOS LÍMITES DE ATTERBERG EL SUPIOR d SE USA CUANDO EL L.L. ES DE 28 O MENOS Y EL I.P. ES DE 6 O MENOS. EL SUPIOR u ES USADO CUANDO EL L.L. ES MAYOR QUE 28.

CARTA DE PLASTICIDAD (S.U.C.S.)



A continuación, se muestran los resultados de las muestras que se analizaron.

**Propiedades Índices**

**Sondeo N°1**

M N°	Prof. (m)	W (%)	F (%)	A (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	C.L. (%)	S.U.C.S.
<b>1</b>	1.00	18.39	68.65	31.35	26.78	16.59	10.19	8.40	ML
<b>2</b>	2.00	19.39	68.03	31.97	27.69	15.39	12.3	8.40	ML
<b>3</b>	3.00	18.48	-	-	-	-	-	-	GW-GM
<b>4</b>	4.00	19.49	89.21	10.79	40.01	24.34	15.67	12.90	OL
<b>5</b>	5.00	17.58	70.14	29.86	26.04	15.93	10.11	8.40	ML
<b>6</b>	6.00	16.50	67.13	32.87	26.11	15.99	10.12	8.40	ML
<b>7</b>	7.00	18.39	66.64	33.36	27.09	16.12	10.97	8.40	ML
<b>8</b>	8.00	16.59	67.91	32.09	27.89	15.98	11.91	8.40	ML
<b>9</b>	9.00	15.60	65.10	34.9	26.05	16.59	9.46	8.40	ML
<b>10</b>	10.00	10.29	-	-	-	-	-	-	GW-GM
<b>11</b>	11.00	12.49	-	-	-	-	-	-	GW-GM
<b>12</b>	12.00	10.20	-	-	-	-	-	-	CONGLOME RADO
<b>13</b>	13.00	10.02	-	-	-	-	-	-	CONGLOME RADO
<b>14</b>	14.00	12.49	-	-	-	-	-	-	CONGLOME RADO
<b>15</b>	15.00	9.39	-	-	-	-	-	-	CONGLOME RADO

**Nomenclatura:**

**m** = Metros

**%** = Porcentaje

**W** = Contenido de Humedad

**F** = Contenido de Finos

**A** = Contenido de Arena o material mayor a 0.074 mm

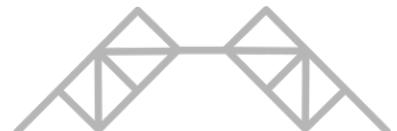
**LL** = Límite Líquido

**LP** = Límite Plástico

**IP** = Índice Plástico

**CL** = Contracción Lineal %

**S.U.C.S.** = Sistema Unificado de Clasificación de Suelos



De acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.), el tipo de suelo que se encuentra en el sitio se clasifica como: Limo de baja plasticidad (ML), Limo y/o arcilla de baja plasticidad (OL), Lutita Rocosa (RS) y Grava bien graduada limosa (GW-GM).

***Propiedades mecánicas del suelo y/o roca***

**Sondeo N°1**

M N°	Prof. (m)	C (Ton/m <sup>2</sup> )	Φ (°)	PVH (Ton/m <sup>3</sup> )
1	1.00	3.00	9.00	1.30
2	2.00	3.00	13.00	1.50
3	3.00	3.00	13.00	1.50
4	4.00	6.00	11.00	1.40
5	5.00	6.00	11.00	1.40
6	6.00	6.00	11.00	1.40
7	7.00	3.00	12.00	1.50
8	8.00	3.00	12.00	1.50
9	9.00	3.00	12.00	1.50
10	10.00	3.00	16.00	1.80
11	11.00	3.00	16.00	1.80
12	12.00	2.00	22.00	2.20
13	13.00	2.00	22.00	2.20
14	14.00	2.00	22.00	2.20
15	15.00	2.00	22.00	2.20

**Nomenclatura:**

**m** = Metros

**Ton** = Toneladas

**m<sup>2</sup>** = Metros cuadrados

**m<sup>3</sup>** = Metros cúbicos

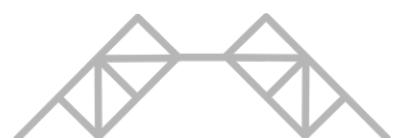
**C** = Cohesión

**Φ** = Fricción interna

**PVH** = Peso Volumétrico Húmedo

**Kg** = Kilogramo

**cm<sup>3</sup>** = Centímetro cúbico



**Análisis Granulométrico por Tamizado - % Retenidos**

**Sondeo N°1**

M N°	Prof. (m)	Arcillas y Limos	Arenas	Gravas
		Malla N°200	Malla N°40	Malla N°4
1	1.00	8.48%	12.48%	10.39%
2	2.00	7.69%	13.89%	10.39%
3	3.00	-	-	-
4	4.00	5.65%	5.04%	0.10%
5	5.00	8.99%	12.39%	8.48%
6	6.00	7.69%	15.69%	9.49%
7	7.00	7.98%	15.49%	9.89%
8	8.00	8.48%	14.59%	9.02%
9	9.00	9.19%	15.69%	10.02%
10	10.00	-	-	-
11	11.00	-	-	-
12	12.00	-	-	-
13	13.00	-	-	-
14	14.00	-	-	-
15	15.00	-	-	-

**Nomenclatura:**

**m** = Metros

**%** = Porcentaje retenido

**N°200** = Malla con abertura de 0.074 mm

**N°40** = Malla con abertura de 0.425 mm

**N°4** = Malla con abertura de 4.76 mm

**NOTAS**

El suelo que pasa la malla N°200 se considera **arcilla**

El suelo retenido entre las mallas N°200 – N°100 se considera **arcilla, limo fino, limo medio y limo grueso**

El suelo retenido entre las mallas N°100 – N°60 se considera **arena fina**

El suelo retenido entre las mallas N°60 – N°40 se considera **arena media**

El suelo retenido entre las mallas N°40 – N°20 se considera **arena media y arena gruesa**

