

# **Informe de Mecánica de Suelos:**

## **Proyecto Sitio 179375 Llanetes, Región 6, San Mateo, Municipio de Valparaíso, Zacatecas. Coordenadas: Latitud 22.893848 N, Longitud -103.484268 W.**

# INFORME TÉCNICO

**Obra:** Sitio 179375 Llanetes.

**Solicitante:** American Tower Corporation.

**Ubicación:** San Mateo, Municipio de Valparaíso, Zacatecas. Coordenadas:  
Latitud 22.893848 N, Longitud -103.484268 W.

**Fecha:** 02 de Marzo del 2021.

## CONTENIDO

### 1.\_ INTRODUCCIÓN

1.1\_ Memoria descriptiva

### 2.\_ DESCRIPCIÓN DE SITIO DE PROYECTO

2.1.\_Ubicación y Plano Topográfico

2.2.\_Geología

2.3.\_Clima

2.4.\_Hidrología

2.5.\_Zonificación Geotécnica y Sísmica

2.7.\_Trabajos de Laboratorio

### 3.\_TRABAJOS DE CAMPO (EXPLORACIÓN Y MUESTREO)

3.1\_Reporte de Perforación

### 4.\_ESTRATIGRAFIA

### 5.\_ANALISIS GEOTÉCNICO

5.1.\_ Revisión Estado Límite de Falla

- Fatiga (Condición Estática)
- Empuje de tierras sobre muros de contención.

5.2.\_ Revisión Estado Límite de Servicio

- Deformación (Asentamiento elástico)

### 6.\_CONCLUSIONES

### 7.\_RECOMENDACIONES

### 8.\_REFERENCIA

### 9.\_ ANEXOS

9.1. \_Ensajes de Laboratorio

9.2\_ Reporte Fotográfico

## **1.\_INTRODUCCION:**

El presente Estudio de Mecánica de Suelos es para definir las características físicas, mecánicas y lo correspondiente al análisis geotécnico de los elementos estructurales de cimentación desplantada en el suelo del sitio de estudio en el cual se realizará el Proyecto Sitio 179375 Llanetes, Torre Arriostada.

Por ello se hacen los trabajos de exploración y muestreo, así como las pruebas índice y mecánicas en el laboratorio de mecánica de suelos de las diferentes muestras obtenidas del sondeo de penetración estándar (SPT), además de pruebas en sitio con torcometro o penetrometro de bolsillo, estas pruebas se realizaron en el lugar, para garantizar la seguridad y correcto funcionamiento de la estructura a diseñarse y construirse, ubicado en Sitio 179375 Llanetes, San Mateo, Municipio de Valparaíso, Zacatecas. Coordenadas: Latitud 22.893848 N, Longitud -103.484268 W.

A fin de identificar y establecer las condiciones y características estratigráficas existentes del subsuelo hasta la profundidad en la que son significativos los esfuerzos producidos por las cargas que transmitirán las estructuras que se pretenden construir y así establecer los parámetros geotécnicos, para obtener los resultados de capacidad de carga admisible, asentamientos instantáneos y o asentamientos por consolidación primaria en el análisis geotécnico de los elementos que integraran la cimentación de la estructura, así como establecer las recomendaciones para la correcta ejecución de trabajos de construcción.

Con el propósito indicado en el párrafo anterior, y atendiendo las instrucciones de exploración y muestreo que nos indican, se realizó en el sitio de estudio un reconocimiento preliminar observando que el sitio de estudio se encuentra en condiciones accesibles además de que no se encuentra rodeado de construcciones colindantes de uso habitacional.

Se realizaron trabajos de exploración de un sondeo de penetración estándar en un extremo del área central en del sitio de estudio, para la extracción de muestras alteradas e inalteradas a partir de la estratigrafía o capas litológicas encontradas, además de las propiedades físicas y mecánicas del suelo que nos proporcione las pruebas de laboratorio. En este reporte se describen los trabajos realizados en campo y gabinete, la exploración realizada, los ensayos realizados a las muestras en el laboratorio de mecánica de suelos además se dan las conclusiones y recomendaciones pertinentes necesarias para la correcta ejecución y construcción de la obra.

## 1.1\_ Memoria Descriptiva

La configuración del territorio municipal es de figura irregular, se encuentra situado en las coordenadas geográficas extremas: Al norte 23° 09', al sur 22° 09' de latitud norte. Al este 103°11', al oeste 104°19' Longitud Oeste. El municipio cuenta con una extensión territorial de 5,714 km<sup>2</sup>, representa el 7.52% del estado. Altitud mínima sobre el nivel del mar en el piso del Valle de Valparaíso es de 1888m.

El Valle de Valparaíso tiene dos ríos: El de Valparaíso San Mateo o de Bolaños. Con cuencas y subcuencas. Afluentes: Guacamayas, Manzano, Loreto Cuevecillas Matancillas, Salsipuedes, Las Iglesias, La Boquilla, Ciénega el Oso, Verde, El Tanque, San Juanito. El Río Atengo: Con escorrentías, cuencas y subcuencas muy limitadas para el cultivo agrícola, se nutre Alamitos, Los Lirios, Santiago, Tierra Blanca, Portales, Las Chirrioneras, María Teresa, El Huencho, San Andrés y Peña Colorada.

Periodo cuaternario. Perteneciente al último terreno sedentario. Suelos aluviales: alto grado de fertilidad, material rodado. En lo relativo a la tenencia de la tierra, el 60% es agrícola y se utiliza para cultivos de temporal, el 8% es utilizado en cultivos de riego, el 20% es de selvicultura, el 10% terreno rocoso y el 10% es terreno habitacional.

## **2.\_ DESCRIPCIÓN DE SITIO DE PROYECTO:**

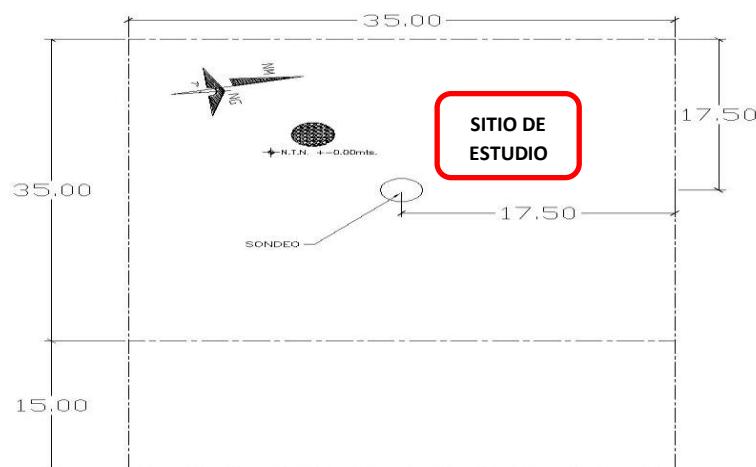
### **2.1.\_ Ubicación y Plano Topográfico**

Sitio 179375 Llanetes, San Mateo, Municipio de Valparaíso, Zacatecas.  
Coordenadas: Latitud 22.893848 N, Longitud -103.484268 W.

A continuación, se presentan los croquis de localización del sitio en estudio.



Croquis de localización, Fuente de Información: Obtenida de Google Maps.



CTRA. VALPARAÍSO—SAN MATEO

Plano Topográfico y Ubicación de Sondeo.



Imagen de predio. Fuente de Información: Obtenida de Brigada de Exploración y Muestreo.

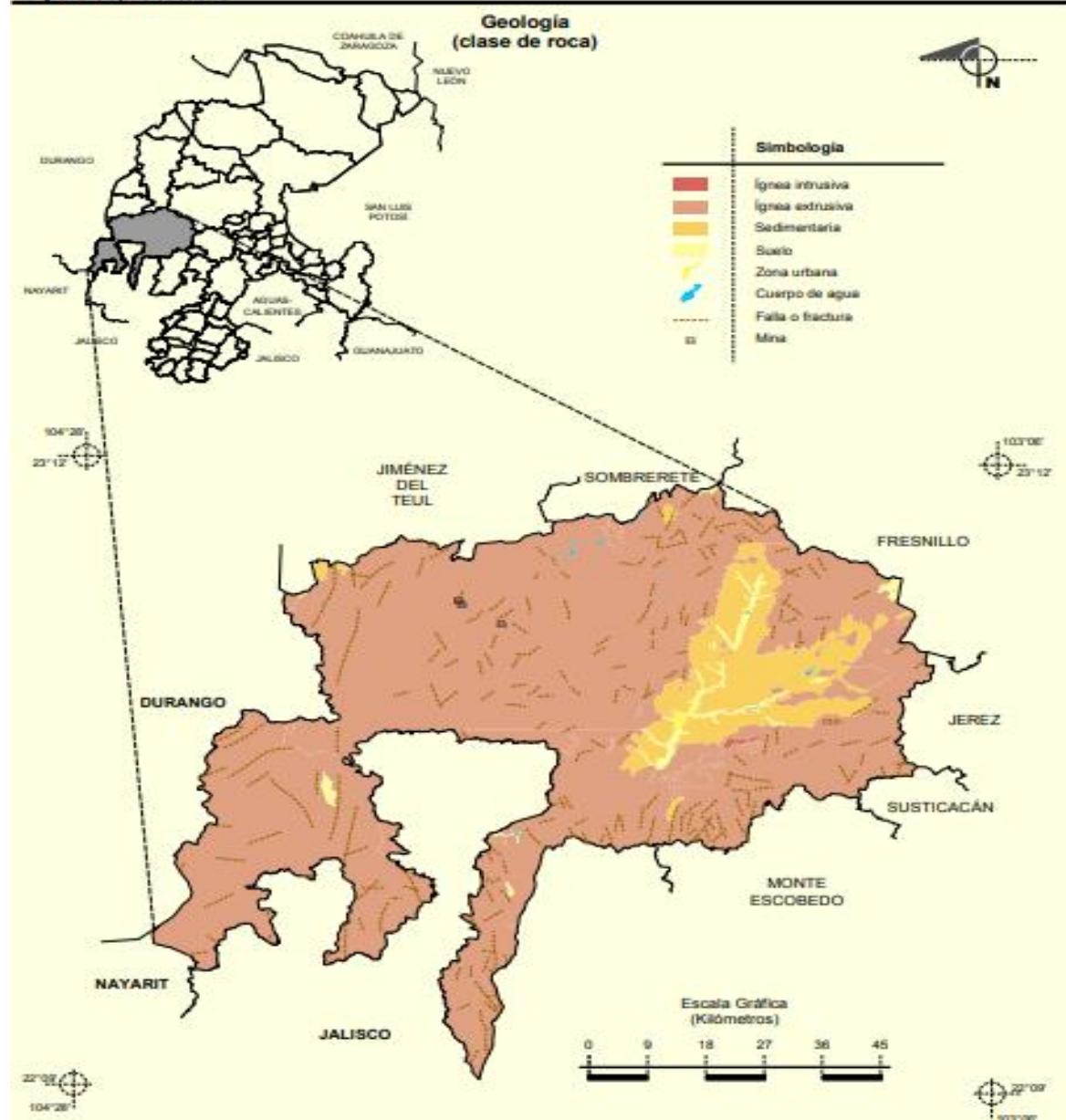


Croquis de localización, Fuente de Información: Obtenida de Google Earth.

## 2.2. \_Geología:

Dentro del territorio del municipio de Valparaíso Zacatecas, de acuerdo a su periodo geológico comprenden: Periodo Terciario (85.9%), Neógeno (11.2%) y Cuaternario (2.7%) Existen rocas Ignea extrusiva: riolita-toba ácida (84.7%), basalto (1.4%), andesita (1.0%), volcanoclástico (0.9%) y toba ácida (0.4%) Sedimentaria: arenisca-conglomerado (9.8%) y conglomerado (0.3%) Suelo: aluvial (1.2%) Ignea intrusiva: pórfito andesítico (0.1%)

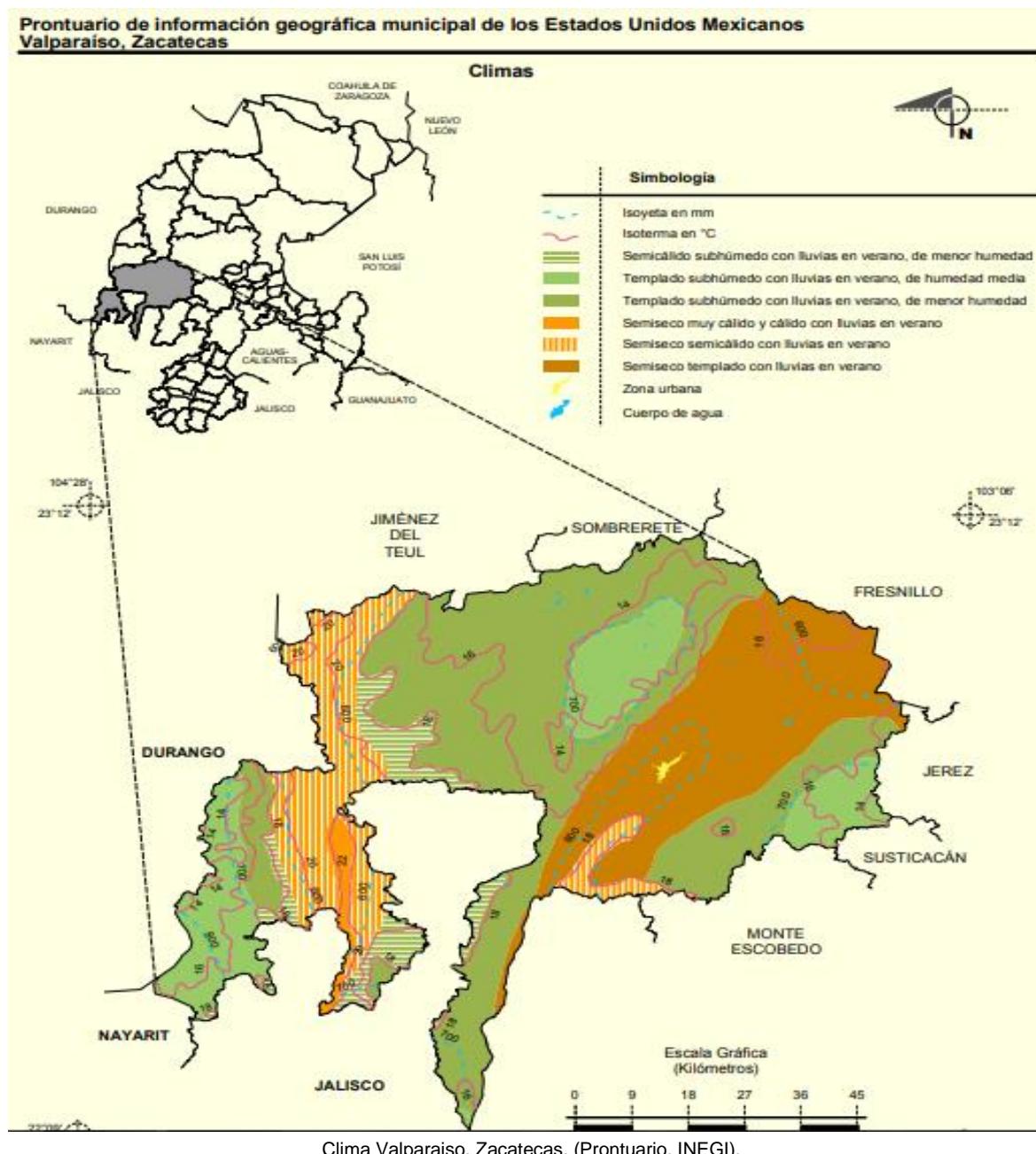
**Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos  
Valparaíso, Zacatecas**



Geología Municipio de Valparaíso, Zacatecas. (Prontuario, INEGI).

### 2.3. \_Clima:

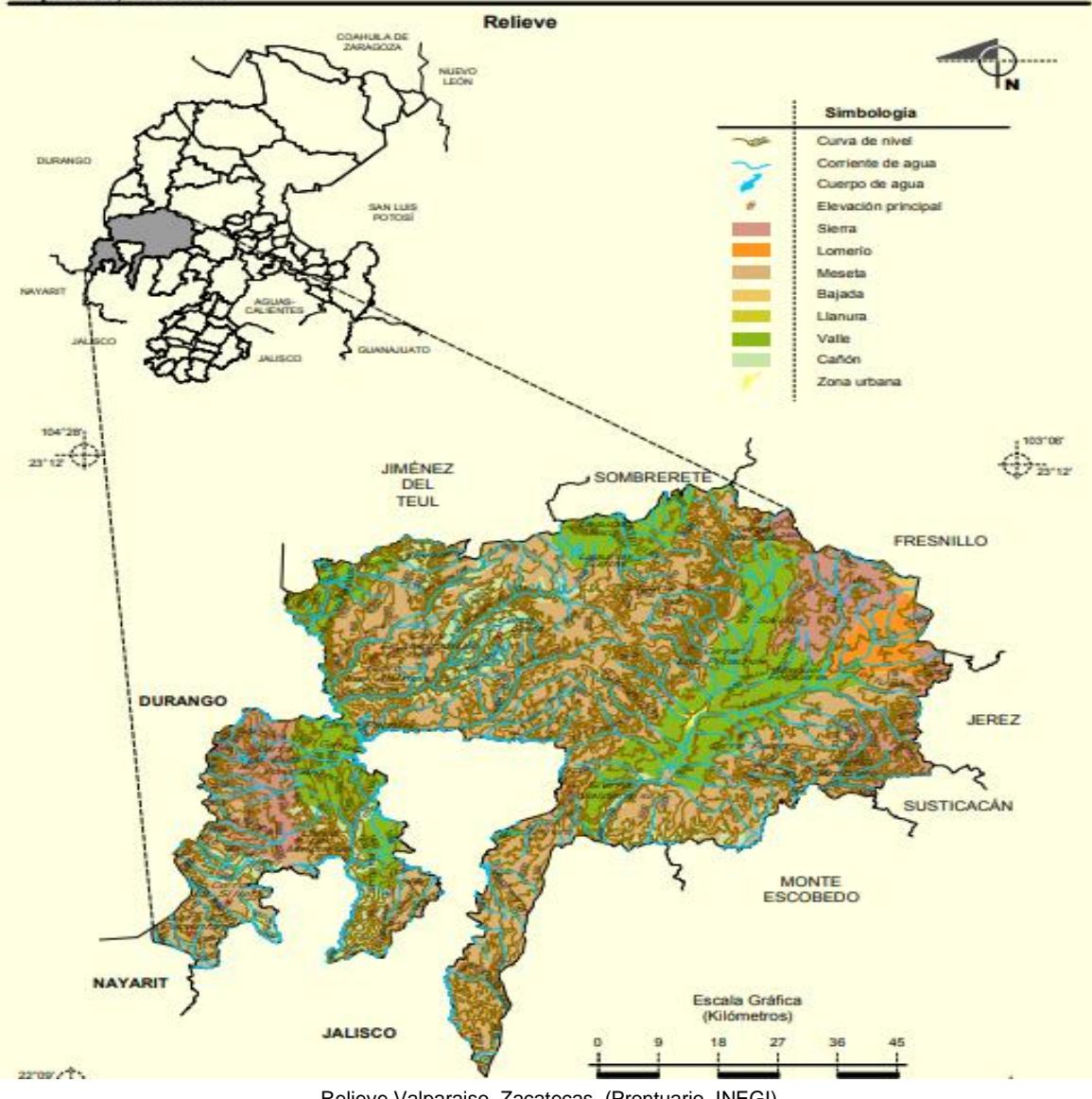
El clima predominante dentro del territorio de Valparaíso: Templado subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (42.5%), semiseco templado con lluvias en verano (23.2%), templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (14.2%), semiseco semicálido con lluvias en verano (13.4%), semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (5.4%), semiseco muy cálido y cálido con lluvias en verano (1.3%) dentro del territorio la temperatura media anual oscila entre 12°C - 24°C, la precipitación media anual 500-1000 mm.