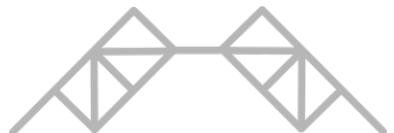
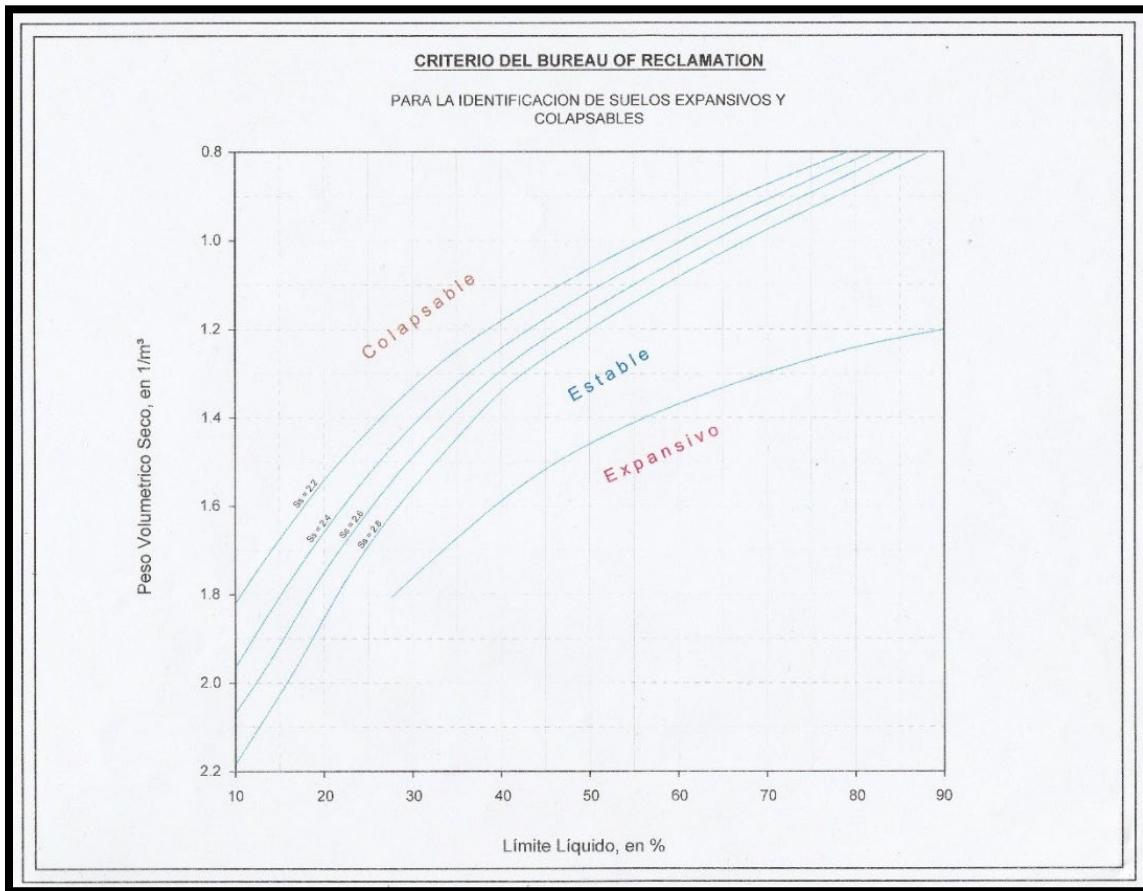
El suelo retenido entre las mallas N°20 – N°10 se considera **arena gruesa**

El suelo retenido entre las mallas N°10 – N°4 se considera **grava fina, grava media y grava gruesa**



## Criterio del Bureau of Reclamation

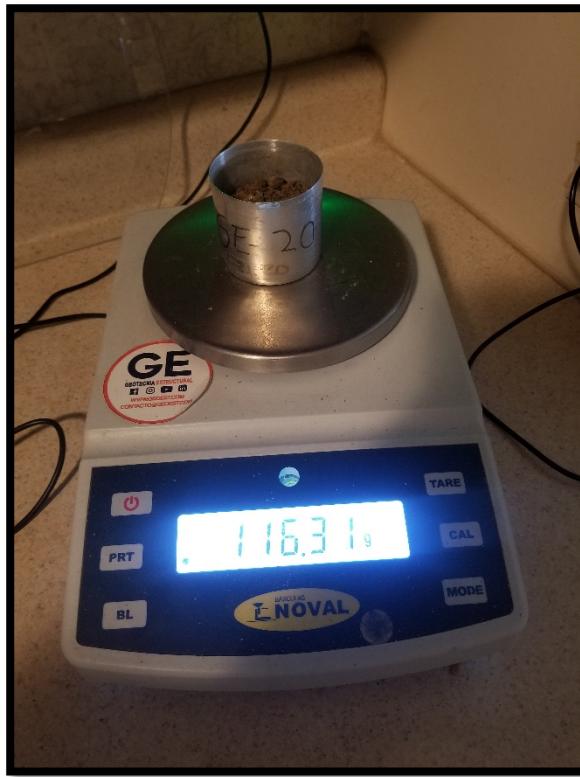
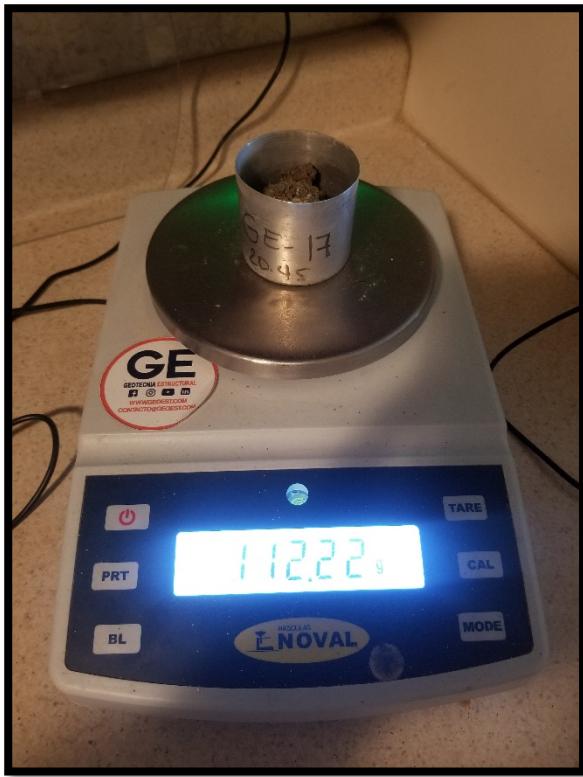
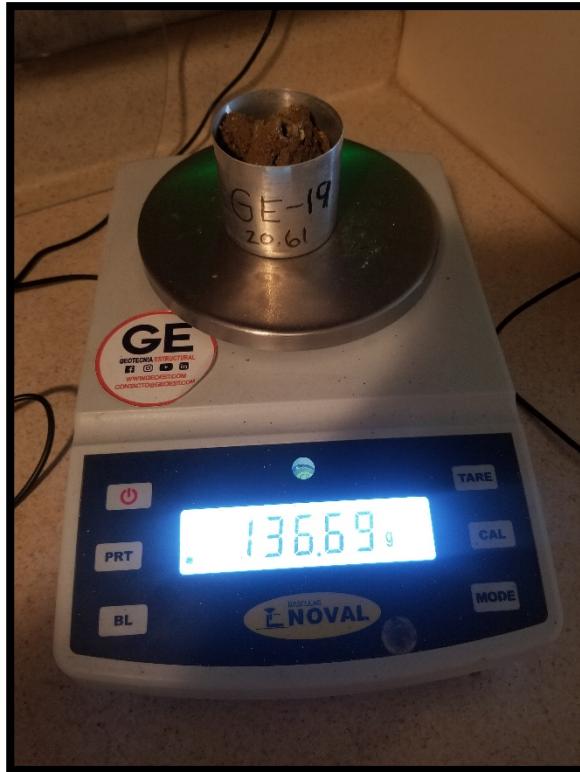
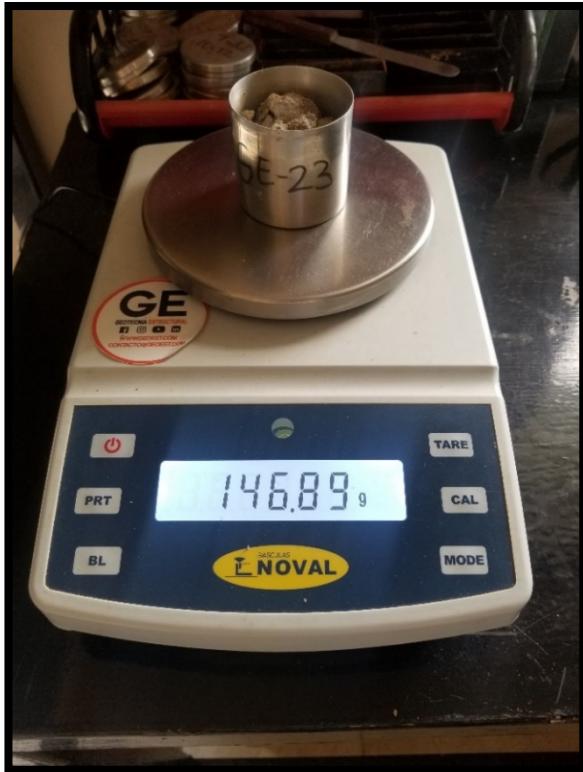
De acuerdo al criterio del Bureau of reclamation, para la identificación de suelos expansivos y colapsables. El tipo de suelo que aflora en el predio se clasifica como: estable.



# ZAVALA

ENGINEERING GROUP

## 4.1.- Fotografías



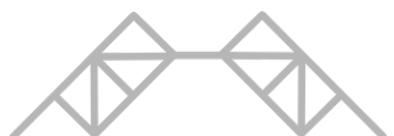
Muestras recolectadas en campo para los procesos de humedades, finos y granulometría

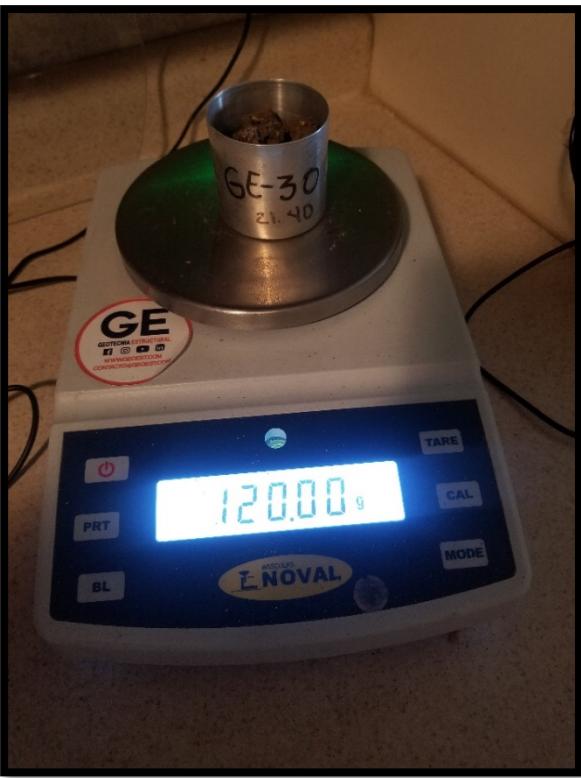
Tanzania #109 Col. Pedregal del Valle,

Apodaca, Nuevo León.

Tel. 811-107-1723

[www.zavalae.com](http://www.zavalae.com)





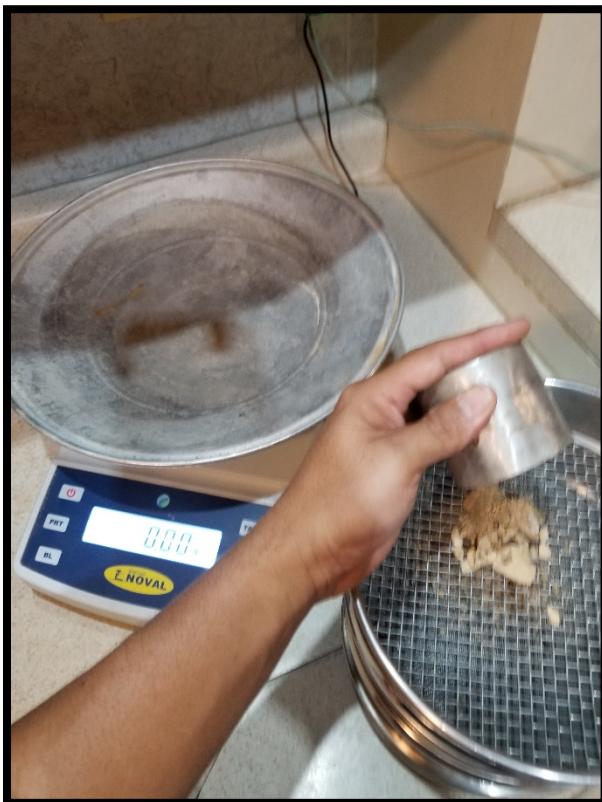
**Muestras recolectadas en campo para los procesos de humedades, finos y granulometría**

Tanzania #109 Col. Pedregal del Valle,  
Apodaca, Nuevo León.  
Tel. 811-107-1723  
[www.zavalaeag.com](http://www.zavalaeag.com)



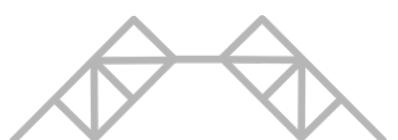
# ZAVALA

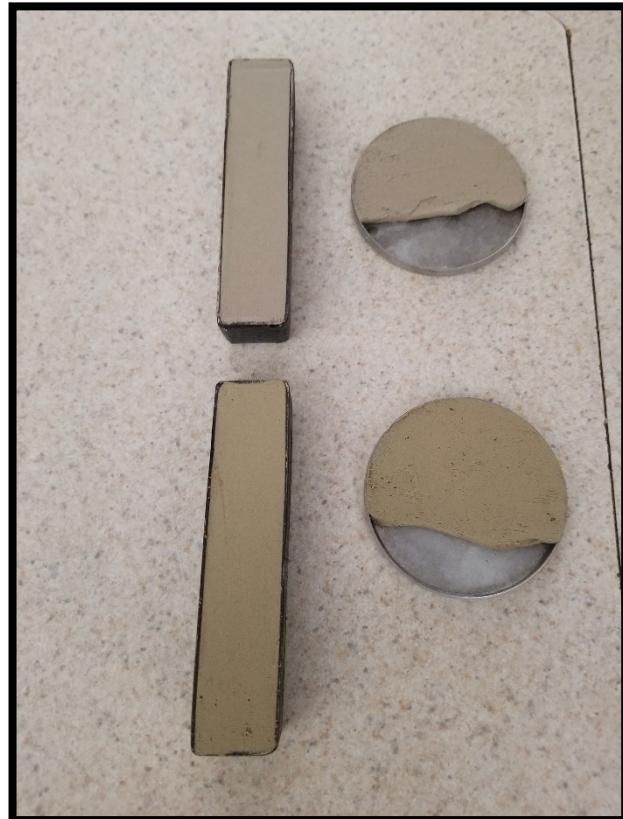
ENGINEERING GROUP



**Muestras recolectadas en campo para los procesos de humedades, finos y granulometría**

Tanzania #109 Col. Pedregal del Valle,  
Apodaca, Nuevo León.  
Tel. 811-107-1723  
[www.zavalae.com](http://www.zavalae.com)





**Muestras recolectadas en campo para los procesos de humedades, finos y granulometría**

Tanzania #109 Col. Pedregal del Valle,  
Apodaca, Nuevo León.  
Tel. 811-107-1723  
[www.zavalae.com](http://www.zavalae.com)



## 5.- ESTRATIGRAFIA DEL PREDIO

### 5.1.- Croquis de ubicación de sondeos exploratorios



La ubicación de los sondeos fue indicada por parte del cliente, tomando en cuenta la ubicación de la edificación a construir, así como las condiciones actuales del predio.