## 2.4. \_Hidrología:

El territorio de Valparaíso pertenece a la Región hidrológica Región hidrológica Lerma – Santiago (98.4%) y Nazas – Aguanaval (1.6%) La cuenca R. Huaynamota (56.5%), R. Bolaños (41.9%) y R. Aguanaval (1.6%) la sub cuenca es R. San Juan (32.7%), R. San Mateo (28.0%), R. Atengo (17.4%), R. Valparaíso (13.4%), R. San Andrés (5.0%), R. Huejuquilla (1.3%), R. Chico (1.1%), R. de los Lazos (0.5%), R. Bolaños Alto (0.5%) y R. Jesús Matías (0.1%) Corrientes de agua Perennes: Ojo de Ángel y La Loba. Intermitentes: Ciénega El Oso, San Juanito, Salsipuedes, Guacamayas, María Teresa, Palos Colorados, Tortugas, Ventarrón, Arroyo del Centro, Cuevecillas, El Paso Ancho y Río Verde.

**Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos  
Valparaíso, Zacatecas**



Relieve Valparaíso, Zacatecas. (Prontuario, INEGI).

## 2.5. Zonificación Geotécnica y Sísmica:

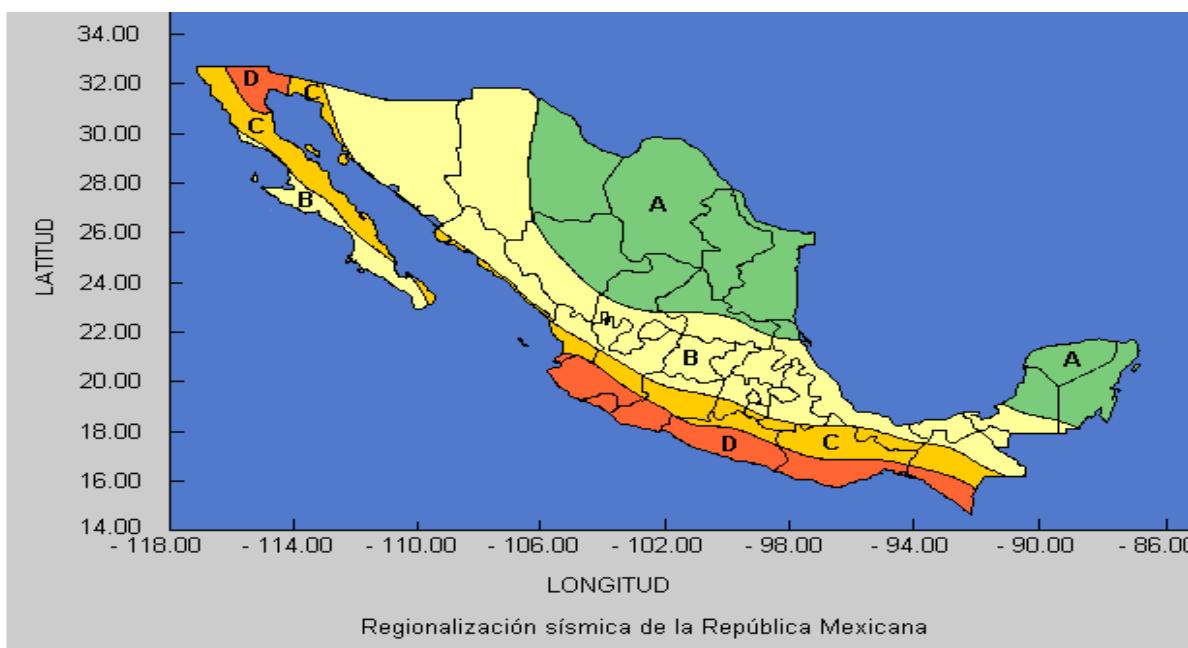
La República Mexicana ha sido dividida en tres zonas geotécnicas: Zona I (Firme), Zona II (Intermedio) y Zona III (Blando) de acuerdo con lo indicado con el manual de diseño de obras civiles diseño por sismo 2008 de la Comisión Federal de Electricidad aplicadas en todo el territorio mexicano.

De acuerdo con esta clasificación y las características de resistencia del terreno, la CFE ha propuesto los coeficientes sísmicos descritos en la tabla para ser empleados en el diseño de las estructuras

Zona Sísmica	Suelo de Cimentación	Coeficiente Sísmico c*
A	I (Firme)	0.08
	II (Intermedio)	0.16
	III (Blando)	0.20
B	I (Firme)	0.14
	II (Intermedio)	0.30
	III (Blando)	0.36
C	I (Firme)	0.36
	II (Intermedio)	0.64
	III (Blando)	0.64
D	I (Firme)	0.50
	II (Intermedio)	0.86
	III (Blando)	0.86

\*Para estructuras del Grupo "B". En el caso de estructuras del Grupo "A", los coeficientes se deberán multiplicar por 1.5.

Tabla de Coeficientes sísmicos, Fuente de Información: MDOC CFE SISMO 2008



Regionalización sísmica de la República Mexicana, Fuente de Información: MDOC CFE SISMO 2008

La continuidad en el peligro sísmico integrado en la nueva versión del Capítulo de Diseño por Sismo del Manual de Diseño de Obras Civiles de CFE, requiere de una herramienta informática que pueda, de una forma sencilla, obtener la información necesaria para la construcción de los espectros de diseño.

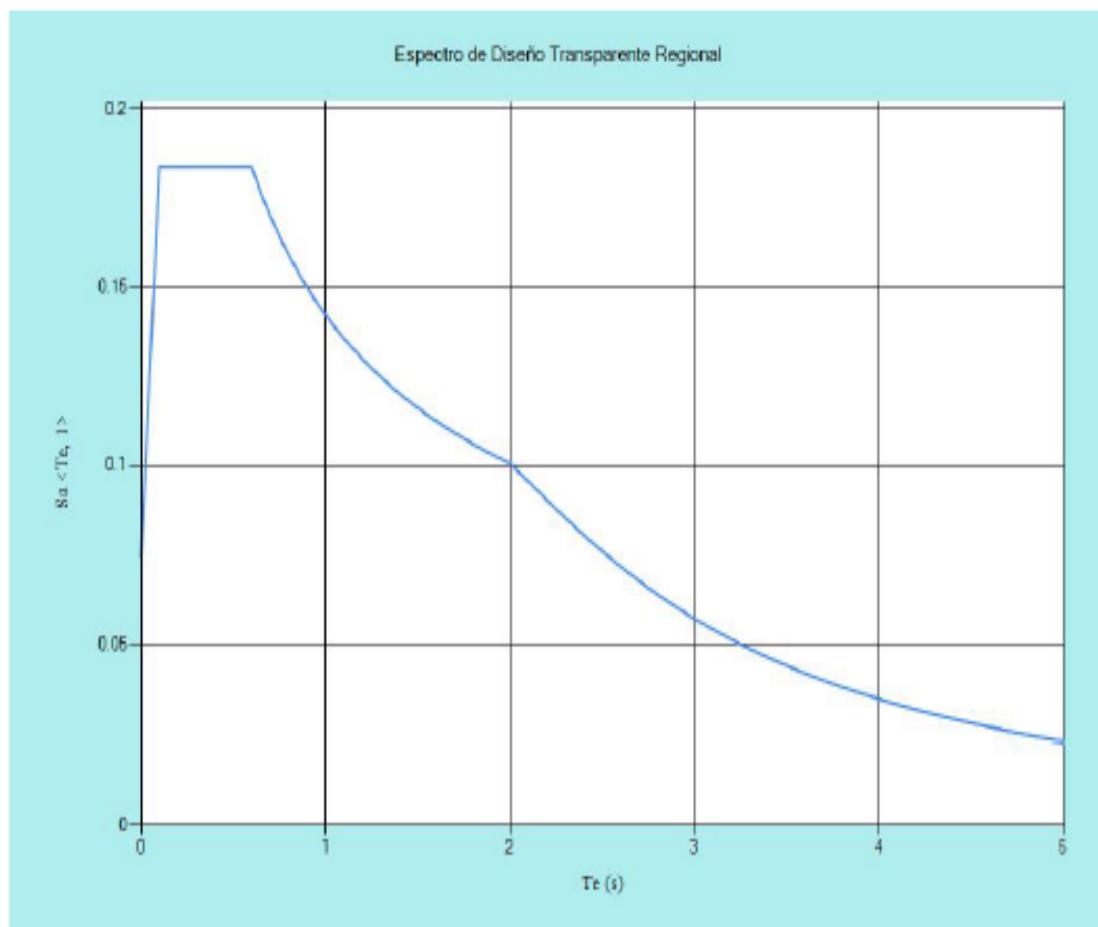
## 2 Espectros de diseño

Para la concepción de los espectros estipulados en este Manual se formuló la siguiente filosofía:

- a) Los espectros de diseño varían en forma continua dentro del territorio mexicano.
- b) La construcción de los espectros de diseño se inicia con un parámetro relacionado con el peligro sísmico, que es la aceleración máxima en terreno rocoso, y se continúa con factores con que se toman en cuenta las condiciones del terreno.
- c) Las aceleraciones máximas en roca están asociadas a coeficientes de diseño que son óptimos para el estado límite de colapso de estructuras del Grupo B y corresponden periodos de retorno que varían espacialmente en forma continua.
- d) Los espectros de diseño son transparentes, es decir, carecen de factores de reducción ajenos al peligro sísmico
- e) Las ordenadas espectrales corresponden al 5% del amortiguamiento crítico estructural. Podrán modificarse cuando se justifique un valor de amortiguamiento diferente o se consideren efectos de interacción suelo-estructura.
- f) A periodo estructural largo, los espectros de desplazamiento que se derivan de los espectros de aceleración tienden correctamente a los desplazamientos máximos del terreno
- g) A periodo estructural largo, los espectros de desplazamiento que se derivan de los espectros de aceleración tienden correctamente a los desplazamientos máximos del terreno.
- h) Se suministran espectros de diseño para el estado límite de servicio que no están afectados por la no linealidad del suelo.
- i) Se proporcionan aceleraciones para tres niveles de importancia estructural: convencional (B), importante (A) y muy importante (A+) (sólo para zonas de alta sismicidad.)

El sitio se ubica dentro de un tipo de suelo I (Firme), zona sísmica A, del programa PRODISIS 2015 de la CFE se obtiene el espectro para estructuras del tipo A en el municipio de Valparaíso, Zacatecas con un coeficiente de 0.180, que a continuación se muestra en el espectro sísmico.

ESPECTRO DE ROCA		ESPECTRO DE SITIO	
	Zona sísmica	A	
Longitud	-103.651 O	Latitud	22.8388 N
a0r:	48.66 cm/s <sup>2</sup>	a0:	72.99 cm/s <sup>2</sup>
c:	120.02 cm/s <sup>2</sup>	c:	180.03 cm/s <sup>2</sup>
		Ta:	0.1 s
		Tb:	0.6 s
		Tc:	2 s
		k:	1.5
		r:	0.5



Espectro de diseño sísmico CFE del Municipio de Valparaíso, Zacatecas.

## 2.7.\_Trabajos de Laboratorio:

Las muestras obtenidas del sondeo mixto se trasladaron al laboratorio, donde inicialmente se clasificaron visual y manualmente para programar la ejecución de ensayos que proporcionarán su clasificación en atención al Sistema Unificado de Clasificación de los Suelos (S.U.C.S.) así mismo a las muestras inalteradas se les efectuaron correlaciones apegados al reporte de penetración estándar que permitieron determinar su resistencia al esfuerzo cortante y deformabilidad.

Las pruebas índices que se efectuaron fueron los siguientes:

- Peso Específico (ASTM C 127)
- Contenido de Humedad (ASTM D 2216)
- Identificación de suelo en sitio (ASTM D 2487)
- Granulometría (ASTM D 422)
- Densidad de Solidos (ASTM D 854)
- Límites de consistencia (ASTM D 4318)

Las pruebas mecánicas que se efectuaron fueron los siguientes:

Todos los ensayos se realizaron conforme a lo especificado en las normas ASTM vigentes.

El resultado de los ensayos de laboratorio se presenta en el anexo 9.1 donde se indican los resultados.

- Contenido de Humedad:

Contenido de humedad es la relación del peso del agua entre el peso de los sólidos de un suelo expresado en porcentaje.

$$w\% = \frac{Ww}{Ws} * 100$$

- Peso Específico:

El peso volumétrico del material en estado natural es la relación de su peso entre la unidad de volumen.

$$\gamma_m = \frac{Wm}{Vm}$$

- Densidad de Solidos:

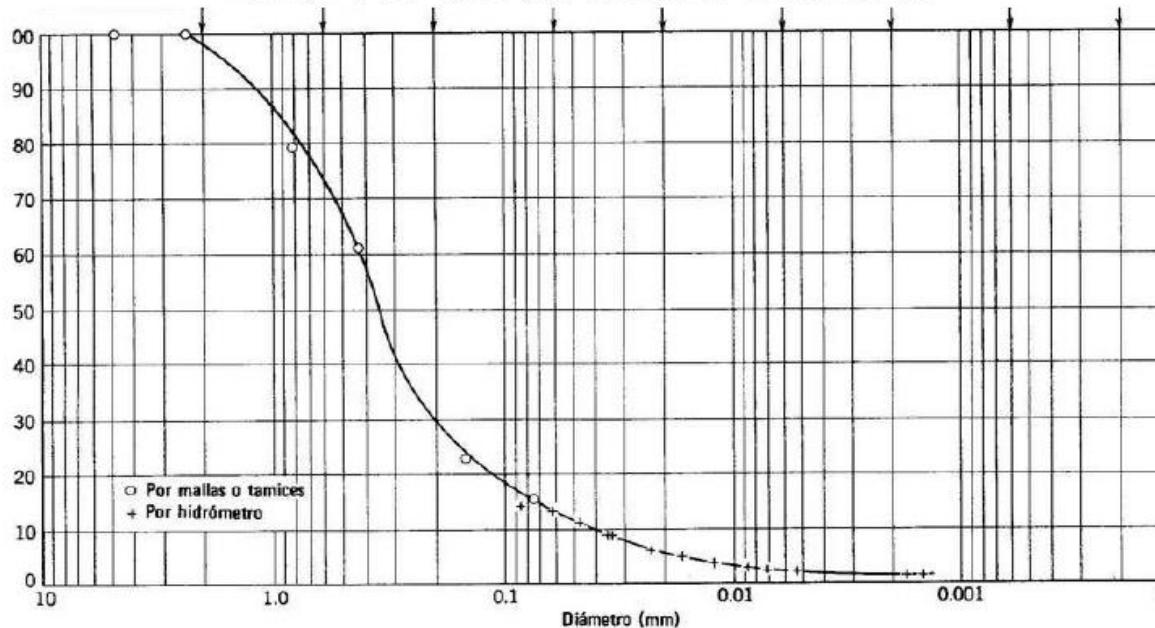
La densidad de solidos se define como la relación que existe entre el peso de los sólidos y el peso del volumen del agua desalojado por los mismos.

$$\gamma_m = \frac{W_s}{V_s}$$

- Granulometría.

Este ensaye consiste en separar por tamaños las partículas de suelos gruesos y finos que componen una muestra de material en estudio y en función para poder clasificarlo, es decir la determinación de la distribución de las partículas de un suelo en cuanto a su tamaño.

## Curva Granulométrica



En el eje de las ordenadas se anota en escala natural el porcentaje que pasa en cada malla y en el eje de las abscisas en escala logarítmica el número de las malla correspondiente en pulgadas, uniendo los puntos se obtiene la curva granulométrica, la cual servirá de base para encontrar los parámetros de allen (D60, D30 y D10), el valor de cada uno de ellos se localiza el interceptar la curva granulométrica, leyendo directamente el valor en milímetros en la parte superior de la gráfica, con los valores se calculan los coeficientes de uniformidad (Cu) y de curvatura (Cc), una vez conocidos se podrá clasificar el tipo de suelo de acuerdo con el S.U.C.S).

---

- Límites de consistencia:

Los suelos dependiendo de la cantidad de agua que posean y de sus características físicas pueden ser en menor o mayor escala deformables. Así mismo esta función de su resistencia al esfuerzo cortante. Atterberg en forma experimental propuso 4 estados por los que pueden pasar los suelos al disminuyendo su contenido de humedad, definiendo 3 fronteras a las que llamo límites de consistencia.

Límite Liquido (L.L.): es la frontera comprendida entre el estado semilíquido y plástico, definiéndose como el contenido de humedad que requiere un suelo previamente remodelado en el que al darle forma trapezoidal sus taludes fallen simultáneamente cerrándose la ranura longitudinal de 13 mm. Sin resbalar en sus apoyos al sufrir el impacto de 25 golpes consecutivos en la copa de casa grande siendo una altura de caída de 1 cm. El límite liquido se define también como el contenido de humedad que requiere un suelo para presentar una resistencia al esfuerzo cortante.

Límite Plástico (L.P.): Es la frontera comprendida entre el estado plástico y semisólido, se define como el contenido de humedad que posee un cilindrito de material en estudio de 11 cm de longitud y 3.2 mm. de diámetro formando al rolarlo con la mano sobre una superficie lisa al comenzar a sufrir agrietamientos en su estructura.

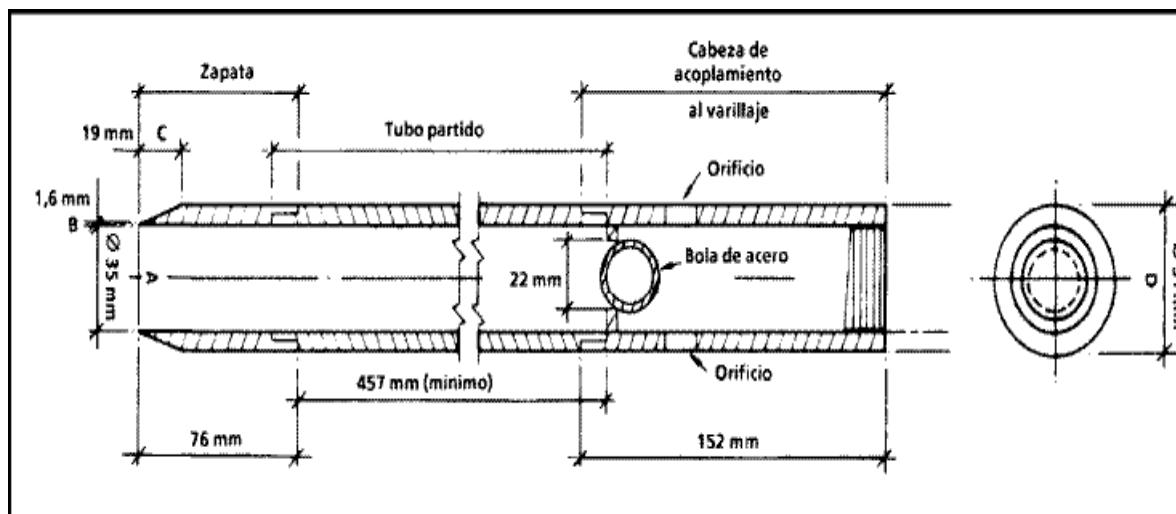
### **3.\_TRABAJOS DE CAMPO (EXPLORACIÓN Y MUESTREO):**

Para realizar el estudio de mecánica de suelos, se llevó a cabo la exploración y muestreo del subsuelo en el sitio de estudio siguiendo las recomendaciones que indican en las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño de Cimentaciones, se programó las siguientes actividades. Se realizó un Sondeo en el área a estudiar.