## 5.2.- *Estratigrafía del suelo explorado*

### Zona Sondeo N°1

El predio cuenta superficialmente con material de Relleno conformado por arena café con escombro. Posteriormente con material de Arena limosa café de grano fino. Posteriormente con material de Arena arcillosa limosa café, material húmedo. Posteriormente con material de Arena arcillosa limosa café rojiza, material húmedo. Posteriormente con material de Arena café de grano grueso con sílice y gravas de caliza aisladas, hasta la máxima profundidad de exploración.

Estratigrafía del Suelo explorado.

De acuerdo a la clasificación de los suelos según su origen geológico.

*Formación:* Orgánicos

*Transporte:* Aluviales

*Depósito:* Lacustres

*Textura:* Coloidal o Fibrosa

*Estructura:* Estratificada

*Consistencia:* Muy blanda

A continuación, en la siguiente página se muestra el perfil estratigráfico del respectivo sondeo explorado.



## 6.- CONDICIONES GEOTECNICAS DEL PREDIO

El área en estudio se ubica en la zona Asísmica de la República Mexicana o sea en la zona no sísmica o de sismos raros o desconocidos, por lo mismo no se diseña estructuralmente por sismo, más, sin embargo, si se quiere utilizar este parámetro debido a los últimos acontecimientos que se han presentado en la Región se puede hacer uso de la siguiente tabla.

De acuerdo a su rigidez la Comisión Federal de Electricidad considera los siguientes tipos de terrenos:

**TIPO I.**- Terreno firme, tal como tepetate, arenisca medianamente cementada, o arcilla muy compacta o suelos con características similares.

**TIPO II.**- Suelo de baja rigidez, tal como arenas no cementadas o limos de mediana o alta compacidad, arcillas de mediana compacidad o suelos de características similares.

**TIPO III.**- Arcillas blandas muy compresibles.

### Nomenclatura de la Tabla

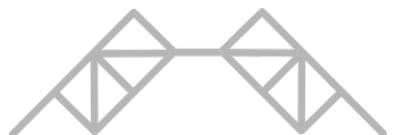
**A<sub>o</sub>** = Aceleración máxima del terreno normalizada con la gravedad.

**C** = Aceleración máxima espectral o coeficiente sísmico.

**Ta (S)** = Límite inferior de la meseta del espectro de diseño.

**Tb (S)** = Límite superior de la meseta del espectro de diseño.

**r** = Parámetro que controla las caídas de las ordenadas espectrales.

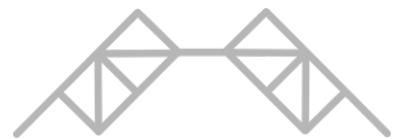


Zona sísmica	Tipo de suelo	A <sub>o</sub>	c	T <sub>a</sub> (s)	T <sub>b</sub> (s)	R
A	I	0.02	0.08	0.2	0.6	½
	II	0.04	0.16	0.3	1.5	2/3
	III	0.05	0.20	0.6	2.9	1
B	I	0.04	0.14	0.2	0.6	½
	II	0.08	0.30	0.3	1.5	2/3
	III	0.10	0.36	0.6	2.9	1
C	I	0.09	0.36	0.2	0.6	½
	II	0.13	0.50	0.3	1.4	2/3
	III	0.16	0.64	0.6	1.9	1
D	I	0.13	0.50	0.2	0.6	½
	II	0.17	0.68	0.3	1.2	2/3
	III	0.21	0.86	0.6	1.7	1
E	I	0.04	0.16	0.2	0.6	½
	II	0.08	0.32	0.3	1.5	2/3
	III	0.10	0.40	0.6	3.9	1

En base a las características de los materiales sobre las cuales afloran en el predio y en el cual se desplatará la cimentación, el suelo se clasifica como Tipo II.

### Velocidad de ondas de corte

Tipo de Suelos	Número de golpes	V <sub>s</sub> (m/s)	Y <sub>s</sub> (Ton/m <sup>3</sup> )
Roca	-	> 720	2.00
Suelo firme y denso	> 50	360	1.80
Suelo medio	15 - 50	180	1.50
Suelo blando	< 15	90	1.30



## **CLASIFICACION DE MATERIALES EN CUANTO AL GRADO DE DIFICULTAD PARA EXCAVACION Y CORTE**

La Secretaría de Comunicaciones y Transporte y PEMEX clasifican los materiales en cuanto al grado de dificultad para el corte y la extracción, proporcionando porcentajes de los tres materiales A, B y C, por lo cual utilizaremos el Método de Clasificación de materiales para el pago de excavaciones, Norma 3.104.09 de PEMEX, la cual se detalla a continuación:

### **Materiales.**

La clasificación del suelo en cuanto a la dificultad para extraerlo depende del grado de cementación y de la consistencia del material. En esta norma se considera la siguiente clasificación.

#### **- MATERIAL A**

Un material blando o muy blando es 100 por ciento Material “A”, cuando su cementación (“cohesión”) medida en prueba de penetración estándar o en compresión simple, es menor o igual a 2.50 Ton/m<sup>2</sup> (0.25kg/cm<sup>2</sup>) y su contenido de agua en sitio es mayor o igual al correspondiente al límite líquido.

Un material granular no cementado es de 100 por ciento material “A” cuando el 100% de sus partículas pasan la malla de 7.5 cm. En cuanto al equipo empleado, es 100 % material “A” todo el volumen que se puede extraer con eficiencia por medio de motoescrepa o de trascabo.

#### **- MATERIAL B**

Un material de consistencia sólida es 100 % Material “B” cuando su cementación (“cohesión”) media en compresión simple, es mayor o igual a 40 toneladas por metro cuadrado (4.0 kg/cm<sup>2</sup>) y su contenido de agua es menor o igual al límite de contracción volumétrica.

Un material granular no cementado es 100 % material “B” cuando el de sus partículas son menores de medio metro cúbico y mayores de 7.5 cm.

Las rocas alteradas son 100 % material “B” cuando la separación de sus grietas es igual o menos de 5.0 cm. En cuanto al equipo empleado es 100 % Material “B” todo volumen que para aflojarlo requiere el uso de arado tirado por tractor; o si se excava directamente, requiere el uso de tractor de cuchilla.

#### **- MATERIAL C**

Un material es 100% Material “C” cuando la resistencia a compresión simple de una muestra inalterada es de 1120 kg/cm<sup>2</sup> o mayor, el espaciamiento entre grietas es de 100.0 cm o mayor y el RQD mayor de 75%.

Un material es 100.0 por ciento Material “C” cuando se excava mediante el empleo de explosivos de detonación rápida.

### **El tipo de suelo que aflora en el predio**

**De 0.00 a 15.60 metros se considera 80% Material “A” & 20% Material “B”**



**7.1.- Teorías utilizadas para cálculos**

**7.1.1.- Teoría del Dr. Karl Terzaghi**

**\*\*Falla Local\*\***

- a) Cimiento Corrido

$$Q_a = (2/3)(C)(N_c') + (Y \times D_f)(N_q') + (1/2)(Y)(B)(N_y')$$

- b) Zapata Cuadrada Aislada

$$Q_a = (1.30)(c)(N_c')(2/3) + (Y \times D_f)(N_q') + (0.40)(Y)(B)(N_y')$$

**\*\*Falla General\*\***

- a) Cimiento Corrido

$$Q_a = (C)(N_c) + (Y \times D_f)(N_q) + (1/2)(Y)(B)(N_y)$$

- b) Zapata Cuadrada Aislada

$$Q_a = (1.30)(c)(N_c) + (Y \times D_f)(N_q) + (0.40)(Y)(B)(N_y)$$

**Donde**

Q<sub>a</sub> = Capacidad de carga admisible (Ton/m<sup>2</sup>)

C = Cohesión (Ton/m<sup>2</sup>)

Y × D<sub>f</sub> = Sobrecarga actuando al nivel de desplante (Ton/m<sup>2</sup>)

D<sub>f</sub> = Profundidad de desplante de la cimentación (m)

Y = Peso volumétrico del suelo de cimentación (Ton/m<sup>3</sup>)

B = Dimensión lateral menor, ancho de cimentación (m)

F. S. = Factor de seguridad = 3

N<sub>c</sub>, N<sub>q</sub>, N<sub>y</sub> o N<sub>c'</sub>, N<sub>q'</sub>, N<sub>y'</sub> = Factores de capacidad de carga, son en función del ángulo de fricción interna del suelo de cimentación



### 7.1.2.- Teoría de Meyerhof

#### \*\*Calculo por fricción\*\*

$$Q_f = \frac{(\pi)(d)(l)(adh)}{Fr}$$

#### Donde

Qf = Capacidad de carga admisible por fricción (Ton/pila)  
 π = Pi  
 d = Diámetro de la pila (m)  
 l = Longitud de la pila (m)  
 adh = Adherencia entre el suelo y el pilote (cohesión) (Ton/m<sup>2</sup>)  
 Fr = Factor de reducción

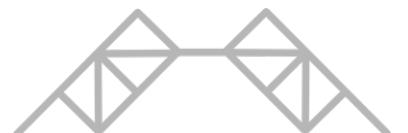
#### \*\*Calculo por punta\*\*

$$Q_p = \frac{[(C)(N_c) + (\gamma)(D_f)(N_q)]}{F.S.} * (A_p)$$

#### Donde

Qp = Capacidad de carga admisible por punta (Ton/pila)  
 C = Cohesión del suelo (Ton/m<sup>2</sup>)  
 Nc y Nq = Factores de capacidad de carga admisible que dependen del ángulo de fricción interna del suelo de apoyo.  
 γ = Peso Volumétrico del material arriba del nivel de desplante (Ton/m<sup>3</sup>)  
 Df = Profundidad de desplante (m)  
 FS = Factor de seguridad  
 Ap = Área de la pila (m<sup>2</sup>)

$$Q_T = Q_f + Q_p$$

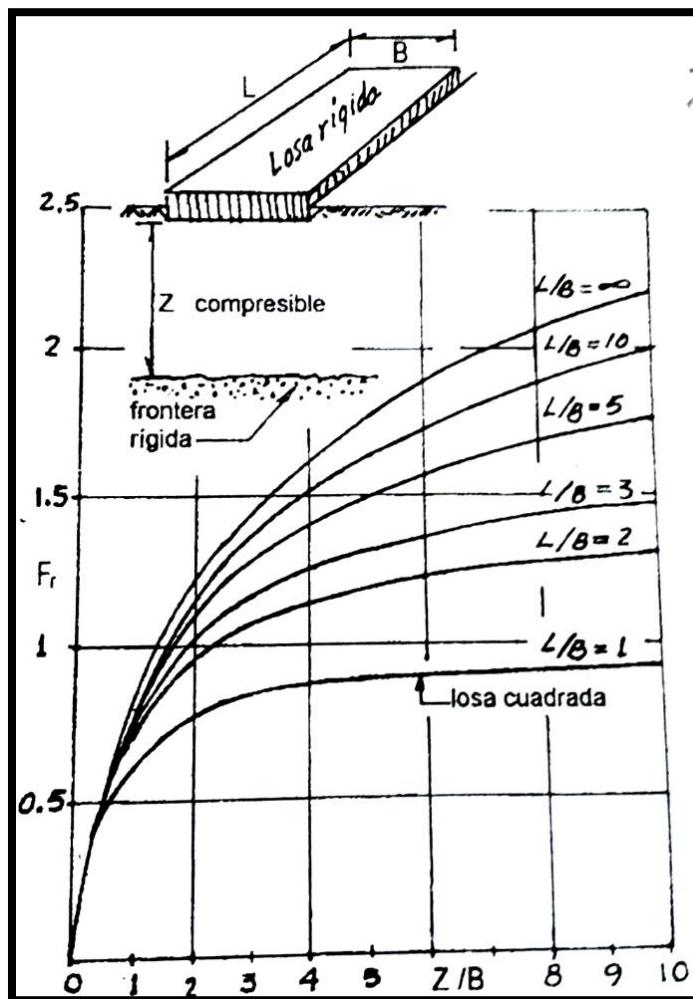


### 7.1.3.- Asentamientos

$$\rho_i = \frac{1 - \nu^2}{E_u} p_m B F_f$$

#### Donde

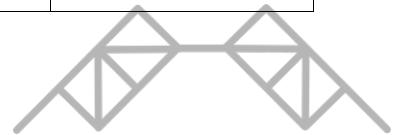
- $\rho_i$  Asentamiento máximo al centro del área cargada.
- $\nu$  Relación de Poisson (0.5 para arcilla saturada, sin cambio de volumen).
- $E_u$  Valor medio del módulo de deformación lineal, sin cambio de volumen, de la arcilla saturada, determinando en prueba triaxial no drenada.
- $p_m$  Presión uniforme aplicada a la superficie del terreno.
- $B$  Ancho de la cimentación.
- $F_f$  Factor de forma para una cimentación (factor de influencia), cuyo valor se muestra en la figura, como función de las relaciones geométricas  $L/B$  y  $Z/B$ .