#### **1.\_ Sondeo de Penetración Estándar (SPT-1)**

Considerando las características del sitio, tipo de estructura y lo mencionado en el punto anterior, la investigación de campo se estableció mediante la realización de sondeos de penetración estándar (SPT), el sondeo se combinó el avance por percusión de la herramienta de penetración estándar con puntas de acero para lograr avance en suelos duros.

La técnica conocida como penetración estándar para la obtención de muestras alteradas mediante la herramienta conocida como penetrómetro estándar que es un muestreador de pared gruesa de 3.5 cm de diámetro interior de *media caña* de 60 cm de longitud, que al tiempo que recupera las muestras, permite medir la resistencia a la penetración estándar, que se define como el número de golpes que se deben aplicar por medio de la energía proporcionada por con un martillo de 64 kg de peso con caída libre de 76.2 cm para alcanzar una penetración de 30 cm en el suelo, establecido en la norma ASTM-D1586.



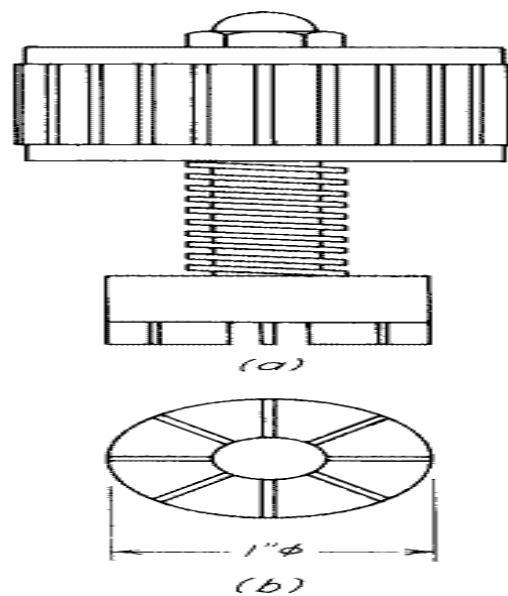
Vista de penetrometro partido muestreador spt.

Este registro permite inferir a través de correlaciones la compacidad de los suelos granulares y la consistencia de los materiales finos. Con el penetrómetro se recuperaron muestras alteradas del suelo en prácticamente toda la profundidad

explorada. Las muestras obtenidas de los sondeos fueron empacadas y llevadas al laboratorio, para determinar las propiedades índice representativas del lugar.

Un penetrómetro de bolsillo, que es un instrumento de laboratorio utilizado para determinar el esfuerzo de compresión inconfinado  $q_u$  en laboratorio o en campo. Para lo cual se traza un círculo con su centro en el suelo, entonces se ubica verticalmente el penetrómetro directamente contra el suelo y se realizan disparos alrededor del círculo y en el centro. Los valores registrados del penetrómetro se evalúan mediante una tabla proporcionada por el fabricante, el valor promedio de las lecturas realizadas con el penetrómetro será  $q_u$ , con el cual puede trazarse la envolvente de falla.

Una modificación llamada torcómetro permite la ejecución rápida de muchas pruebas de veleta en la superficie recién cortada de una muestra de arcilla rebanada longitudinalmente, o en la pared recién cortada de un pozo a cielo abierto. Por medio de adaptadores, pueden hacerse determinaciones confiables de resistencias al esfuerzo cortante que oscilen entre 1 y 50 ton/m<sup>2</sup>.



Vista de torcómetro.

No se detectó la posición del nivel de aguas freáticas durante los trabajos de exploración del suelo.

La profundidad de los sondeos (SPT-1) es de 10.00 en promedio. Se definió de acuerdo con las características que presenta el suelo existente en el sitio (hasta un suelo muy duro) y de la estructura que se desea construir el sitio.

### 3.1\_ Reporte de Perforación

#### REPORTE DE PERFORACIÓN

OBRA	Sitio 179375 Llanetes.	COORDENADAS	22.893848 N, -103.484268 W
LOCALIZACIÓN	San Mateo, Valparaíso, Zacatecas.	FECHA DE INICIO	02 de Marzo del 2021
POZO N°	Sondeo # 1	FECHA DE TERMINACIÓN	02 Marzo del 2021
TIPO DE SONDEO	Sondeo (SPT)	NIVEL FREÁTICO	Sin detectar

MUESTRA Nº	PROFUNDIDAD (m)			RECUPERACIÓN			PENETRACIÓN ESTÁNDAR PESO DEL MARTILLO 64 kg ALTURA DE CAÍDA 75 cm.			TIPO DE HERRAMIENTA	CLASIFICACIÓN Y OBSERVACIONES	
	INICIAL	FINAL	AVANCE	m	%	CR % DEERE	Nº DE GOLPES EN					
							15 cm	30 cm	15 cm	MUESTREO		
1	0.00	0.60	.60	-	-	-	5	22	14	T.P.	Material Arenoso de origen vegetal color negro, textura esponjosa	
2	0.60	1.20	.60	-	-	-	14	28	11	T.P.	Material Arenoso con boleo, color negro, textura esponjosa	
3	1.20	1.80	.60	-	-	-	16	30	14	T.P.	Material arenoso con gravas color café tonalidad obscura	
4	1.80	2.40	.60	-	-	-	17	35	18	T.P.	Material arenoso con gravas color café tonalidad obscura	
5	2.40	3.00	.60	-	-	-	20	37	19	T.P.	Material arenoso con pocas gravas color café tonalidad obscura	
	3.00	3.60	.60	-	-	-	20	38	22	T.P.	Material arenoso con gravas y boleo, color café tonalidad obscura	
7	3.60	4.20	.60	-	-	-	25	40	24	T.P.	Material arenoso con gravas y boleo, color café tonalidad obscura	
8	4.20	4.80	.60	-	-	-	21	42	25	T.P.	Material arenoso con gravas y boleo, color café tonalidad obscura	
9	4.80	5.40	.60	-	-	-	20	40	23	T.P.	Material arenoso con gravas y boleo, color café tonalidad obscura	
10	5.40	6.00	.60	-	-	-	22	43	20	T.P.	Material arenoso con gravas y boleo, color café tonalidad obscura	
11	6.00	6.60	.60	-	-	-	21	41	24	T.P.	Material arenoso con gravas y boleo, color café tonalidad obscura	
12	6.60	7.20	.60	-	-	-	22	45	23	T.P.	Material arenoso con gravas y boleo, color café tonalidad obscura	

13	7.20	7.80	.60	-	-	-	24	44	25	T.P.	Material arenoso con gravas y roca, color café tonalidad obscura
14	7.80	8.40	.60	-	-	-	26	47	30	T.P.	Material arenoso con gravas y roca, color café tonalidad obscura
15	8.40	9.00	.60	-	-	-	32	20/50	15/50	T.P.	Material con poca arena y roca del tipo afanítica riolita-andesita
16	9.00	9.60	.60	-	-	-	15/50	30/50	15/50	T.P.	Material con poca arena y roca del tipo afanítica riolita-andesita
17	9.60	10.00	.60	-	-	-	15/50	30/50	15/50	T.P.	Material con poca arena y roca del tipo afanítica riolita-andesita

---

#### 4. ESTRATIGRAFIA:

De acuerdo con la exploración física realizada, se presentan las estratigrafías del ensaye SPT.

De 0.00 a 0.70. De profundidad se presenta Material constituido por una Capa de material de origen vegetal arenoso en estado suelto y poca humedad, en color negro de textura arenosa, tonalidad opaca, peso específico 2.07 ton/m<sup>3</sup>, contenido de humedad de 5.33 % con un numero de golpes promedio de 22 golpes, angulo de ficción obtenido de 33°.

De 0.70 a 1.10. De profundidad se presenta Material de origen aluvial – transportado, que consta de una arena limosa SM, con boleos de roca de canto rodado, partículas duras de baja plasticidad, Color cafe, de tonalidad obscura, en estado compacto y duro, peso específico 2.12 ton/m<sup>3</sup>, contenido de humedad de 4.51 % con un numero de golpes promedio de 28 golpes, angulo de ficción obtenido de 34°.

De 1.10 a 1.40. De profundidad se presenta Material constituido por Arena mal graduada SP de color café, tonalidad obscura partículas de grano medio a fino, en estado compacto, con un 25.00% de gravas, 74.38 % de arenas y 0.63 % de finos, partículas de baja plasticidad, partículas redondeadas, peso específico 2.07 ton/m<sup>3</sup>, contenido de humedad de 5.55 % con un numero de golpes promedio de 30 golpes, angulo de ficción obtenido de 34°, densidad de solidos de 2.51.

De 1.40 a 2.80. De profundidad se presenta Material constituido por una Arena limosa inorganica, con un 8.73 % de gravas, 89.50 % de arenas y 1.82 % de finos, partículas de baja a mediana plasticidad, Color cafe, de tonalidad obscura, en estado compacto y humedo, partículas de baja plasticidad, peso específico 1.98 ton/m<sup>3</sup>, contenido de humedad de 4.60 % con un numero de golpes promedio de 34 golpes, angulo de fricción obtenido de 34°, densidad de solidos de 2.56, de baja a media de resistencia en estado seco. El material fino es clasificado como limo inorgánico polvo de roca ML, Limite liquido de 19.24 %, Limite Plastico de 16.23 % y un índice de plasticidad de 3.01 %.

De 2.80 a 7.20. De profundidad se presenta Material constituido por una Grava bien graduada GW, con un 67.01 % de gravas, 32.53 % de arenas y 0.46 % de finos, partículas de baja plasticidad, Color cafe, de tonalidad opaca, en estado muy compacto y seco, con pequeñas quedades por el acomodo de las partículas, peso específico 2.16 ton/m<sup>3</sup>, contenido de humedad de 4.85 % con un numero de golpes

---

promedio de 41 golpes, angulo de fricción obtenido de 35°, densidad de solidos de 2.44.

De 7.20 a 10.00. De profundidad se presenta Material rocoso y boleo con gravas y arenas en estado compacto, densidad alta, las rocas clasificadas como una andesita- riolita con partículas finas de limos inorgánicos, en estado compacto, de color café a color beige con peso específico de 2.35 ton/m<sup>3</sup>, contenido de humedad de 5.01%, número de golpes promedio de 48 y ángulo de fricción de 36°.

No se detectó nivel de aguas freáticas durante los trabajos de exploración y muestreo a una profundidad.

Se ejecutó el sondeo a la profundidad de 10.00 m respectivamente, no continuando a mayor profundidad por encontrarse con un estrato muy resistente (más de 50 golpes SPT), que imposibilita este tipo de exploración.

**OBRA:** Sitio 179375 Llanetes  
**LOCALIZACIÓN:** San Mateo, Municipio de Valparaíso, Zacatecas. Coordenadas: Latitud 22.893848 N, Longitud -103.484268 W.

## PERFIL ESTRATIGRAFICO

**NAF:** No se encontró.

**PROF:** 10.00 m.

**DESCRIPCIÓN:** Penetración Estándar

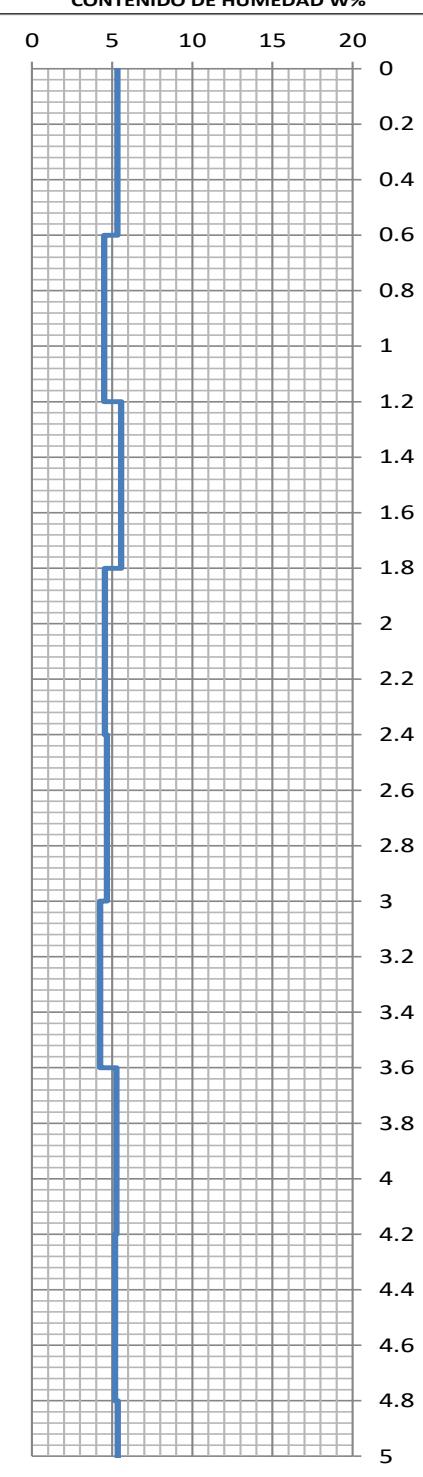
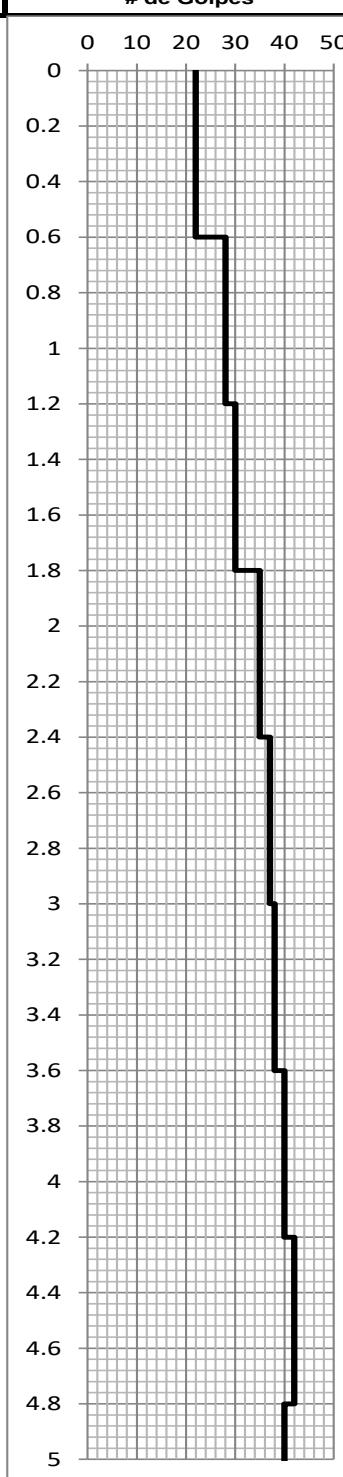
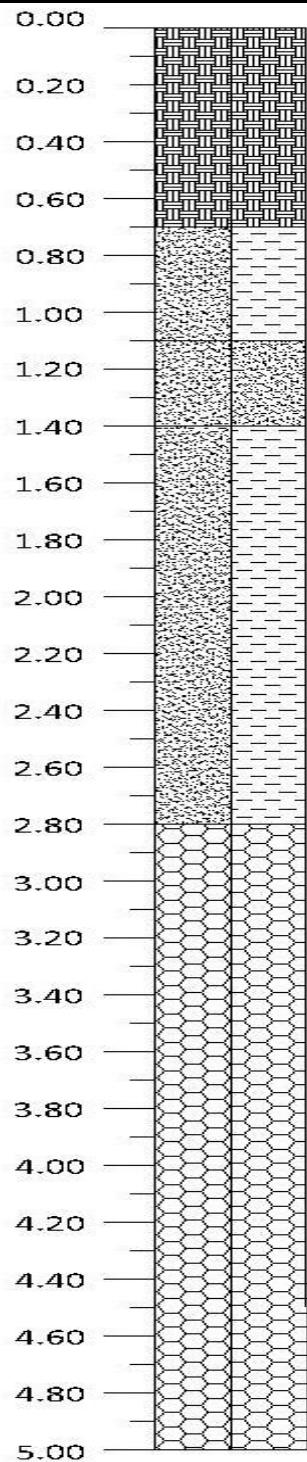
**SONDEO:** SPT-1

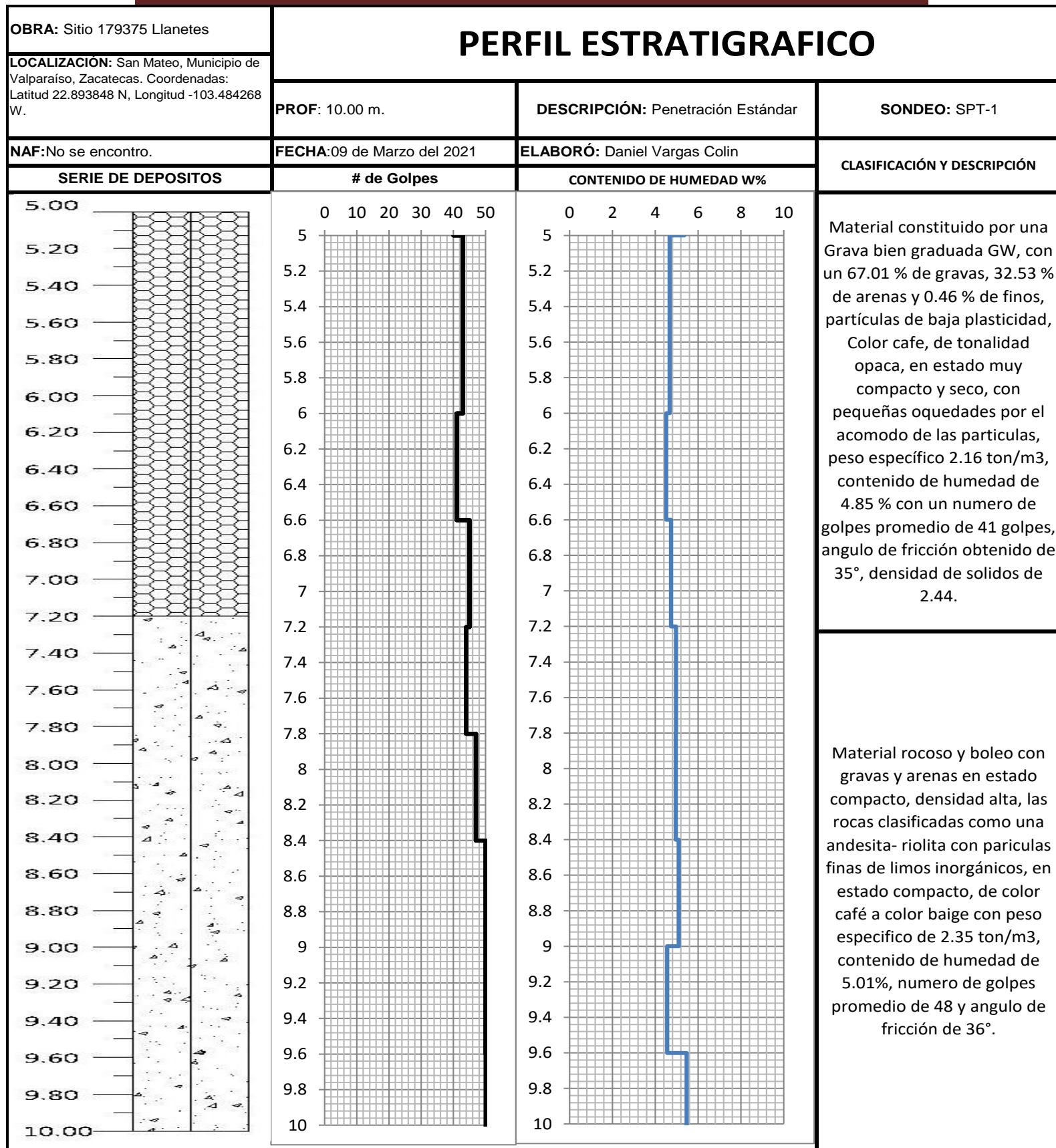
**SERIE DE DEPOSITOS**

**FECHA:** 09 de Marzo del 2021

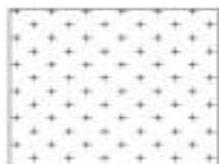
**ELABORÓ:** Daniel Vargas Colin

**CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN**





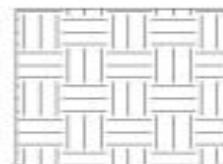
## Simbología:



RELLENO



NIVEL FREATICO



MATERIAL ORGANICO



ARCILLA



LIMO



ARENA



BOLEO



GRAVA



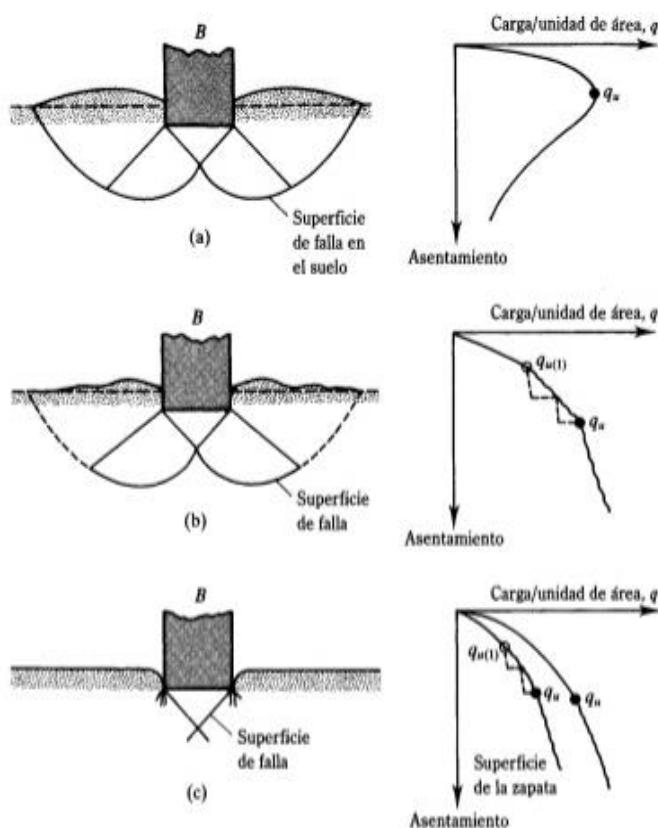
BOLEO CON  
ARENA

## 5.\_ANALISIS GEOTÉCNICO:

### 5.1. \_ Revisión Estado Límite de Falla

Conforme a la información que se describe a continuación, se realizara el análisis geotécnico para definir la solución al tipo cimentación a utilizar como, (zapata de cimentación y/o losa), que garantice la seguridad y el adecuado servicio operacional de la estructura del proyecto.

- Cimentación Superficial:



Naturaleza de fallas por capacidad de carga en suelo bajo una cimentación superficial.

Usando la teoría de Terzaghi, para obtener la capacidad de carga última de cimentación cuadrada y así como la capacidad de carga admisible obtenida por el factor de seguridad. Se considerada que la estructura descansa sobre un suelo arenoso, se presenta una falla general del suelo inciso (a) de la figura anterior.

$$q_{adm} = \frac{1.3cN_c + qN_q + .4\gamma BN\gamma}{3}$$

Ademas de el calculo de capacidad de carga para una zapata corrida desplantada en suelo considerando puramente friccionante, por el medio de la siguiente expresión:

$$qadm = \frac{c'Nc + qNq + .5\gamma BN\gamma}{3}$$

Y usando también las expresiones de Meyerhof para capacidad de carga última de cimentación con su respectivo factor de seguridad para obtener la capacidad de carga admisible.

$$qadm = \frac{cNcFcsFcdFci + qNqFqsFqdFqi + .5\gamma BN\gamma F\gamma sF\gamma dF\gamma i}{3}$$

Datos y Parámetros interpretados por el método de penetración estándar:

Esfuerzos efectivos:

Peso Específico (ton/m <sup>3</sup> )	Profundidad (m)	Esfuerzo Total (ton/m <sup>2</sup> )	Peso Específico H <sub>2</sub> O (ton/m <sup>3</sup> )	Profundidad (m)	Presión de Poro (ton/m <sup>2</sup> )	Esfuerzo Efectivo (ton/m <sup>2</sup> )
2.07	0.00 - 0.60	1.24	1.00	0.00	0.00	1.24
2.12	0.60 - 1.20	1.27	1.00	0.00	0.00	2.51
2.07	1.20 - 1.80	1.24	1.00	0.00	0.00	3.76
2.09	1.80 - 2.40	1.25	1.00	0.00	0.00	5.01
1.87	2.40 - 3.00	1.12	1.00	0.00	0.00	6.13
2.17	3.00 - 3.40	1.30	1.00	0.00	0.00	7.44
2.14	3.60 - 4.20	1.28	1.00	0.00	0.00	8.72
2.16	4.20 - 4.80	1.30	1.00	0.00	0.00	10.01
2.15	4.80 - 5.40	1.29	1.00	0.00	0.00	11.30
2.16	5.40 - 6.00	1.29	1.00	0.00	0.00	12.59
2.17	6.00 - 6.20	1.30	1.00	0.00	0.00	13.90
2.20	6.60 - 7.20	1.32	1.00	0.00	0.00	15.22
2.35	7.20 - 7.50	1.41	1.00	0.00	0.00	16.63
2.36	7.80 - 8.40	1.42	1.00	0.00	0.00	18.05
2.35	8.40 - 9.00	1.41	1.00	0.00	0.00	19.46
2.36	9.00 - 9.60	1.42	1.00	0.00	0.00	20.87
2.34	9.60 - 10.00	0.93	1.00	0.00	0.00	21.81
TOTAL		21.81		0.00	0.00	

Obtención del Ángulo de fricción interna del suelo

$$\phi = (20Ncor)^{.5} + 15$$

Obtención del N'70

$$N'70 = Cn * N * n1 * n2 * n3 * n4$$

$$Cn = .77 \log (2000/\sigma v) \text{ en kPa}$$

**TABLE 3-3**  
**Factors  $\eta_i$  For Eq. (3-3)\***

Hammer for $\eta_1$					Remarks
Country	Average energy ratio $E_r$				R-P = Rope-pulley or cathead $\eta_1 = E_r/E_{r0} = E_r/70$ For U.S. trip/auto w/ $E_r = 80$ $\eta_1 = 80/70 = 1.14$
	Donut	Safety	R-P	Trip/Auto	
United States/ North America	45	—	70–80	80–100	
Japan	67	78	—	—	
United Kingdom	—	—	50	60	
China	50	60	—	—	
Rod length correction $\eta_2$					
Length	> 10 m	$\eta_2 = 1.00$	$N$ is too high for $L < 10$ m		
	6–10	= 0.95			
	4–6	= 0.85			
	0–4	= 0.75			
Sampler correction $\eta_3$					
Without liner		$\eta_3 = 1.00$	Base value		
With liner: Dense sand, clay		= 0.80	$N$ is too high with liner		
Loose sand		= 0.90			
Borehole diameter correction $\eta_4$					
Hole diameter: <sup>†</sup>	60–120 mm	$\eta_4 = 1.00$	Base value; $N$ is too small		
	150 mm	= 1.05	when there is an oversize hole		
	200 mm	= 1.15			

\* Data synthesized from Riggs (1986), Skempton (1986), Schmertmann (1978a) and Seed et al. (1985).

<sup>†</sup>  $\eta_4 = 1.00$  for all diameter hollow-stem augers where SPT is taken through the stem.

Referencia: Foundation Analysis and Design 5th Edition Joseph E. Bowles.

### Obtención del ángulo de fricción interna $\emptyset$

Profundidad (m)	# Golpes	CN	Coeficiente	N'70 (corregido)	Angulo Friccion Interna
0.00 - 0.60	22	1.707	0.450	16.895	33
0.60 - 1.20	28	1.470	0.450	18.523	34
1.20 - 1.80	30	1.336	0.450	18.030	34
1.80 - 2.40	35	1.239	0.450	19.519	35
2.40 - 3.00	37	1.172	0.450	19.507	35
3.00 - 3.40	38	1.107	0.450	18.935	34
3.60 - 4.20	40	1.054	0.450	18.974	34
4.20 - 4.80	42	1.008	0.510	21.585	36
4.80 - 5.40	40	0.967	0.510	19.733	35
5.40 - 6.00	43	0.931	0.510	20.418	35
6.00 - 6.20	41	0.898	0.570	20.989	35
6.60 - 7.20	45	0.868	0.570	22.258	36
7.20 - 7.50	44	0.838	0.570	21.020	36
7.80 - 8.40	47	0.811	0.570	21.722	36
8.40 - 9.00	50	0.786	0.570	22.391	36
9.00 - 9.60	50	0.762	0.570	21.720	36
9.60 - 10.00	50	0.747	0.570	21.303	36

Compacidad relativa: de 0.65 densa a 0.85 muy densa en promedio.

Correlación empírica de números de golpes (SPT) con propiedades mecánicas.

**TABLE 3-4**

**Empirical values for  $\phi$ ,  $D_r$ , and unit weight of granular soils based on the SPT at about 6 m depth and normally consolidated [approximately,  $\phi = 28^\circ + 15^\circ D_r (\pm 2^\circ)$ ]**

Description	Very loose	Loose	Medium	Dense	Very dense
Relative density $D_r$	0	0.15	0.35	0.65	0.85
SPT $N'_{70}$ :					
fine	1–2	3–6	7–15	16–30	?
medium	2–3	4–7	8–20	21–40	> 40
coarse	3–6	5–9	10–25	26–45	> 45
$\phi$ :					
fine	26–28	28–30	30–34	33–38	
medium	27–28	30–32	32–36	36–42	< 50
coarse	28–30	30–34	33–40	40–50	
$\gamma_{\text{wet}}$ , kN/m <sup>3</sup>	11–16*	14–18	17–20	17–22	20–23

\* Excavated soil or material dumped from a truck has a unit weight of 11 to 14 kN/m<sup>3</sup> and must be quite dense to weigh much over 21 kN/m<sup>3</sup>. No existing soil has a  $D_r = 0.00$  nor a value of 1.00. Common ranges are from 0.3 to 0.7.

Tabla de valores empíricos, Fuente de Información: Obtenida de Joseph bowles foundation analysis and design

$\phi$	$N_c$	$N_q$	$N_y^p$	$\phi$	$N_c$	$N_q$	$N_y^p$
0	5.70	1.00	0.00	26	27.09	14.21	9.84
1	6.00	1.1	0.01	27	29.24	15.90	11.60
2	6.30	1.22	0.04	28	31.61	17.81	13.70
3	6.62	1.35	0.06	29	34.24	19.98	16.18
4	6.97	1.49	0.10	30	37.16	22.46	19.13
5	7.34	1.64	0.14	31	40.41	25.28	22.65
6	7.73	1.81	0.20	32	44.04	28.52	26.87
7	8.15	2.00	0.27	33	48.09	32.23	31.94
8	8.60	2.21	0.35	34	52.64	36.50	38.04
9	9.09	2.44	0.44	35	57.75	41.44	45.41
10	9.61	2.69	0.56	36	63.53	47.16	54.36
11	10.16	2.98	0.69	37	70.01	53.80	65.27
12	10.76	3.29	0.85	38	77.50	61.55	78.61
13	11.41	3.63	1.04	39	85.97	70.61	95.03
14	12.11	4.02	1.26	40	95.66	81.27	115.31
15	12.86	4.45	1.52	41	106.81	93.85	140.51
16	13.68	4.92	1.82	42	119.67	108.75	171.99
17	14.60	5.45	2.18	43	134.58	126.50	211.56
18	15.12	6.04	2.59	44	151.95	147.74	261.60
19	16.56	6.70	3.07	45	172.28	173.28	325.34
20	17.69	7.44	3.64	46	196.22	204.19	407.11
21	18.92	8.26	4.31	47	224.55	241.80	512.84
22	20.27	9.19	5.09	48	258.28	287.85	650.67
23	21.75	10.23	6.00	49	298.71	344.63	831.99
24	23.36	11.40	7.08	50	347.50	415.14	1072.80
25	25.13	12.72	8.34				

\*Según Kumbhojkar (1993)

Tabla de factores de capacidad de carga de Terzaghi.

**Capacidad de Carga Admisible Losa de cimentación, por Terzaghi y Meyerhof.**

TERZAGUI CUADRADA FRICCIÓNANTE								
ANCHO DE LOSA B (m)	PROFUNDIDAD DE DESPLANTE Df (m)	Ø°	COEFICIENTE Nc	COEFICIENTE Nq	COEFICIENTE Ny	ESFUERZO EFECTIVO σ v (ton/m²)	PESO VOLUMETRICO Y (ton/m³)	CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE FRICCIÓNATE QADM. (ton/m²)
1.00	0.50	33.00	48.09	32.23	31.94	1.03	2.07	19.89
1.50	0.50	33.00	48.09	32.23	31.94	1.03	2.07	24.28
1.80	0.50	33.00	48.09	32.23	31.94	1.03	2.07	26.92
2.00	0.50	33.00	48.09	32.23	31.94	1.03	2.07	28.68
2.50	0.50	33.00	48.09	32.23	31.94	1.03	2.07	33.08
3.00	0.50	33.00	48.09	32.23	31.94	1.03	2.07	37.48
3.20	0.50	33.00	48.09	32.23	31.94	1.03	2.07	39.24
3.40	0.50	33.00	48.09	32.23	31.94	1.03	2.07	40.99
3.60	0.50	33.00	48.09	32.23	31.94	1.03	2.07	42.75
3.80	0.50	33.00	48.09	32.23	31.94	1.03	2.07	44.51
4.00	0.50	33.00	48.09	32.23	31.94	1.03	2.07	46.27
4.20	0.50	33.00	48.09	32.23	31.94	1.03	2.07	48.03
4.40	0.50	33.00	48.09	32.23	31.94	1.03	2.07	49.79
4.60	0.50	33.00	48.09	32.23	31.94	1.03	2.07	51.55
4.80	0.50	33.00	48.09	32.23	31.94	1.03	2.07	53.31
5.00	0.50	33.00	48.09	32.23	31.94	1.03	2.07	55.07
5.50	0.50	33.00	48.09	32.23	31.94	1.03	2.07	59.46
6.00	0.50	33.00	48.09	32.23	31.94	1.03	2.07	63.86
6.50	0.50	33.00	48.09	32.23	31.94	1.03	2.07	68.26
7.00	0.50	33.00	48.09	32.23	31.94	1.03	2.07	72.65
7.50	0.50	33.00	48.09	32.23	31.94	1.03	2.07	77.05
8.00	0.50	33.00	48.09	32.23	31.94	1.03	2.07	81.45
8.50	0.50	33.00	48.09	32.23	31.94	1.03	2.07	85.85
9.00	0.50	33.00	48.09	32.23	31.94	1.03	2.07	90.24
9.50	0.50	33.00	48.09	32.23	31.94	1.03	2.07	94.64
10.00	0.50	33.00	48.09	32.23	31.94	1.03	2.07	99.04
1.00	1.00	34.00	52.64	36.50	38.04	2.09	2.12	36.17
1.50	1.00	34.00	52.64	36.50	38.04	2.09	2.12	41.56
1.80	1.00	34.00	52.64	36.50	38.04	2.09	2.12	44.79
2.00	1.00	34.00	52.64	36.50	38.04	2.09	2.12	46.94
2.50	1.00	34.00	52.64	36.50	38.04	2.09	2.12	52.32
3.00	1.00	34.00	52.64	36.50	38.04	2.09	2.12	57.71
3.20	1.00	34.00	52.64	36.50	38.04	2.09	2.12	59.86
3.40	1.00	34.00	52.64	36.50	38.04	2.09	2.12	62.01
3.60	1.00	34.00	52.64	36.50	38.04	2.09	2.12	64.17
3.80	1.00	34.00	52.64	36.50	38.04	2.09	2.12	66.32
4.00	1.00	34.00	52.64	36.50	38.04	2.09	2.12	68.47
4.20	1.00	34.00	52.64	36.50	38.04	2.09	2.12	70.63
4.40	1.00	34.00	52.64	36.50	38.04	2.09	2.12	72.78
4.60	1.00	34.00	52.64	36.50	38.04	2.09	2.12	74.93
4.80	1.00	34.00	52.64	36.50	38.04	2.09	2.12	77.09
5.00	1.00	34.00	52.64	36.50	38.04	2.09	2.12	79.24
5.50	1.00	34.00	52.64	36.50	38.04	2.09	2.12	84.63
6.00	1.00	34.00	52.64	36.50	38.04	2.09	2.12	90.01
6.50	1.00	34.00	52.64	36.50	38.04	2.09	2.12	95.39
7.00	1.00	34.00	52.64	36.50	38.04	2.09	2.12	100.78