## 8.- SOLUCIÓN DE CIMENTACIÓN

### Opción N°1 – Zapatas

Profundidad de desplante, Df (m)	Estrato de Suelo	Capacidad de Carga Admisible (kg/cm <sup>2</sup> )	
		Cimiento Corrido o Losa Cimentación	Zapata Aislada
1.00metro a partir del nivel de terreno actual	Relleno conformado por arena café con escombro	-	-
2.00metros a partir del nivel de terreno actual	Arena limosa café de grano fino	0.30	0.36
3.00metros a partir del nivel de terreno actual	Arena limosa café de grano fino	1.09	1.18
4.00metros a partir del nivel de terreno actual	Arena arcillosa limosa café, material húmedo	1.00	1.12
5.00metros a partir del nivel de terreno actual	Arena arcillosa limosa café, material húmedo	1.21	1.36
6.00metros a partir del nivel de terreno actual	Arena arcillosa limosa café, material húmedo	0.90	1.02
7.00metros a partir del nivel de terreno actual	Arena arcillosa limosa café, material húmedo	0.90	1.02
8.00metros a partir del nivel de terreno actual	Arena arcillosa limosa café rojiza, material húmedo	0.90	1.02
9.00metros a partir del nivel de terreno actual	Arena arcillosa limosa café rojiza, material húmedo	1.39	1.47
10.00metros a partir del nivel de terreno actual	Arena café de grano grueso con silice y gravas de caliza aisladas	1.53	1.62
11.00metros a partir del nivel de terreno actual	Arena café de grano grueso con silice y gravas de caliza aisladas	1.48	1.60
12.00metros a partir del nivel de terreno actual	Arena café de grano grueso con silice y gravas de caliza aisladas	1.48	1.60
13.00metros a partir del nivel de terreno actual	Arena café de grano grueso con silice y gravas de caliza aisladas	1.39	1.47
14.00metros a partir del nivel de terreno actual	Arena café de grano grueso con silice y gravas de caliza aisladas	1.55	1.66
15.00metros a partir del nivel de terreno actual	Arena café de grano grueso con silice y gravas de caliza aisladas	1.74	1.85



Las cimentaciones tendrán que estar desplantadas sobre material indicado en la tabla anterior. Se tiene que notificarnos obligatoriamente durante la construcción de las zapatas para realizar una visita al predio.

Dentro del rango de 1.00metro hasta 7.00metros de profundidad, se pueden presentar asentamientos diferenciales máximos de 2.40centímetros.

Debido a que la construcción se encuentra en una zona de escurrimientos de agua superficiales y subsuperficiales, por lo tanto, el suelo es del tipo blando.

Posteriormente de los 7.00metros en adelante, el suelo ya toma forma de rigidez en el cual los asentamientos serán menores a 0.80centímetros o nulos.

Para la opción de cimiento corrido se recomienda que sea empleada una sección tipo "T" invertida, no se podrá considerar bajo ninguna circunstancia la fabricación de una estructura de concreto ciclópeo con muro de enrase.

Las excavaciones para alojar la cimentación podrán realizar con taludes verticales, debiéndose dejar expuestas el menor tiempo posible para evitar su intemperización, tratando de no realizarlas en épocas de lluvia o protegerlas con geosintéticos.

Por ningún motivo la cimentación deberá estar desplantada sobre material de relleno (basura, escombro, etc.) productos de cortes y/o excavación.

Para un posible muro de contención se deberá desplantar cuando menos el peralte de la cimentación corrida para evitar el efecto de deslizamiento en el plano de contacto, dicho elemento podrá ser tipo "L" colocando relleno sobre la zapata, lo que ayudaría a contrarrestar el efecto de volteo.

Se deberá retirar todo material del tipo orgánico de las áreas de construcción.

La cimentación se armará de acuerdo a los planos estructurales y colado se realizará de tal modo que se garantice la compactación y homogeneidad del concreto, esto es: que con el vibrado se logre el mínimo de huecos posible y que al mismo tiempo se evite la segregación.

Por ningún motivo la cimentación deberá estar desplantada sobre material de arcilla negra expansiva, ya que esta genera agrietamientos en las construcciones.



**Opción N°2 – Pilotes**

Df (metros)	Diámetro del Pilote (metros)	Capacidad por Fricción Admisible (Ton/Pilote)	Capacidad por Punta Admisible (Ton/Pilote)	Capacidad de Carga Admisible (Ton/Pilote)
No Aplica	<b>0.40</b>	-	-	-
	<b>0.60</b>	-	-	-
	<b>0.80</b>	-	-	-

*En caso de requerir algún diámetro en especial, favor de notificarnos.*

Para un factor de seguridad de tres de acuerdo con la teoría de G. G. Meyerhof.



**Módulo de Reacción Horizontal elástico para profundidad de 0.00 a 0.00 metros. ( ).**

Diámetro del Pilote (metros)	Ks (Ton/m <sup>3</sup> )
<b>0.40</b>	-
<b>0.60</b>	-
<b>0.80</b>	-

Durante la construcción de los pilotes, se tendrán que realizar en el menor tiempo posible y llevando una bitácora del suelo que se va extrayendo.

Ya que, si se deja mucho tiempo la perforación expuesta al intemperismo, puede ocasionar caídos de material.

Se tiene que retirar todo material de azolve del fondo de la perforación.

El proceso de construcción de las perforaciones para los pilotes debe ser lo más continuo posible, para evitar que las perforaciones queden descubiertas durante mucho tiempo y pueda haber caídos de material, que nos ocasionaran problemas en la cimentación, en caso de ser necesario usar ademe.

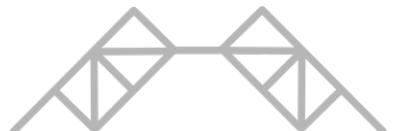
Se deberá retirar todo material de azolve y caídos del fondo de la perforación para los pilotes, ya que si no se retiran los pilotes estarán desplantados sobre este material y producirán asentamientos en la construcción.

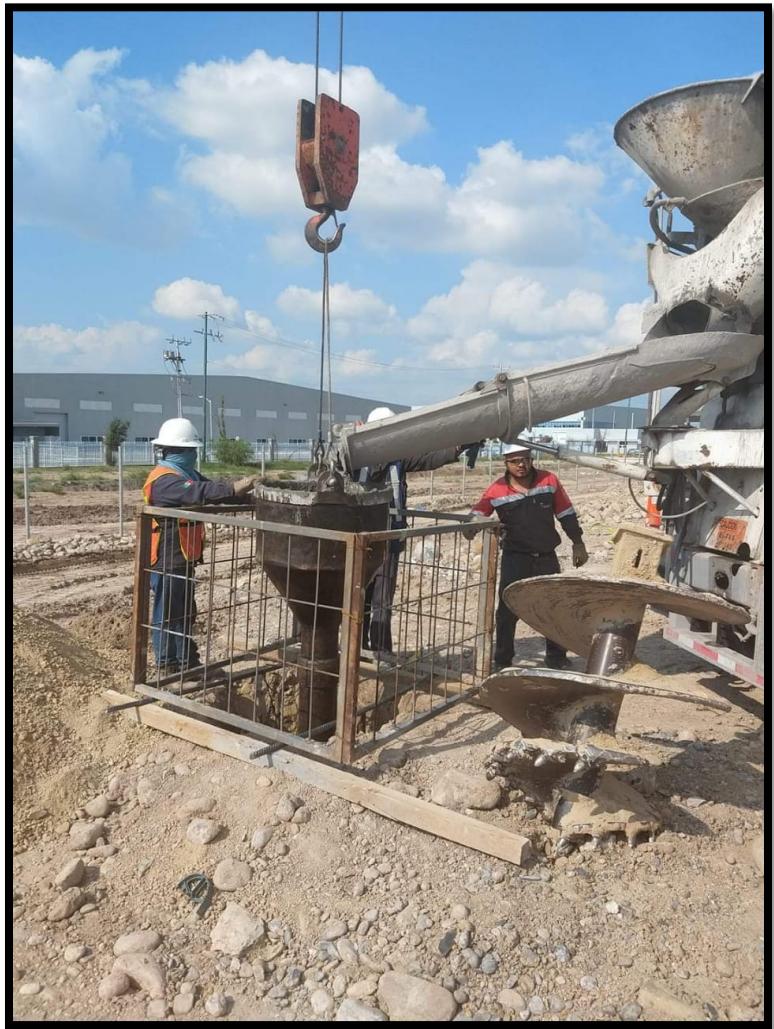
El acero de refuerzo de las pilas deberá corresponder al tamaño y la cantidad especificada por planos.

Los pilotes y/o las pilas deberán de construirse en no más de 8 horas posteriores a la perforación, esto para prevenir intemperización de los estratos de suelo y/o roca en las paredes, así como el estrato de desplante; de igual forma si se deja demasiado tiempo expuestos al intemperismo, los estratos de suelos y/ roca pueden cambiar sus parámetros mecánicos.

Para predios que cuenten con Nivel de Aguas Freáticas. Se deberá de utilizar lodo bentónico o métodos similares para perforaciones de pilotes que cuenten con nivel de aguas freáticas. De igual manera evitar espejos de agua en el fondo de la perforación.

Para predios que cuenten con Nivel de Aguas Freáticas. Se deberá de construir un sistema de abatimiento del nivel freático en toda la zona para evitar cualquier tipo de problemas en la construcción.





Ejemplo para colados en pilotes, por medio de tubo tremie



## 9.- ACLARACIONES Y RECOMENDACIONES

- a) Las exploraciones de suelos a las que se refiere este informe técnico son con respecto al nivel de terreno que se presentó el día de la exploración. El cual presento una topografía plana. En dado caso que el proyecto contemple movimientos de material más allá de las profundidades que se indican en este informe, se nos tendrá que notificar para evaluar que dicha cimentación siga desplantada sobre el suelo reportado anteriormente y si no lo es así dar una respectiva solución.
- b) La información proporcionada en este informe técnico es únicamente válida para este predio, por lo que, no es aceptable usar la misma información y/o resultados para terrenos aledaños a este predio u otros sitios.
- c) Las excavaciones para alojar la cimentación podrán realizar con taludes verticales, debiéndose dejar expuestas el menor tiempo posible para evitar su intemperización, tratando de no realizarlas en épocas de lluvia o protegerlas con geosintéticos.
- d) Por ningún motivo la cimentación deberá estar desplantada sobre material de relleno (basura, escombro, etc.) productos de cortes y/o excavación o material colocado a volteo sin compactación.
- e) Para un posible muro de contención se deberá desplantar cuando menos el peralte de la cimentación corrida para evitar el efecto de deslizamiento en el plano de contacto, dicho elemento podrá ser tipo "L" colocando relleno compactado sobre la zapata, lo que ayudaría a contrarrestar el efecto de volteo.
- f) Se debe dotar el área de construcción de un buen drenaje superficial que evite las acumulaciones e infiltraciones de agua que puedan causar daños a la cimentación y otros procedimientos de construcción del proyecto.
- g) En caso de que la cimentación se contemple a mayor profundidad por cambio en el proyecto o cualquier otra situación, se nos deberá notificar para dar la evaluación correspondiente.
- h) Se recomienda retirar del fondo de las excavaciones (cimentación) todo material suelto producto del corte y renivelar con una plantilla de concreto pobre con un espesor mínimo de 5cm.
- i) GEOTECNIA ESTRUCTURAL y cualquier persona relacionada, no se hace responsable por el mal uso de la información presentada o por la aplicación de los resultados y soluciones contenidas en este informe a estructuras o proyectos diferentes del aquí descrito.
- j) En las zonas donde se tenga pensado colocar material de relleno producto de banco para los respectivos niveles, este deberá estar compactado minino al 95% de su Masa Volumétrica Seca Máxima PROCTOR en capas de 15cm a 20cm (Normas ASTM-D-698 o ASTM-D-1557); este material no deberá contar con gravas y boleos mayores de 3" y/o arcilla oscura (ver inciso "w").  
En caso de que la cimentación se llegase a desplantar sobre este material de relleno, se deberá tomar en cuenta una capacidad de carga de  $Q_a=0.50 \text{ kg/cm}^2$  siempre y cuando este compactado minino un 95% y el material de relleno este como mínimo 1.00 metro por debajo del desplante de la cimentación.



- k) Toda información presentada en dicho informe es propiedad de , por lo tanto, personas morales y/o físicas relacionadas con el proyecto a construir deberán de respetar el derecho de confidencialidad.
- l) Es muy importante recordar que cualquier duda que se llegase a presentar antes y/o durante el proceso constructivo de dicho proyecto, se nos notifique para evitar cualquier tipo de problema en la obra. Se pueden agendar visitas.
- m) Durante la realización de los trabajos de campo no se detectó la arcilla negra expansiva en la parte superficial del predio, en caso de que al momento de construir la residencia se encontrara a mayor profundidad (la cual pueda afectar a la cimentación), se nos tendrá que notificar inmediatamente para evaluar las condiciones del suelo y proceder a una solución. Ya que como se conoce la arcilla negra expansiva es peligrosa para construcciones y generan agrietamientos en cualquier construcción.
- n) La cimentación se armará de acuerdo a los planos estructurales y el colado de concreto se realizará de tal modo que se garantice la compactación y homogeneidad del concreto, esto es: que con el vibrado se logre el mínimo de huecos posible y que al mismo tiempo se evite la segregación.
- o) La complejidad real de esta obra obliga a encomendar los trabajos a empresas con experiencia en ellos; el contratista elegido deberá aceptar la responsabilidad que enfrenta, garantizando en todo momento tanto la excelente calidad de los materiales como de los trabajos a realizar. Paralelamente, durante todos los trabajos de excavación y estabilización, deberá llevarse un adecuado y continuo control de los materiales y técnicas, por parte de una supervisión estricta con fotografías y bitácoras, lo cual garantizará que los trabajos se efectúen confiablemente. El contratista podrá presentar procedimientos alternos para su revisión y validación.
- p) Se detectó Acuífero Superficial // Nivel de Aguas Freáticas (N.A.F.) a la profundidad de 6.00metros de exploración. Durante nuestras actividades de perforación en campo SI detectamos la presencia de nivel de aguas freáticas. Dichos sondeos exploratorios se dejaron abiertos durante la etapa de exploración del subsuelo para permitir el monitoreo, de esta manera nos dimos cuenta que el pozo se cerró / se azolvó debido a la presencia de agua subterránea.
- q) Por muy bueno que sea un terreno para cimentación, no conviene cimentar demasiado superficialmente, pues ello conduce a estructuras con poca resistencia a fuerzas laterales: un valor del orden de 1.00metro debe verse como un mínimo recomendable; este valor pudiera rebajarse a otro del orden de 0.50metros en caso de que el suelo fuera extraordinariamente firme y la estructura ligera.
- r) Otra regla digna de tenerse en cuenta es la de apoyar los cimientos siempre debajo de la capa de tierra vegetal, pues de otra manera pudieran presentarse posteriormente problemas de muy difícil solución con plantas en crecimiento, aparte de lo indeseable del suelo con materia orgánica desde el punto de vista de resistencia y compresibilidad.
- s) El despalme y desmonte será de 30 a 50 centímetros de espesor, para eliminar principalmente la materia orgánica y posteriormente deberán ser remplazados por un relleno de material de banco compactado al 95%, así como también para los firmes de concreto (al cual también se le deberá de añadir un 3% de Cal de su Peso Volumétrico) posteriores al sistema de cimentación a utilizar en la obra (ver inciso "w").