7.50	1.00	34.00	52.64	36.50	38.04	2.09	2.12	106.16
8.00	1.00	34.00	52.64	36.50	38.04	2.09	2.12	111.54
8.50	1.00	34.00	52.64	36.50	38.04	2.09	2.12	116.93
9.00	1.00	34.00	52.64	36.50	38.04	2.09	2.12	122.31
9.50	1.00	34.00	52.64	36.50	38.04	2.09	2.12	127.69
10.00	1.00	34.00	52.64	36.50	38.04	2.09	2.12	133.08
1.00	1.50	34.00	52.64	36.50	38.04	3.13	2.07	48.66
1.50	1.50	34.00	52.64	36.50	38.04	3.13	2.07	53.92
1.80	1.50	34.00	52.64	36.50	38.04	3.13	2.07	57.07
2.00	1.50	34.00	52.64	36.50	38.04	3.13	2.07	59.18
2.50	1.50	34.00	52.64	36.50	38.04	3.13	2.07	64.43
3.00	1.50	34.00	52.64	36.50	38.04	3.13	2.07	69.69
3.20	1.50	34.00	52.64	36.50	38.04	3.13	2.07	71.80
3.40	1.50	34.00	52.64	36.50	38.04	3.13	2.07	73.90
3.60	1.50	34.00	52.64	36.50	38.04	3.13	2.07	76.00
3.80	1.50	34.00	52.64	36.50	38.04	3.13	2.07	78.11
4.00	1.50	34.00	52.64	36.50	38.04	3.13	2.07	80.21
4.20	1.50	34.00	52.64	36.50	38.04	3.13	2.07	82.31
4.40	1.50	34.00	52.64	36.50	38.04	3.13	2.07	84.42
4.60	1.50	34.00	52.64	36.50	38.04	3.13	2.07	86.52
4.80	1.50	34.00	52.64	36.50	38.04	3.13	2.07	88.62
5.00	1.50	34.00	52.64	36.50	38.04	3.13	2.07	90.73
5.50	1.50	34.00	52.64	36.50	38.04	3.13	2.07	95.99
6.00	1.50	34.00	52.64	36.50	38.04	3.13	2.07	101.24
6.50	1.50	34.00	52.64	36.50	38.04	3.13	2.07	106.50
7.00	1.50	34.00	52.64	36.50	38.04	3.13	2.07	111.76
7.50	1.50	34.00	52.64	36.50	38.04	3.13	2.07	117.02
8.00	1.50	34.00	52.64	36.50	38.04	3.13	2.07	122.28
8.50	1.50	34.00	52.64	36.50	38.04	3.13	2.07	127.54
9.00	1.50	34.00	52.64	36.50	38.04	3.13	2.07	132.80
9.50	1.50	34.00	52.64	36.50	38.04	3.13	2.07	138.06
10.00	1.50	34.00	52.64	36.50	38.04	3.13	2.07	143.31
1.00	2.00	35.00	57.75	41.44	45.41	4.17	2.09	70.32
1.50	2.00	35.00	57.75	41.44	45.41	4.17	2.09	76.65
1.80	2.00	35.00	57.75	41.44	45.41	4.17	2.09	80.44
2.00	2.00	35.00	57.75	41.44	45.41	4.17	2.09	82.97
2.50	2.00	35.00	57.75	41.44	45.41	4.17	2.09	89.30
3.00	2.00	35.00	57.75	41.44	45.41	4.17	2.09	95.62
3.20	2.00	35.00	57.75	41.44	45.41	4.17	2.09	98.15
3.40	2.00	35.00	57.75	41.44	45.41	4.17	2.09	100.68
3.60	2.00	35.00	57.75	41.44	45.41	4.17	2.09	103.21
3.80	2.00	35.00	57.75	41.44	45.41	4.17	2.09	105.74
4.00	2.00	35.00	57.75	41.44	45.41	4.17	2.09	108.27
4.20	2.00	35.00	57.75	41.44	45.41	4.17	2.09	110.80
4.40	2.00	35.00	57.75	41.44	45.41	4.17	2.09	113.34
4.60	2.00	35.00	57.75	41.44	45.41	4.17	2.09	115.87
4.80	2.00	35.00	57.75	41.44	45.41	4.17	2.09	118.40
5.00	2.00	35.00	57.75	41.44	45.41	4.17	2.09	120.93
5.50	2.00	35.00	57.75	41.44	45.41	4.17	2.09	127.25
6.00	2.00	35.00	57.75	41.44	45.41	4.17	2.09	133.58
6.50	2.00	35.00	57.75	41.44	45.41	4.17	2.09	139.90
7.00	2.00	35.00	57.75	41.44	45.41	4.17	2.09	146.23
7.50	2.00	35.00	57.75	41.44	45.41	4.17	2.09	152.56
8.00	2.00	35.00	57.75	41.44	45.41	4.17	2.09	158.88
8.50	2.00	35.00	57.75	41.44	45.41	4.17	2.09	165.21
9.00	2.00	35.00	57.75	41.44	45.41	4.17	2.09	171.53
9.50	2.00	35.00	57.75	41.44	45.41	4.17	2.09	177.86
10.00	2.00	35.00	57.75	41.44	45.41	4.17	2.09	184.18

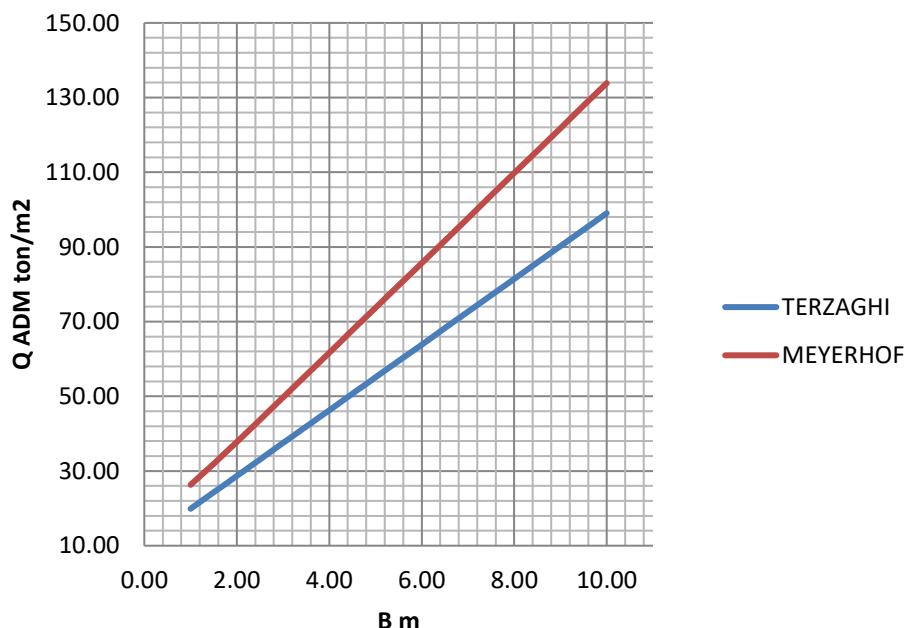
1.00	2.50	35.00	57.75	41.44	45.41	5.20	1.87	83.14
1.50	2.50	35.00	57.75	41.44	45.41	5.20	1.87	88.82
1.80	2.50	35.00	57.75	41.44	45.41	5.20	1.87	92.22
2.00	2.50	35.00	57.75	41.44	45.41	5.20	1.87	94.49
2.50	2.50	35.00	57.75	41.44	45.41	5.20	1.87	100.16
3.00	2.50	35.00	57.75	41.44	45.41	5.20	1.87	105.83
3.20	2.50	35.00	57.75	41.44	45.41	5.20	1.87	108.10
3.40	2.50	35.00	57.75	41.44	45.41	5.20	1.87	110.37
3.60	2.50	35.00	57.75	41.44	45.41	5.20	1.87	112.64
3.80	2.50	35.00	57.75	41.44	45.41	5.20	1.87	114.91
4.00	2.50	35.00	57.75	41.44	45.41	5.20	1.87	117.17
4.20	2.50	35.00	57.75	41.44	45.41	5.20	1.87	119.44
4.40	2.50	35.00	57.75	41.44	45.41	5.20	1.87	121.71
4.60	2.50	35.00	57.75	41.44	45.41	5.20	1.87	123.98
4.80	2.50	35.00	57.75	41.44	45.41	5.20	1.87	126.25
5.00	2.50	35.00	57.75	41.44	45.41	5.20	1.87	128.52
5.50	2.50	35.00	57.75	41.44	45.41	5.20	1.87	134.19
6.00	2.50	35.00	57.75	41.44	45.41	5.20	1.87	139.86
6.50	2.50	35.00	57.75	41.44	45.41	5.20	1.87	145.53
7.00	2.50	35.00	57.75	41.44	45.41	5.20	1.87	151.20
7.50	2.50	35.00	57.75	41.44	45.41	5.20	1.87	156.87
8.00	2.50	35.00	57.75	41.44	45.41	5.20	1.87	162.55
8.50	2.50	35.00	57.75	41.44	45.41	5.20	1.87	168.22
9.00	2.50	35.00	57.75	41.44	45.41	5.20	1.87	173.89
9.50	2.50	35.00	57.75	41.44	45.41	5.20	1.87	179.56
10.00	2.50	35.00	57.75	41.44	45.41	5.20	1.87	185.23
1.00	3.00	35.00	57.75	41.44	45.41	6.13	1.87	96.08
1.50	3.00	35.00	57.75	41.44	45.41	6.13	1.87	101.76
1.80	3.00	35.00	57.75	41.44	45.41	6.13	1.87	105.16
2.00	3.00	35.00	57.75	41.44	45.41	6.13	1.87	107.43
2.50	3.00	35.00	57.75	41.44	45.41	6.13	1.87	113.10
3.00	3.00	35.00	57.75	41.44	45.41	6.13	1.87	118.77
3.20	3.00	35.00	57.75	41.44	45.41	6.13	1.87	121.04
3.40	3.00	35.00	57.75	41.44	45.41	6.13	1.87	123.31
3.60	3.00	35.00	57.75	41.44	45.41	6.13	1.87	125.58
3.80	3.00	35.00	57.75	41.44	45.41	6.13	1.87	127.84
4.00	3.00	35.00	57.75	41.44	45.41	6.13	1.87	130.11
4.20	3.00	35.00	57.75	41.44	45.41	6.13	1.87	132.38
4.40	3.00	35.00	57.75	41.44	45.41	6.13	1.87	134.65
4.60	3.00	35.00	57.75	41.44	45.41	6.13	1.87	136.92
4.80	3.00	35.00	57.75	41.44	45.41	6.13	1.87	139.19
5.00	3.00	35.00	57.75	41.44	45.41	6.13	1.87	141.46
5.50	3.00	35.00	57.75	41.44	45.41	6.13	1.87	147.13
6.00	3.00	35.00	57.75	41.44	45.41	6.13	1.87	152.80
6.50	3.00	35.00	57.75	41.44	45.41	6.13	1.87	158.47
7.00	3.00	35.00	57.75	41.44	45.41	6.13	1.87	164.14
7.50	3.00	35.00	57.75	41.44	45.41	6.13	1.87	169.81
8.00	3.00	35.00	57.75	41.44	45.41	6.13	1.87	175.49
8.50	3.00	35.00	57.75	41.44	45.41	6.13	1.87	181.16
9.00	3.00	35.00	57.75	41.44	45.41	6.13	1.87	186.83
9.50	3.00	35.00	57.75	41.44	45.41	6.13	1.87	192.50
10.00	3.00	35.00	57.75	41.44	45.41	6.13	1.87	198.17

CAPACIDAD DE CARGA TEORÍA DE MEYERHOF																			
B (m)	L (m)	Df (m)	$\phi^\circ$	Cu (ton/m <sup>2</sup> )	FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA			FACTORES DE FORMA			FACTORES DE PROFUNDIDAD			FACTORES DE INCLINACION			ESFUERZO EFECTIVO $\sigma_v$ (ton/m <sup>2</sup> )	$V$ (ton/m <sup>3</sup> )	CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE QADM. (ton/m <sup>2</sup> )
					Nc	Nq	Ny	Fcs	Fqs	Fys	Fcd	Fqd	Fyd	Fci	Fqi	Fyi			
1.00	1.00	0.50	33.00	0.00	38.64	26.09	26.17	1.68	1.34	1.34	1.18	1.09	1.09	1	1	1	1.03	2.07	26.31
1.50	1.50	0.50	33.00	0.00	38.64	26.09	26.17	1.68	1.34	1.34	1.12	1.06	1.06	1	1	1	1.03	2.07	31.97
1.80	1.80	0.50	33.00	0.00	38.64	26.09	26.17	1.68	1.34	1.34	1.10	1.05	1.05	1	1	1	1.03	2.07	35.46
2.00	2.00	0.50	33.00	0.00	38.64	26.09	26.17	1.68	1.34	1.34	1.09	1.05	1.05	1	1	1	1.03	2.07	37.81
2.50	2.50	0.50	33.00	0.00	38.64	26.09	26.17	1.68	1.34	1.34	1.07	1.04	1.04	1	1	1	1.03	2.07	43.73
3.00	3.00	0.50	33.00	0.00	38.64	26.09	26.17	1.68	1.34	1.34	1.06	1.03	1.03	1	1	1	1.03	2.07	49.69
3.20	3.20	0.50	33.00	0.00	38.64	26.09	26.17	1.68	1.34	1.34	1.06	1.03	1.03	1	1	1	1.03	2.07	52.08
3.40	3.40	0.50	33.00	0.00	38.64	26.09	26.17	1.68	1.34	1.34	1.05	1.03	1.03	1	1	1	1.03	2.07	54.47
3.60	3.60	0.50	33.00	0.00	38.64	26.09	26.17	1.68	1.34	1.34	1.05	1.03	1.03	1	1	1	1.03	2.07	56.86
3.80	3.80	0.50	33.00	0.00	38.64	26.09	26.17	1.68	1.34	1.34	1.05	1.02	1.02	1	1	1	1.03	2.07	59.26
4.00	4.00	0.50	33.00	0.00	38.64	26.09	26.17	1.68	1.34	1.34	1.05	1.02	1.02	1	1	1	1.03	2.07	61.66
4.20	4.20	0.50	33.00	0.00	38.64	26.09	26.17	1.68	1.34	1.34	1.04	1.02	1.02	1	1	1	1.03	2.07	64.06
4.40	4.40	0.50	33.00	0.00	38.64	26.09	26.17	1.68	1.34	1.34	1.04	1.02	1.02	1	1	1	1.03	2.07	66.46
4.60	4.60	0.50	33.00	0.00	38.64	26.09	26.17	1.68	1.34	1.34	1.04	1.02	1.02	1	1	1	1.03	2.07	68.86
4.80	4.80	0.50	33.00	0.00	38.64	26.09	26.17	1.68	1.34	1.34	1.04	1.02	1.02	1	1	1	1.03	2.07	71.26
5.00	5.00	0.50	33.00	0.00	38.64	26.09	26.17	1.68	1.34	1.34	1.04	1.02	1.02	1	1	1	1.03	2.07	73.66
5.50	5.50	0.50	33.00	0.00	38.64	26.09	26.17	1.68	1.34	1.34	1.03	1.02	1.02	1	1	1	1.03	2.07	79.67
6.00	6.00	0.50	33.00	0.00	38.64	26.09	26.17	1.68	1.34	1.34	1.03	1.02	1.02	1	1	1	1.03	2.07	85.69
6.50	6.50	0.50	33.00	0.00	38.64	26.09	26.17	1.68	1.34	1.34	1.03	1.01	1.01	1	1	1	1.03	2.07	91.70
7.00	7.00	0.50	33.00	0.00	38.64	26.09	26.17	1.68	1.34	1.34	1.03	1.01	1.01	1	1	1	1.03	2.07	97.72
7.50	7.50	0.50	33.00	0.00	38.64	26.09	26.17	1.68	1.34	1.34	1.02	1.01	1.01	1	1	1	1.03	2.07	103.74
8.00	8.00	0.50	33.00	0.00	38.64	26.09	26.17	1.68	1.34	1.34	1.02	1.01	1.01	1	1	1	1.03	2.07	109.76
8.50	8.50	0.50	33.00	0.00	38.64	26.09	26.17	1.68	1.34	1.34	1.02	1.01	1.01	1	1	1	1.03	2.07	115.78
9.00	9.00	0.50	33.00	0.00	38.64	26.09	26.17	1.68	1.34	1.34	1.02	1.01	1.01	1	1	1	1.03	2.07	121.81
9.50	9.50	0.50	33.00	0.00	38.64	26.09	26.17	1.68	1.34	1.34	1.02	1.01	1.01	1	1	1	1.03	2.07	127.83
10.00	10.00	0.50	33.00	0.00	38.64	26.09	26.17	1.68	1.34	1.34	1.02	1.01	1.01	1	1	1	1.03	2.07	133.85
1.00	1.00	1.00	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.38	1.19	1.19	1	1	1	2.09	2.12	50.68
1.50	1.50	1.00	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.25	1.13	1.13	1	1	1	2.09	2.12	56.40
1.80	1.80	1.00	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.21	1.10	1.10	1	1	1	2.09	2.12	60.30
2.00	2.00	1.00	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.19	1.09	1.09	1	1	1	2.09	2.12	62.99
2.50	2.50	1.00	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.15	1.08	1.08	1	1	1	2.09	2.12	69.93
3.00	3.00	1.00	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.13	1.06	1.06	1	1	1	2.09	2.12	77.04
3.20	3.20	1.00	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.12	1.06	1.06	1	1	1	2.09	2.12	79.91
3.40	3.40	1.00	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.11	1.06	1.06	1	1	1	2.09	2.12	82.80
3.60	3.60	1.00	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.10	1.05	1.05	1	1	1	2.09	2.12	85.70
3.80	3.80	1.00	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.10	1.05	1.05	1	1	1	2.09	2.12	88.60
4.00	4.00	1.00	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.09	1.05	1.05	1	1	1	2.09	2.12	91.52
4.20	4.20	1.00	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.09	1.04	1.04	1	1	1	2.09	2.12	94.44
4.40	4.40	1.00	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.09	1.04	1.04	1	1	1	2.09	2.12	97.37
4.60	4.60	1.00	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.08	1.04	1.04	1	1	1	2.09	2.12	100.30
4.80	4.80	1.00	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.08	1.04	1.04	1	1	1	2.09	2.12	103.24
5.00	5.00	1.00	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.08	1.04	1.04	1	1	1	2.09	2.12	106.18
5.50	5.50	1.00	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.07	1.03	1.03	1	1	1	2.09	2.12	113.54
6.00	6.00	1.00	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.06	1.03	1.03	1	1	1	2.09	2.12	120.92
6.50	6.50	1.00	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.06	1.03	1.03	1	1	1	2.09	2.12	128.31
7.00	7.00	1.00	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.05	1.03	1.03	1	1	1	2.09	2.12	135.71
7.50	7.50	1.00	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.05	1.03	1.03	1	1	1	2.09	2.12	143.12
8.00	8.00	1.00	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.05	1.02	1.02	1	1	1	2.09	2.12	150.54
8.50	8.50	1.00	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.04	1.02	1.02	1	1	1	2.09	2.12	157.96
9.00	9.00	1.00	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.04	1.02	1.02	1	1	1	2.09	2.12	165.38
9.50	9.50	1.00	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.04	1.02	1.02	1	1	1	2.09	2.12	172.81
10.00	10.00	1.00	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.04	1.02	1.02	1	1	1	2.09	2.12	180.24
1.00	1.00	1.50	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.56	1.28	1.28	1	1	1	3.13	2.07	72.07
1.50	1.50	1.50	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.38	1.19	1.19	1	1	1	3.13	2.07	75.44
1.80	1.80	1.50	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.31	1.16	1.16	1	1	1	3.13	2.07	78.51
2.00	2.00	1.50	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.28	1.14	1.14	1	1	1</td			

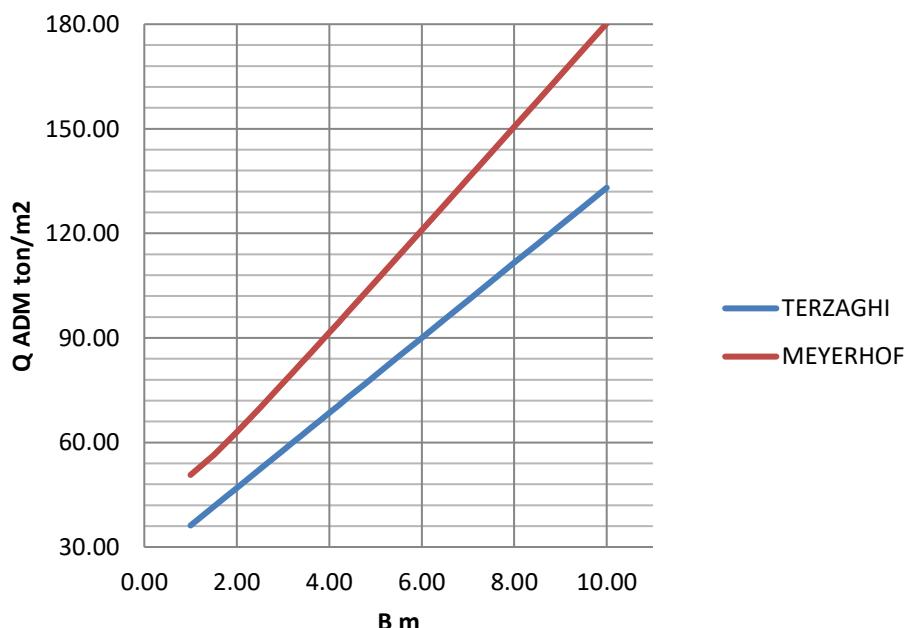
3.00	3.00	1.50	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.19	1.09	1.09	1	1	1	3.13	2.07	93.38
3.20	3.20	1.50	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.18	1.09	1.09	1	1	1	3.13	2.07	96.05
3.40	3.40	1.50	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.17	1.08	1.08	1	1	1	3.13	2.07	98.75
3.60	3.60	1.50	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.16	1.08	1.08	1	1	1	3.13	2.07	101.48
3.80	3.80	1.50	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.15	1.07	1.07	1	1	1	3.13	2.07	104.22
4.00	4.00	1.50	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.14	1.07	1.07	1	1	1	3.13	2.07	106.98
4.20	4.20	1.50	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.13	1.07	1.07	1	1	1	3.13	2.07	109.75
4.40	4.40	1.50	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.13	1.06	1.06	1	1	1	3.13	2.07	112.54
4.60	4.60	1.50	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.12	1.06	1.06	1	1	1	3.13	2.07	115.34
4.80	4.80	1.50	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.12	1.06	1.06	1	1	1	3.13	2.07	118.14
5.00	5.00	1.50	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.11	1.06	1.06	1	1	1	3.13	2.07	120.96
5.50	5.50	1.50	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.10	1.05	1.05	1	1	1	3.13	2.07	128.03
6.00	6.00	1.50	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.09	1.05	1.05	1	1	1	3.13	2.07	135.14
6.50	6.50	1.50	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.09	1.04	1.04	1	1	1	3.13	2.07	142.28
7.00	7.00	1.50	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.08	1.04	1.04	1	1	1	3.13	2.07	149.43
7.50	7.50	1.50	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.08	1.04	1.04	1	1	1	3.13	2.07	156.61
8.00	8.00	1.50	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.07	1.04	1.04	1	1	1	3.13	2.07	163.79
8.50	8.50	1.50	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.07	1.03	1.03	1	1	1	3.13	2.07	170.99
9.00	9.00	1.50	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.06	1.03	1.03	1	1	1	3.13	2.07	178.20
9.50	9.50	1.50	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.06	1.03	1.03	1	1	1	3.13	2.07	185.42
10.00	10.00	1.50	34.00	0.00	42.16	29.44	31.15	1.71	1.35	1.35	1.06	1.03	1.03	1	1	1	3.13	2.07	192.64
1.00	1.00	2.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.77	1.38	1.38	1	1	1	4.17	2.09	112.32
1.50	1.50	2.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.51	1.26	1.26	1	1	1	4.17	2.09	113.06
1.80	1.80	2.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.43	1.21	1.21	1	1	1	4.17	2.09	115.66
2.00	2.00	2.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.38	1.19	1.19	1	1	1	4.17	2.09	117.85
2.50	2.50	2.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.31	1.15	1.15	1	1	1	4.17	2.09	124.27
3.00	3.00	2.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.26	1.13	1.13	1	1	1	4.17	2.09	131.50
3.20	3.20	2.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.24	1.12	1.12	1	1	1	4.17	2.09	134.54
3.40	3.40	2.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.23	1.11	1.11	1	1	1	4.17	2.09	137.63
3.60	3.60	2.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.21	1.11	1.11	1	1	1	4.17	2.09	140.78
3.80	3.80	2.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.20	1.10	1.10	1	1	1	4.17	2.09	143.96
4.00	4.00	2.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.19	1.10	1.10	1	1	1	4.17	2.09	147.18
4.20	4.20	2.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.18	1.09	1.09	1	1	1	4.17	2.09	150.44
4.40	4.40	2.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.17	1.09	1.09	1	1	1	4.17	2.09	153.72
4.60	4.60	2.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.17	1.08	1.08	1	1	1	4.17	2.09	157.02
4.80	4.80	2.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.16	1.08	1.08	1	1	1	4.17	2.09	160.34
5.00	5.00	2.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.15	1.08	1.08	1	1	1	4.17	2.09	163.68
5.50	5.50	2.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.14	1.07	1.07	1	1	1	4.17	2.09	172.09
6.00	6.00	2.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.13	1.06	1.06	1	1	1	4.17	2.09	180.58
6.50	6.50	2.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.12	1.06	1.06	1	1	1	4.17	2.09	189.12
7.00	7.00	2.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.11	1.05	1.05	1	1	1	4.17	2.09	197.71
7.50	7.50	2.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.10	1.05	1.05	1	1	1	4.17	2.09	206.34
8.00	8.00	2.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.10	1.05	1.05	1	1	1	4.17	2.09	214.99
8.50	8.50	2.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.09	1.05	1.05	1	1	1	4.17	2.09	223.67
9.00	9.00	2.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.09	1.04	1.04	1	1	1	4.17	2.09	232.37
9.50	9.50	2.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.08	1.04	1.04	1	1	1	4.17	2.09	241.08
10.00	10.00	2.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.08	1.04	1.04	1	1	1	4.17	2.09	249.81
1.00	1.00	2.50	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.96	1.48	1.48	1	1	1	5.20	1.87	140.42
1.50	1.50	2.50	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.64	1.32	1.32	1	1	1	5.20	1.87	135.72
1.80	1.80	2.50	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.53	1.27	1.27	1	1	1	5.20	1.87	136.27
2.00	2.00	2.50	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.48	1.24	1.24	1	1	1	5.20	1.87	137.33
2.50	2.50	2.50	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.38	1.19	1.19	1	1	1	5.20	1.87	141.48
3.00	3.00	2.50	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.32	1.16	1.16	1	1	1	5.20	1.87	146.89
3.20	3.20	2.50	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.30	1.15	1.15	1	1	1	5.20	1.87	149.28
3.40	3.40	2.50	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.28	1.14	1.14	1	1	1	5.20	1.87	151.76
3.60	3.60	2.50	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.27	1.22	1.22	1	1	1	5.20	1.87	154.32
3.80	3.80	2.50	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.25	1.13	1.13	1	1	1	5.20	1.87	156.94
4.00	4.00	2.50	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.24	1.12	1.12	1	1	1	5.20	1.87	159.61
4.20	4.20	2.50	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.23	1.11	1.11	1	1	1	5.20	1.87	162.34
4.40	4.40	2.50	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.22	1.11	1.11	1	1	1	5.20	1.87	165.11
4.60	4.60	2.50	35.00	0.00	4														

6.50	6.50	2.50	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.15	1.07	1.07	1	1	1	5.20	1.87	195.67
7.00	7.00	2.50	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.14	1.07	1.07	1	1	1	5.20	1.87	203.19
7.50	7.50	2.50	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.13	1.06	1.06	1	1	1	5.20	1.87	210.77
8.00	8.00	2.50	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.12	1.06	1.06	1	1	1	5.20	1.87	218.40
8.50	8.50	2.50	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.11	1.06	1.06	1	1	1	5.20	1.87	226.06
9.00	9.00	2.50	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.11	1.05	1.05	1	1	1	5.20	1.87	233.75
9.50	9.50	2.50	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.10	1.05	1.05	1	1	1	5.20	1.87	241.47
10.00	10.00	2.50	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.10	1.05	1.05	1	1	1	5.20	1.87	249.21
1.00	1.00	3.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	2.15	1.58	1.58	1	1	1	6.13	1.87	171.96
1.50	1.50	3.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.77	1.38	1.38	1	1	1	6.13	1.87	162.00
1.80	1.80	3.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.64	1.32	1.32	1	1	1	6.13	1.87	160.79
2.00	2.00	3.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.58	1.29	1.29	1	1	1	6.13	1.87	160.99
2.50	2.50	3.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.46	1.23	1.23	1	1	1	6.13	1.87	163.56
3.00	3.00	3.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.38	1.19	1.19	1	1	1	6.13	1.87	167.92
3.20	3.20	3.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.36	1.18	1.18	1	1	1	6.13	1.87	169.97
3.40	3.40	3.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.34	1.17	1.17	1	1	1	6.13	1.87	172.16
3.60	3.60	3.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.32	1.16	1.16	1	1	1	6.13	1.87	174.46
3.80	3.80	3.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.30	1.15	1.15	1	1	1	6.13	1.87	176.85
4.00	4.00	3.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.29	1.14	1.14	1	1	1	6.13	1.87	179.32
4.20	4.20	3.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.27	1.14	1.14	1	1	1	6.13	1.87	181.86
4.40	4.40	3.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.26	1.13	1.13	1	1	1	6.13	1.87	184.45
4.60	4.60	3.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.25	1.13	1.13	1	1	1	6.13	1.87	187.10
4.80	4.80	3.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.24	1.12	1.12	1	1	1	6.13	1.87	189.79
5.00	5.00	3.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.23	1.12	1.12	1	1	1	6.13	1.87	192.52
5.50	5.50	3.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.21	1.10	1.10	1	1	1	6.13	1.87	199.48
6.00	6.00	3.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.19	1.10	1.10	1	1	1	6.13	1.87	206.61
6.50	6.50	3.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.18	1.09	1.09	1	1	1	6.13	1.87	213.86
7.00	7.00	3.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.16	1.08	1.08	1	1	1	6.13	1.87	221.21
7.50	7.50	3.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.15	1.08	1.08	1	1	1	6.13	1.87	228.64
8.00	8.00	3.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.14	1.07	1.07	1	1	1	6.13	1.87	236.13
8.50	8.50	3.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.14	1.07	1.07	1	1	1	6.13	1.87	243.68
9.00	9.00	3.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.13	1.06	1.06	1	1	1	6.13	1.87	251.27
9.50	9.50	3.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.12	1.06	1.06	1	1	1	6.13	1.87	258.89
10.00	10.00	3.00	35.00	0.00	46.12	33.30	37.15	1.74	1.37	1.37	1.12	1.06	1.06	1	1	1	6.13	1.87	266.55

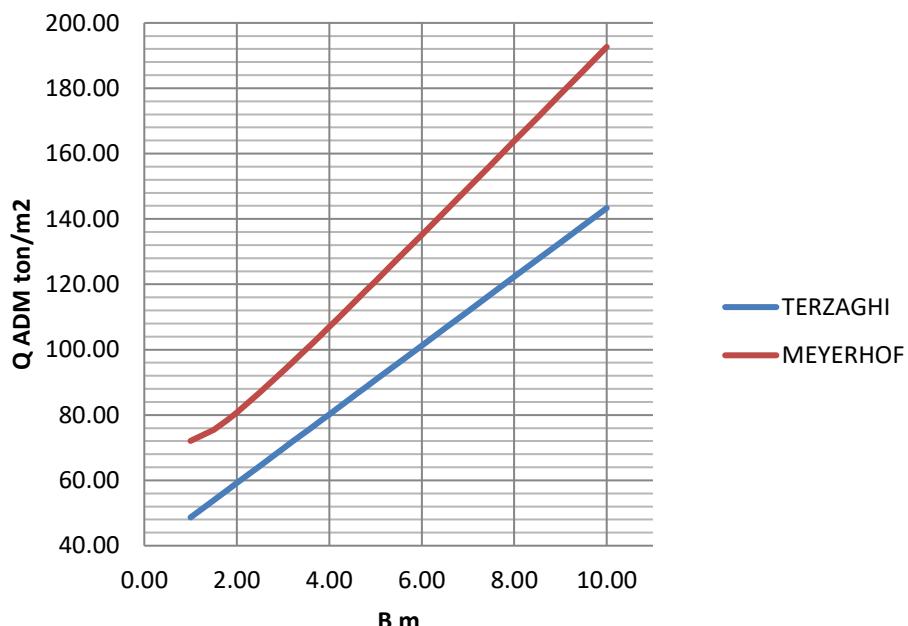
### Q ADM. Prof: 0.50 m.



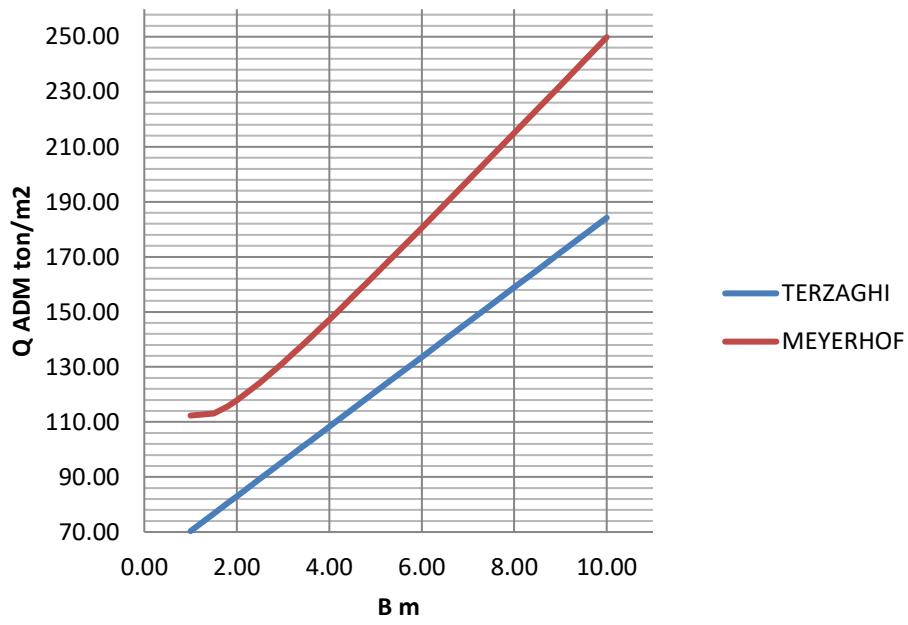
### Q ADM. Prof: 1.00 m.



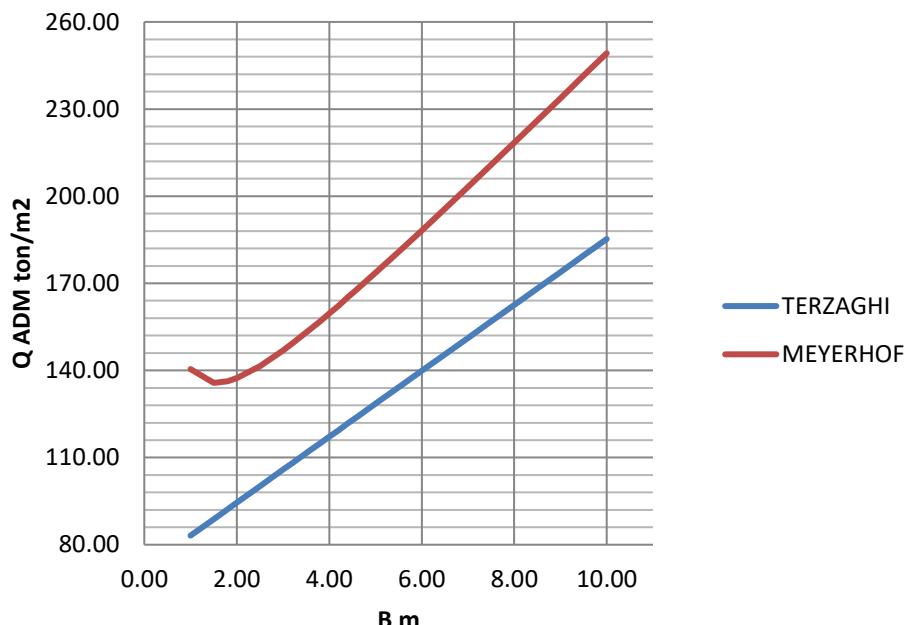
### Q ADM. Prof: 1.50 m.



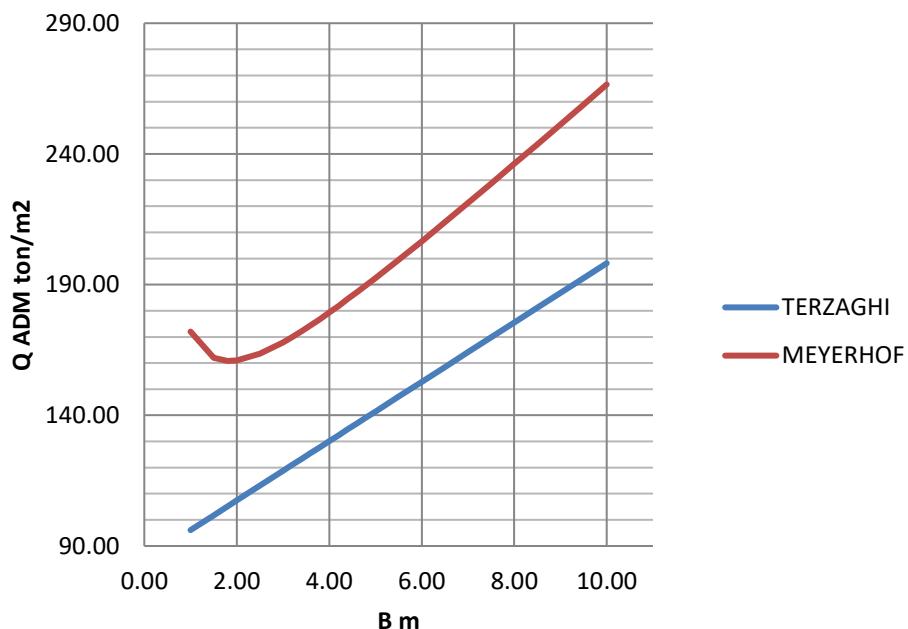
### Q ADM. Prof: 2.00 m.



### Q ADM. Prof: 2.50 m.



### Q ADM. Prof: 3.00 m.



Se debe señalar que los valores obtenidos anteriormente representan el esfuerzo máximo permisible para que el suelo de apoyo no llegue al estado límite de falla por fáctica en condiciones estáticas y accidentales.

Para revisar la seguridad de la cimentación, debe verificarse su estabilidad para las acciones verticales últimas que se esperan soportar al nivel de desplante de la cimentación, las cuales deben ser menores a la capacidad de carga admisible del suelo.