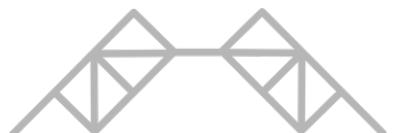
- t) Las recomendaciones para diseño de cimentaciones emitidas en este reporte están basadas en la información obtenida de un (por decisión del cliente) sondeo perforado dentro de los límites del terreno, nuestra interpretación de la información proporcionada por el cliente, y en la suposición de que la configuración final del sitio tendrá como resultado únicamente cambios menores en la topografía existente al momento de nuestro estudio. Si la información del proyecto descrita en este reporte es incorrecta, es alterada, o nueva información resultase disponible, deberemos de ser notificados para revisar y modificar (de ser necesario) nuestras recomendaciones.
- u) Antes de la colocación del acero y del concreto en los elementos de cimentación, las excavaciones deberán ser examinadas por un servidor. El propósito de esta revisión es observar y/o verificar que todas las dimensiones de los elementos cumplen con lo especificado por los planos de proyecto, que los suelos en el fondo de las excavaciones son iguales o similares a los encontrados en nuestros sondeos exploratorios, o que el material de relleno ha sido seleccionado y colocado de acuerdo a las normativas correspondientes, y que, no hay en el fondo de las excavaciones agua o material suelto.
- v) Si la cimentación es a base de zapatas aisladas y/o cimiento corrido, la excavación se puede llevar a cabo con maquina tipo excavadora, al dar la profundidad de desplante, nivelar el fondo de la excavación, retirar el material suelto, agregar un ligero contenido de agua en toda la superficie del suelo, que sea muy uniforme y llevar a cabo una compactación con equipo de impacto. La compactación es importante, ya que, restituiría las condiciones naturales del suelo y mejorara su capacidad de carga, así como la disminución de asentamientos diferenciales.



w) Recomendamos que los materiales a utilizarse como relleno estructural sean granulares, y estén libres de materiales orgánicos y deberá especificarse que no contengan fragmentos de más de 3in en su dimensión mayor. El relleno estructural deberá tener un límite líquido menor que 40, un índice plástico de 5 a 15 y un porcentaje máximo de material menor a la malla No. 200 de 35%. Los suelos clasificados a continuación de acuerdo al S.U.C.S. pueden considerarse satisfactorios para relleno estructural: SM, SC, SW-SM, SW-SC, SP-SM, SPSC, SC-SM, GM, GC, GW-GM, GW-GC, GP-GM y/o GP-GC.

Los suelos clasificados a continuación se consideran no aptos para usarse como relleno estructural: CH, CL, MH, ML, OH, OL y/o PT.

El relleno estructural deberá aplicarse en capas uniformes con un espesor suelto máximo de 20 cm y su humedad deberá acondicionarse a  $\pm 3\%$  y compactarse a un mínimo de 95% del peso volumétrico máximo establecido por la norma ASTM D-698 para procedimientos de compactación en laboratorio. El contenido de humedad del relleno estructural también se deberá mantener dentro del rango ya mencionado en tanto que la superficie del material de relleno sea totalmente cubierta. Recomendamos que tanto los materiales encontrados al nivel de subrasante los cuáles recibirán el relleno estructural, así como los materiales a emplearse como relleno selecto, sean ensayados para compactación y contenido de humedad de acuerdo a las normas ASTM aplicables, durante la construcción por el ingeniero geotécnico, para verificar una instalación adecuada de los mismos.

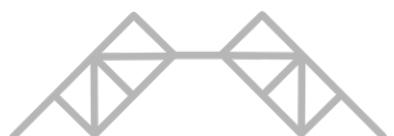


## 10.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

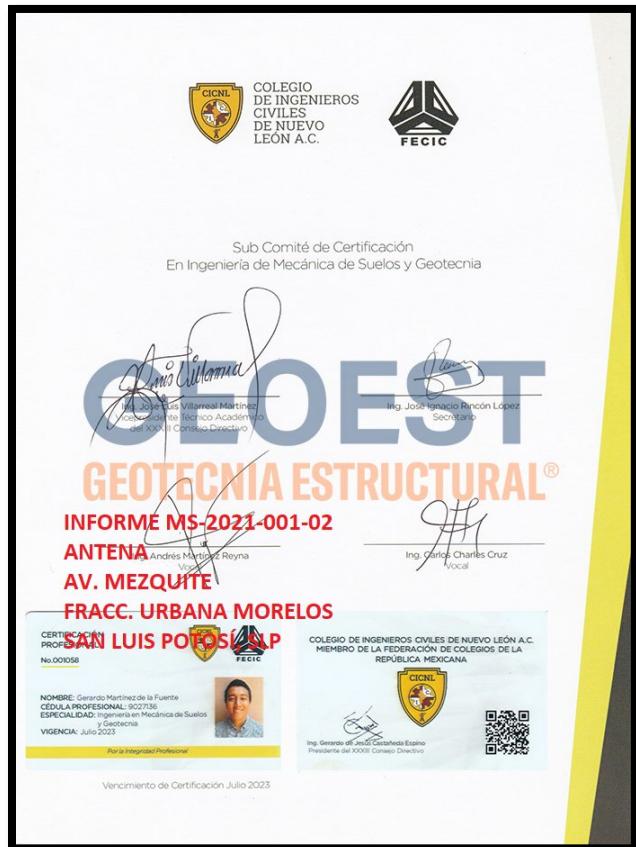
- a) Mecánica de Suelos, Tomo 1, 2 y 3  
Juárez Badillo & Rico Rodríguez  
Editorial Limusa
- b) Ingeniería de Cimentaciones  
Enrique Tamez González  
TGC Geotecnia
- c) Fundamentos de ingeniería de cimentaciones  
Braja M. Das  
Editorial CENGAGE Learning
- d) Rock Mechanics Based on an Anisotropic Jointed Rock Model (AJRM)  
Walter Wittke  
Ernst & Sohn
- e) Ingeniería Geológica  
Luis I. González de Vallejo  
Editorial PEARSON
- f) Geología aplicada a la construcción de infraestructura  
Gustavo Arvizu Lara & Moisés Dávila Serrano  
Editorial FECIT
- g) Manual de Construcción Geotécnica I y II  
Sociedad Mexicana de Ingeniería Geotécnica
- h) Construcción Especializada Geotécnica  
Sociedad Mexicana de Ingeniería Geotécnica
- i) Exploración de Suelos  
Métodos directos e Indirectos, Muestreo y Pruebas de Campo  
Enrique Santoyo Villa
- j) Ciencias de la Tierra  
Edward J. Tarbuck



**11.- CÉDULA PROFESIONAL**



**CERTIFICACIÓN CICNL**



Cualquier duda o comentario, favor de avisar. Quedamos a sus órdenes.

**A t e n t a m e n t e**  
Monterrey, N.L., México a 10 de Enero de 2021

**M.I. Ing. Gerardo Martínez de la Fuente**  
Cédula Profesional N° 9027136  
Ingeniero Civil – Geotecnista