De tal manera, la cimentación propuesta deberá cumplir la siguiente desigualdad:

$$\frac{\sum(F_z * F_c) + W_{cim}}{A_c} \leq Q_{adm}$$

## Capacidad de Carga Admisible Zapata Corrida, por Terzaghi.

TERZAGUI CORRIDA FRICCIÓNANTE								
ANCHO DE LOSA B (m)	PROUNDIDAD DE DESPLANTE Df (m)	Ø°	COEFICIENTE N'c	COEFICIENTE N'q	COEFICIENTE N'γ	ESFUERZO EFECTIVO σv (ton/m <sup>2</sup> )	PESO VOLUMETRICO γ (ton/m <sup>3</sup> )	CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE FRICCIÓNANTE QADM. (ton/m <sup>2</sup> )
0.25	0.25	33	48.09	32.23	31.94	0.52	2.07	8.29
0.50	0.25	33	48.09	32.23	31.94	0.52	2.07	11.04
0.75	0.25	33	48.09	32.23	31.94	0.52	2.07	13.79
1.00	0.25	33	48.09	32.23	31.94	0.52	2.07	16.54
1.25	0.25	33	48.09	32.23	31.94	0.52	2.07	19.29
1.50	0.25	33	48.09	32.23	31.94	0.52	2.07	22.04
1.75	0.25	33	48.09	32.23	31.94	0.52	2.07	24.78
2.00	0.25	33	48.09	32.23	31.94	0.52	2.07	27.53
0.25	0.50	33	48.09	32.23	31.94	1.03	2.07	13.84
0.50	0.50	33	48.09	32.23	31.94	1.03	2.07	16.59
0.75	0.50	33	48.09	32.23	31.94	1.03	2.07	19.34
1.00	0.50	33	48.09	32.23	31.94	1.03	2.07	22.09
1.25	0.50	33	48.09	32.23	31.94	1.03	2.07	24.83
1.50	0.50	33	48.09	32.23	31.94	1.03	2.07	27.58
1.75	0.50	33	48.09	32.23	31.94	1.03	2.07	30.33
2.00	0.50	33	48.09	32.23	31.94	1.03	2.07	33.08
0.25	0.75	34	52.64	36.50	38.04	1.56	2.12	22.31
0.50	0.75	34	52.64	36.50	38.04	1.56	2.12	25.68
0.75	0.75	34	52.64	36.50	38.04	1.56	2.12	29.04
1.00	0.75	34	52.64	36.50	38.04	1.56	2.12	32.41
1.25	0.75	34	52.64	36.50	38.04	1.56	2.12	35.77
1.50	0.75	34	52.64	36.50	38.04	1.56	2.12	39.14
1.75	0.75	34	52.64	36.50	38.04	1.56	2.12	42.50
2.00	0.75	34	52.64	36.50	38.04	1.56	2.12	45.87
0.25	1.00	34	52.64	36.50	38.04	2.09	2.12	28.77
0.50	1.00	34	52.64	36.50	38.04	2.09	2.12	32.14
0.75	1.00	34	52.64	36.50	38.04	2.09	2.12	35.50
1.00	1.00	34	52.64	36.50	38.04	2.09	2.12	38.87
1.25	1.00	34	52.64	36.50	38.04	2.09	2.12	42.23
1.50	1.00	34	52.64	36.50	38.04	2.09	2.12	45.59
1.75	1.00	34	52.64	36.50	38.04	2.09	2.12	48.96
2.00	1.00	34	52.64	36.50	38.04	2.09	2.12	52.32
0.25	1.25	34	52.64	36.50	38.04	2.62	2.07	35.12
0.50	1.25	34	52.64	36.50	38.04	2.62	2.07	38.41
0.75	1.25	34	52.64	36.50	38.04	2.62	2.07	41.69
1.00	1.25	34	52.64	36.50	38.04	2.62	2.07	44.98
1.25	1.25	34	52.64	36.50	38.04	2.62	2.07	48.27
1.50	1.25	34	52.64	36.50	38.04	2.62	2.07	51.55
1.75	1.25	34	52.64	36.50	38.04	2.62	2.07	54.84
2.00	1.25	34	52.64	36.50	38.04	2.62	2.07	58.13
0.25	1.50	34	52.64	36.50	38.04	3.13	2.07	41.43
0.50	1.50	34	52.64	36.50	38.04	3.13	2.07	44.71
0.75	1.50	34	52.64	36.50	38.04	3.13	2.07	48.00
1.00	1.50	34	52.64	36.50	38.04	3.13	2.07	51.29
1.25	1.50	34	52.64	36.50	38.04	3.13	2.07	54.57
1.50	1.50	34	52.64	36.50	38.04	3.13	2.07	57.86
1.75	1.50	34	52.64	36.50	38.04	3.13	2.07	61.15
2.00	1.50	34	52.64	36.50	38.04	3.13	2.07	64.43

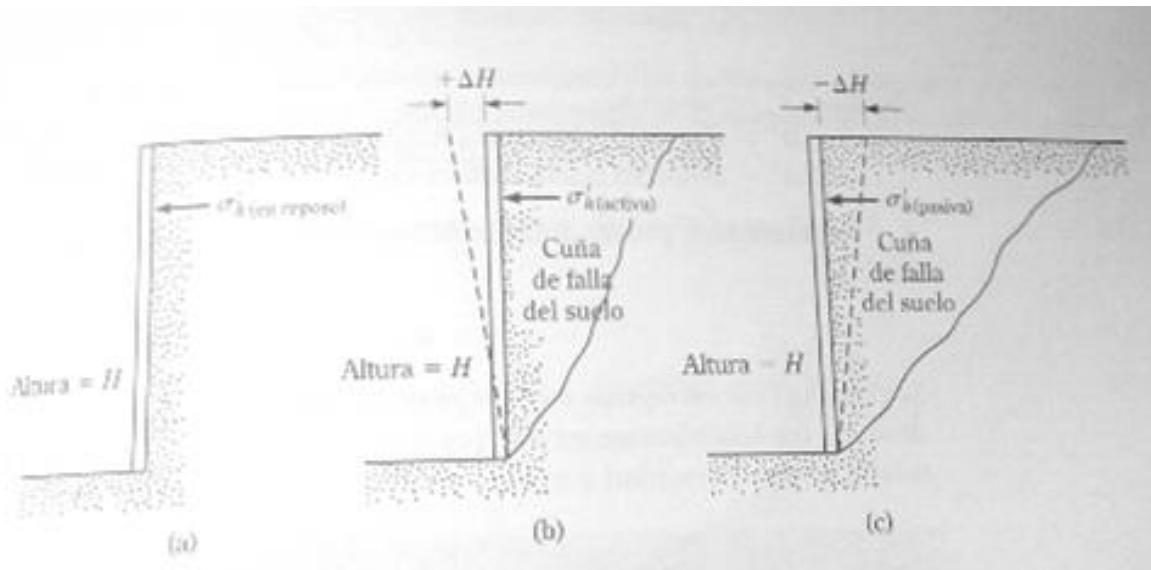
## Empuje de tierras sobre muros de contención.

Los taludes verticales o casi verticales de suelo son soportados por muros de contención, tabla estacas en voladizo vertical, cortes apuntalados y otras estructuras similares. El diseño adecuado de esas estructuras requiere la estimación de la presión lateral de tierra, que es una función de varios factores, tales como:

- El tipo y magnitud del movimiento de los muros.
- Los parámetros de resistencia cortante del suelo.
- El peso específico del suelo
- Las condiciones de drenada en el relleno.

La siguiente figura muestra un muro de contención de altura  $H$ . Para tipos similares de relleno:

- a) El muro está restringido contra movimientos. La presión lateral de tierra sobre el muro a cualquier profundidad se llama presión de tierra en reposo.
- b) El muro se aleja del suelo retenido. Con suficiente inclinación el muro, fallará una cuña triangular de suelo detrás del muro. La presión lateral para esta condición se llama presión activa de tierra.
- c) El muro es empujado hacia el suelo retenido. Con suficiente movimiento del muro, fallará una cuña de suelo. La presión lateral para esta condición se llama presión pasiva de tierra.



Naturaleza de la presión lateral de tierra sobre un muro de contención. (Braja, 2010).

### **Esfuerzos verticales total y efectivo:**

Esfuerzo total

$$\sigma = \gamma Z$$

Presión de poro

$$U = \gamma H2O * Z$$

Esfuerzo Efectivo

$$\sigma' = \sigma - u$$

### **Coeficiente de Empuje Activo:**

$$K_a = \tan\left(45 - \frac{\phi}{2}\right)^2$$

### **Esfuerzo Horizontal Activo**

Para suelos donde predomina la fricción

$$\sigma A = K_a * \gamma * Z$$

Para suelos donde predomina la resistencia no drenada

$$\sigma A = \gamma Z - 2Su$$

Para suelos donde predomina la fricción y la resistencia no drenada

$$\sigma A = (K_a * \gamma * Z) - 2Su * \sqrt{K_a}$$

### **Coeficiente de Empuje Pasivo:**

$$K_p = \tan\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)^2$$

### **Esfuerzo Horizontal Pasivo:**

Para suelos donde predomina la fricción

$$\sigma P = K_p * \gamma * Z$$

Para suelos donde predomina la resistencia no drenada

$$\sigma A = \gamma Z + 2Su$$

Para suelos donde predomina la fricción y la resistencia no drenada

$$\sigma A = (K_a * \gamma * Z) + 2S_u * \sqrt{K_a}$$

### Esfuerzo Horizontal en Reposo:

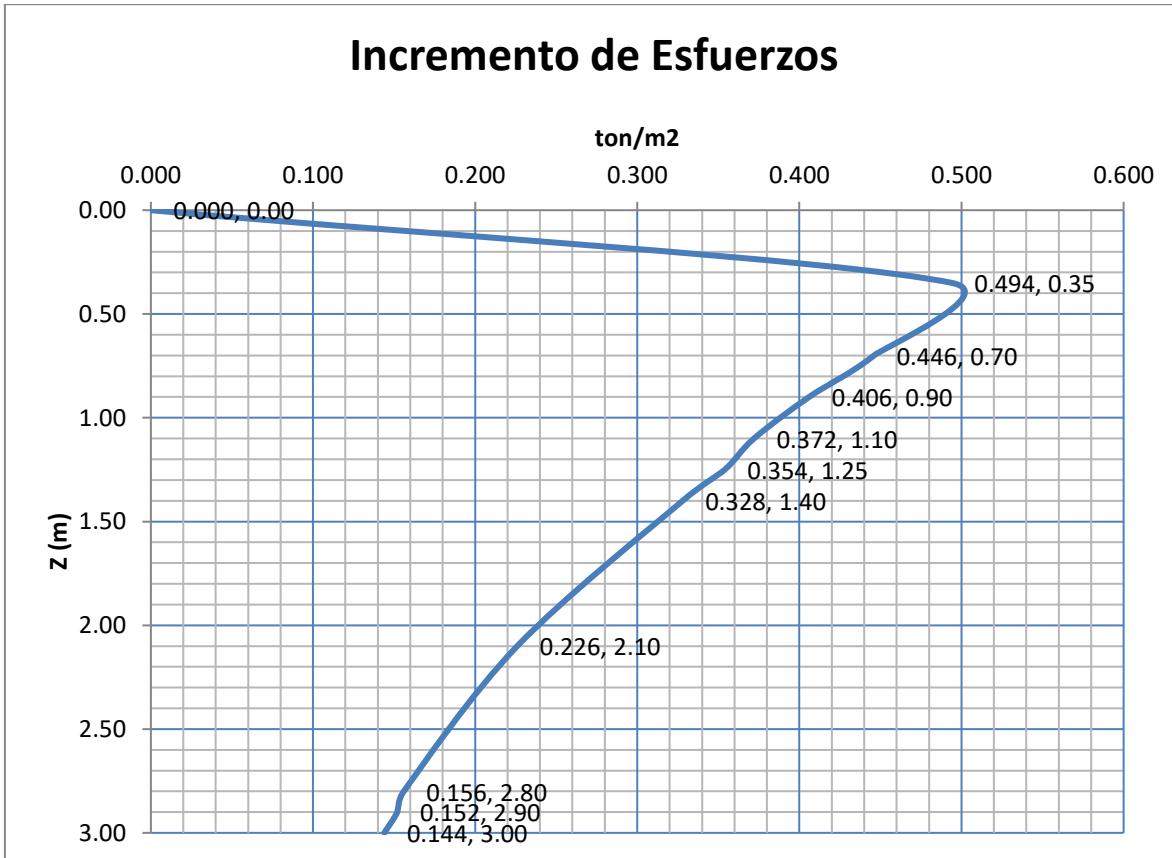
$$K_o = 1 - \sin \phi$$

### Esfuerzo Horizontal en Reposo:

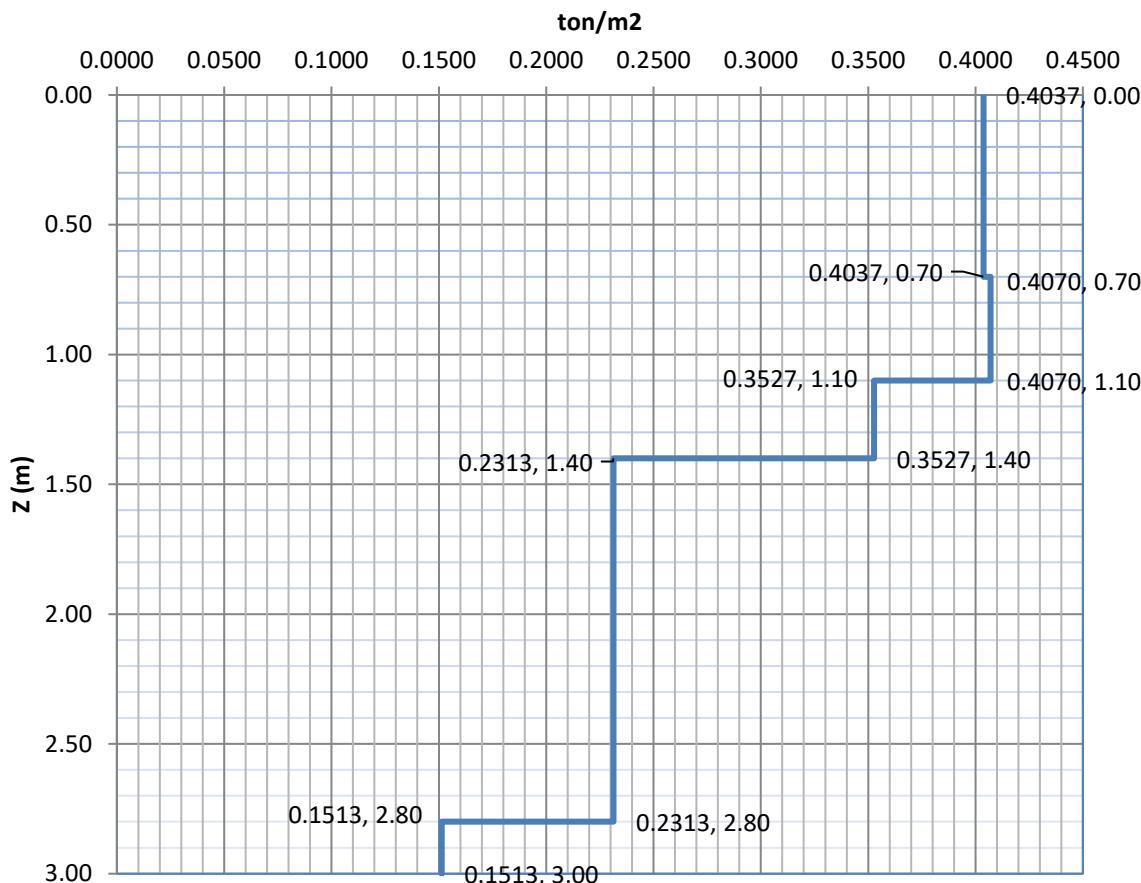
$$\sigma_{oh} = K_o * (\gamma * Z) + u$$

Incremento de esfuerzos vertical debidos a la carga de equipos.

Punto	Carga ton/m <sup>2</sup>	Z m	B m	L m	m	n	I <sub>p</sub>	Δσ ton/m <sup>2</sup>
A	2.00	0.00	2	1	0	0	0	0
a	2.00	0.35	2	1	5.71	2.86	0.247	0.494
B	2.00	0.70	2	1	2.86	1.43	0.223	0.446
b	2.00	0.90	2	1	2.22	1.11	0.203	0.406
C	2.00	1.10	2	1	1.82	0.91	0.186	0.372
c	2.00	1.25	2	1	1.60	0.80	0.177	0.354
D	2.00	1.40	2	1	1.43	0.71	0.164	0.328
e	2.00	2.10	2	1	0.95	0.48	0.113	0.226
E	2.00	2.80	2	1	0.71	0.36	0.078	0.156
f	2.00	2.90	2	1	0.69	0.34	0.076	0.152
F	2.00	3.00	2	1	0.67	0.33	0.072	0.144



## Incremento de Esfuerzos



Esfuerzos Horizontales:

Presiones Horizontales									
Estrato	Punto	Prof. (m)	Su ton/m <sup>2</sup>	Ø	Ka	Kp	Esfuerzo Efectivo Vertical ton/m <sup>2</sup>	Esfuerzo Activo Horizontal ton/m <sup>2</sup>	Esfuerzo Pasivo Horizontal ton/m <sup>2</sup>
I	Sup.	0.00	0.00	33	0.29	3.39	0.40	0.12	1.37
	Inf.	0.70	0.00	33	0.29	3.39	1.82	0.54	6.18
II	Sup.	0.70	0.00	34	0.28	3.54	1.82	0.52	6.45
	Inf.	1.10	0.00	34	0.28	3.54	2.71	0.77	9.58
III	Sup.	1.10	0.00	34	0.28	3.54	2.71	0.77	9.58
	Inf.	1.40	0.00	34	0.28	3.54	3.27	0.93	11.57
IV	Sup.	1.40	0.00	34	0.28	3.54	3.27	0.93	11.57
	Inf.	2.80	0.00	34	0.28	3.54	5.98	1.69	21.16
V	Sup.	2.80	0.00	35	0.27	3.69	5.98	1.62	22.07
	Inf.	3.00	0.00	35	0.27	3.69	6.28	1.70	23.18

Diagrama de Esfuerzos Horizontales Activos:

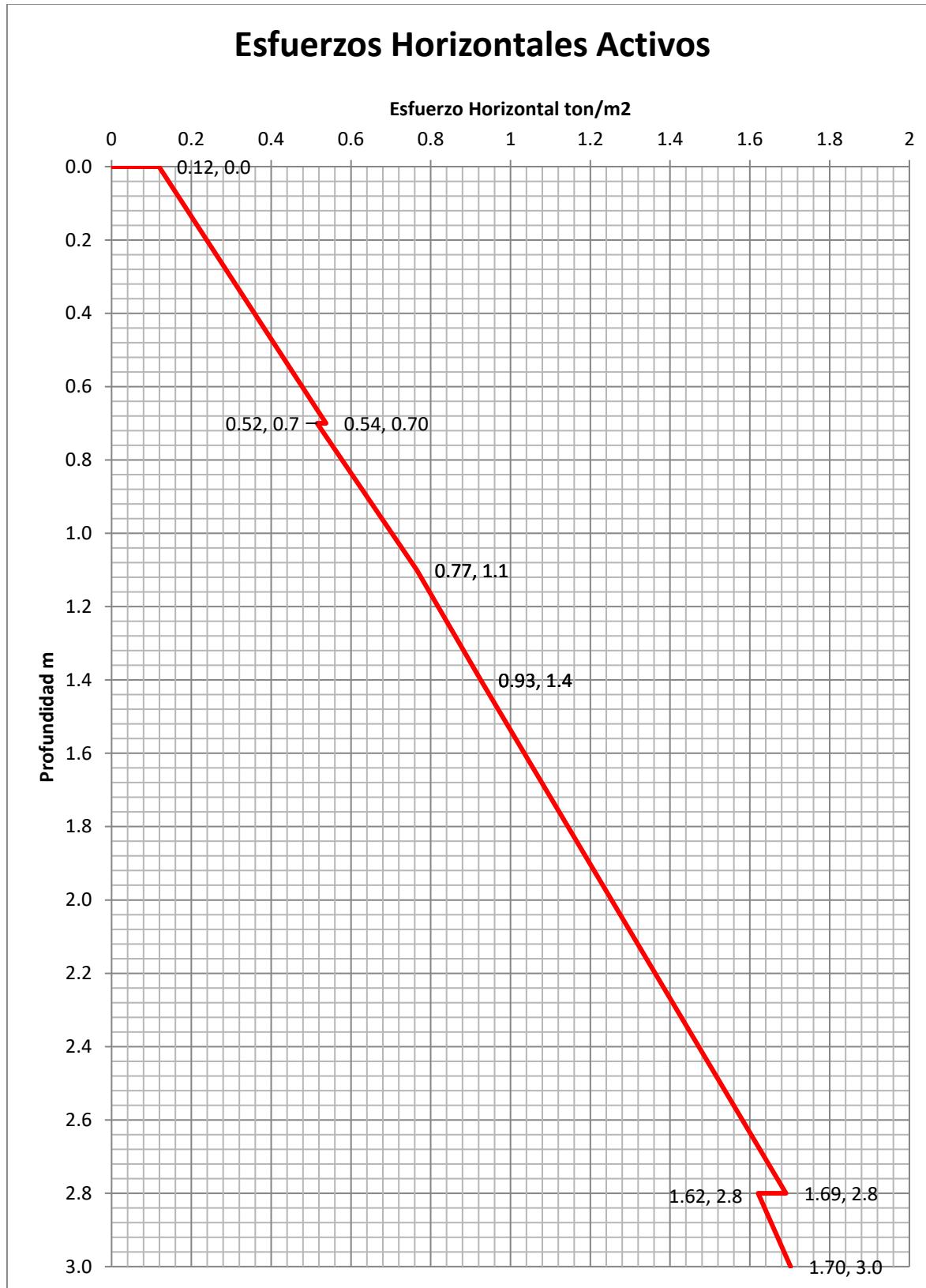
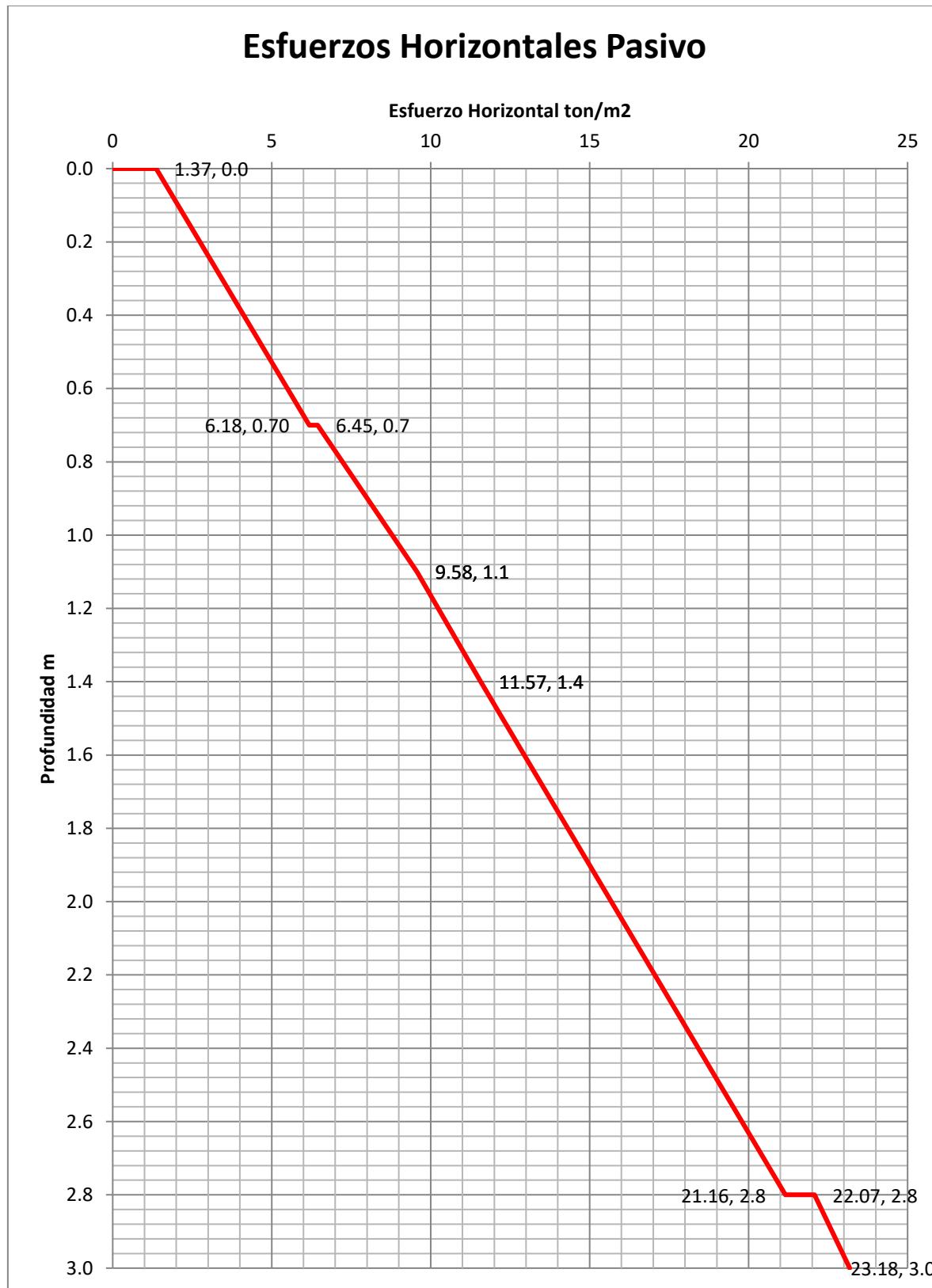


Diagrama de Esfuerzos Horizontales Pasivos:



## 5.2. \_ Revisión Estado Límite de Servicio:

Las deformaciones instantáneas se determinaron en base a la elasticidad, cuyos datos fueron obteniéndose de la correlación de la prueba de penetración estándar y las propiedades mecánicas del suelo. Para el cálculo de asentamientos se recurrió a la teoría de elástica, cuya expresión es.

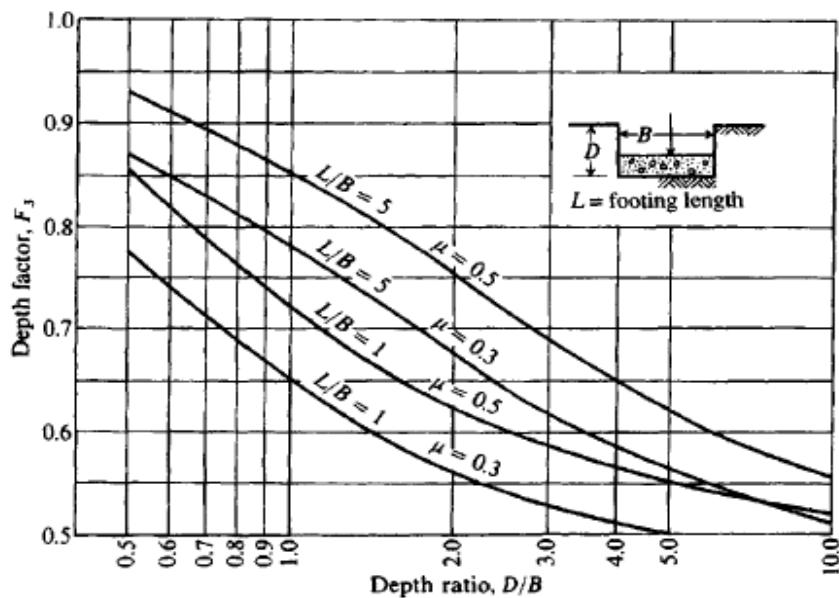
$$\Delta Se = qo * B' * \frac{1 - \mu^2}{Es} * m * Is * If$$

**TABLE 5-2**

**Values of  $I_1$  and  $I_2$  to compute the Steinbrenner influence factor  $I_s$  for use in Eq. (5-16a) for several  $N = H/B'$  and  $M = L/B$  ratios**

$N$	$M = 1.0$	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
0.2	$I_1 = 0.009$ $I_2 = 0.041$	0.008 0.042	0.008 0.042	0.008 0.042	0.008 0.042	0.008 0.042	0.007 0.043	0.007 0.043	0.007 0.043	0.007 0.043	0.007 0.043
0.4		0.033 0.066	0.032 0.068	0.031 0.069	0.030 0.070	0.029 0.070	0.028 0.071	0.028 0.071	0.027 0.072	0.027 0.072	0.027 0.073
0.6		0.066 0.079	0.064 0.081	0.063 0.083	0.061 0.085	0.060 0.087	0.059 0.088	0.058 0.089	0.057 0.090	0.056 0.091	0.056 0.091
0.8		0.104 0.083	0.102 0.087	0.100 0.090	0.098 0.093	0.096 0.095	0.095 0.097	0.093 0.098	0.092 0.100	0.091 0.101	0.090 0.102
1.0		0.142 0.083	0.140 0.088	0.138 0.091	0.136 0.095	0.134 0.098	0.132 0.100	0.130 0.102	0.129 0.104	0.127 0.106	0.126 0.108
1.5		0.224 0.075	0.224 0.080	0.224 0.084	0.223 0.089	0.222 0.093	0.220 0.096	0.219 0.099	0.217 0.102	0.216 0.105	0.214 0.108
2.0		0.285 0.064	0.288 0.069	0.290 0.074	0.292 0.078	0.292 0.083	0.292 0.086	0.292 0.090	0.291 0.094	0.290 0.097	0.289 0.100
3.0		0.363 0.048	0.372 0.052	0.379 0.056	0.384 0.060	0.389 0.064	0.393 0.068	0.396 0.071	0.398 0.075	0.400 0.078	0.401 0.081
4.0		0.408 0.037	0.421 0.041	0.431 0.044	0.440 0.048	0.448 0.051	0.455 0.054	0.460 0.057	0.465 0.060	0.469 0.063	0.473 0.066
5.0		0.437 0.031	0.452 0.034	0.465 0.036	0.477 0.039	0.487 0.042	0.496 0.045	0.503 0.048	0.510 0.050	0.516 0.053	0.522 0.055
											0.526 0.058

**Figure 5-7** Influence factor  $I_F$  for footing at a depth  $D$ . Use actual footing width and depth dimension for this  $D/B$  ratio. Use program FFACTOR for values to avoid interpolation.



Módulo de elasticidad obtenido de la prueba de SPT datos empíricos:

SUELO	S.P.T.	C.P.T.
Arena	$E = 500(N + 15)$ $= 7000\sqrt{N}$ $= 6000N$	$E = (2 \text{ a } 4)q_n u$ $= 8000 \text{ qc}$ $= 6000N$
Arena saturada	$E = (15000 \text{ a } 22000) \text{ en } N$ $E = 250(N + 15)$	$E = 1.2(3Dr^2 + 2)qc$ $E = (1 + Dr^2)qc$ $E = F qc$ $e = 1.0 \quad F = 3$ $e = 0.6 \quad F = 7$
Arena grava	$E = 1200(N + 6)$ $= 600(N + 6) \quad N \leq 15$ $= 600(N + 6) + 200 \quad N > 15$	$c$ - cohesió n no drenada del suelo d e arcilla $E = (3 \text{ a } 6)qc$ $E = (1 \text{ a } 2)qc$
Arena arcillosa	$E = 320(N + 15)$	$E = (3 \text{ a } 8)qc$
Limos, limos arenosos, limos arcillosos	$E = 300(N + 6)$	
Arcillas blandas y limos arcillosos		

N= Número de golpes corregido, en la prueba de Penetración Estandar (SPT)  
 $q_c$ = Resistencia a la penetración en la punta, en la prueba de cono eléctrico  
 $D_r$ = Compacidad relativa

$$E = 600(N + 6) + 200$$

Modulo de Poisson:

$$\nu = \frac{K_o}{1 + K_o}$$

Estrato	Ko	ν
I	0.46	0.3
II	0.44	0.3
III	0.44	0.3
IV	0.44	0.3
V	0.43	0.3

Modulo de Elasticidad			
Profundidad	N'70	E ton/m <sup>2</sup>	E 65% ton/m <sup>2</sup>
0.50	17	1420.67	923.44
1.00	19	1520.27	988.18
1.50	18	1490.14	968.59
2.00	20	1581.17	1027.76
2.50	20	1580.46	1027.30
3.00	20	1805.20	1173.38

Valores representativos del módulo de elasticidad y relación de Poisson.

SUELO	E, Mpa	Tipo de suelo	Relación de Poisson $\mu$
Arcillas			
Muy blanda	2 - 15	Arena suelta	0.20 - 0.40
Blandas	5 - 25	Arena de compacidad media	0.25 - 0.40
Media	15 - 24	Arena densa	0.30 - 0.45
Duras	50 - 100	Arena limosa	0.20 - 0.40
Arenosas	25 -250	Arena y grava	0.15 - 0.35
Glaciales		Arcilla blanda	
Suelto	10 - 150	Arcilla media	0.20 - 0.50
Denso	150 -720	Arcilla dura	
Muy denso	500 - 1440		
Loess	15 -60		
Arenas			
Limosa	5 - 20		
Suelta	10 - 25		
Densa	50 -81		
Arenas y gravas			
Suelta	50 -150		
Densa	100 - 200		
limos	2 - 20		

Tablas de valores representativos de módulo de elasticidad y relación de Poisson. Bowles,

## Asentamientos Instantáneos:

Ancho B (m)	Largo L (m)	Df (m)	H (m)	B' (m)	N	N' centro	M	F1	F2	F1 esquina	F2 esquina	ls	ls esquina	Df/B	L/B	If	q0	E ton/m2	Ase centro (cm)	Ase esquina (cm)	Ks ton/m3
1.00	1.00	0.50	0.20	0.50	0.20	0.40	1.00	0.032779167	0.06616632	0.00878434	0.04114313	0.193	0.032	0.50	1.00	0.773	30.000	923.44	0.88	0.07	3392.70
1.50	1.50	0.50	0.20	0.75	0.27	0.53	1.00	0.054546399	0.07574475	0.01532863	0.05111461	0.238	0.045	0.33	1.00	0.863	13.333	923.44	0.81	0.08	1643.42
1.80	1.80	0.50	0.20	0.90	0.22	0.44	1.00	0.039646004	0.06990272	0.01078366	0.04466221	0.209	0.036	0.28	1.00	0.874	9.259	923.44	0.60	0.05	1540.12
2.00	2.00	0.50	0.20	1.00	0.20	0.40	1.00	0.032779167	0.06616632	0.00878434	0.04114313	0.193	0.032	0.25	1.00	0.878	7.500	923.44	0.50	0.04	1493.48
2.50	2.50	0.50	0.20	1.25	0.16	0.32	1.00	0.021673369	0.05787486	0.00567149	0.03429844	0.162	0.025	0.20	1.00	0.902	4.800	923.44	0.35	0.03	1386.97
3.00	3.00	0.50	0.20	1.50	0.13	0.27	1.00	0.015328634	0.05111461	0.0039575	0.02936123	0.139	0.021	0.17	1.00	0.918	3.333	923.44	0.25	0.02	1321.02
3.20	3.20	0.50	0.20	1.60	0.13	0.25	1.00	0.013541416	0.04878478	0.0034829	0.02775581	0.132	0.019	0.16	1.00	0.923	2.930	923.44	0.23	0.02	1301.21
3.40	3.40	0.50	0.20	1.70	0.12	0.24	1.00	0.012046353	0.04663999	0.0030886	0.02631429	0.125	0.018	0.15	1.00	0.928	2.595	923.44	0.20	0.01	1283.23
3.60	3.60	0.50	0.20	1.80	0.11	0.22	1.00	0.010783656	0.04466221	0.0027575	0.0250132	0.119	0.017	0.14	1.00	0.933	2.315	923.44	0.18	0.01	1266.77
3.80	3.80	0.50	0.20	1.90	0.11	0.21	1.00	0.009707954	0.0428349	0.00247682	0.02383327	0.114	0.016	0.13	1.00	0.938	2.078	923.44	0.17	0.01	1251.56
4.00	4.00	0.50	0.20	2.00	0.10	0.20	1.00	0.008784343	0.04114313	0.00223682	0.02275853	0.109	0.015	0.13	1.00	0.938	1.875	923.44	0.15	0.01	1244.03
4.20	4.20	0.50	0.20	2.10	0.10	0.19	1.00	0.007985645	0.03957355	0.00203003	0.02177566	0.104	0.014	0.12	1.00	0.943	1.701	923.44	0.14	0.01	1230.70
4.40	4.40	0.50	0.20	2.20	0.09	0.18	1.00	0.00729045	0.03811427	0.00185061	0.02087349	0.100	0.014	0.11	1.00	0.948	1.550	923.44	0.13	0.01	1218.18
4.60	4.60	0.50	0.20	2.30	0.09	0.17	1.00	0.006681721	0.03675473	0.00169392	0.02004255	0.096	0.013	0.11	1.00	0.948	1.418	923.44	0.12	0.01	1212.70
4.80	4.80	0.50	0.20	2.40	0.08	0.17	1.00	0.006145767	0.03548556	0.0015563	0.01927479	0.092	0.013	0.10	1.00	0.954	1.302	923.44	0.11	0.01	1200.13
5.00	5.00	0.50	0.20	2.50	0.08	0.16	1.00	0.005671491	0.03429844	0.00143477	0.01856332	0.089	0.012	0.10	1.00	0.954	1.200	923.44	0.10	0.01	1195.60
5.50	5.50	0.50	0.20	2.75	0.07	0.15	1.00	0.004699974	0.03164305	0.00118658	0.01699393	0.082	0.011	0.09	1.00	0.959	0.992	923.44	0.08	0.01	1179.63
6.00	6.00	0.50	0.20	3.00	0.07	0.13	1.00	0.003957505	0.02936123	0.00099758	0.01566816	0.075	0.010	0.08	1.00	0.964	0.833	923.44	0.07	0.00	1165.53
6.50	6.50	0.50	0.20	3.25	0.06	0.12	1.00	0.003377549	0.02738106	0.00085036	0.01453359	0.070	0.009	0.08	1.00	0.964	0.710	923.44	0.06	0.00	1158.85
7.00	7.00	0.50	0.20	3.50	0.06	0.11	1.00	0.002916032	0.02564749	0.00073346	0.01355176	0.065	0.008	0.07	1.00	0.969	0.612	923.44	0.05	0.00	1147.22
7.50	7.50	0.50	0.20	3.75	0.05	0.11	1.00	0.002542836	0.02411782	0.00063909	0.01269387	0.061	0.008	0.07	1.00	0.969	0.533	923.44	0.05	0.00	1142.36
8.00	8.00	0.50	0.20	4.00	0.05	0.10	1.00	0.002236823	0.02275853	0.00056182	0.01193789	0.058	0.007	0.06	1.00	0.974	0.469	923.44	0.04	0.00	1132.30
8.50	8.50	0.50	0.20	4.25	0.05	0.09	1.00	0.001982811	0.02154295	0.00049776	0.01126672	0.054	0.007	0.06	1.00	0.974	0.415	923.44	0.04	0.00	1128.62
9.00	9.00	0.50	0.20	4.50	0.04	0.09	1.00	0.00176967	0.02044964	0.00044405	0.01066688	0.051	0.007	0.06	1.00	0.974	0.370	923.44	0.03	0.00	1125.36
9.50	9.50	0.50	0.20	4.75	0.04	0.08	1.00	0.00158909	0.0194612	0.00039859	0.01012758	0.049	0.006	0.05	1.00	0.979	0.332	923.44	0.03	0.00	1116.73
10.00	10.00	0.50	0.20	5.00	0.04	0.08	1.00	0.00143477	0.01856332	0.00035977	0.00964011	0.047	0.006	0.05	1.00	0.979	0.300	923.44	0.03	0.00	1114.14
1.00	1.00	1.00	0.50	0.50	1.00	2.00	1.00	0.285120493	0.06409422	0.14189913	0.08333333	0.441	0.190	1.00	1.00	0.650	30.000	988.18	1.58	0.34	1895.09
1.50	1.50	1.00	0.50	0.75	0.67	1.33	1.00	0.198974675	0.07814887	0.07886027	0.0811353	0.389	0.125	0.67	1.00	0.720	13.333	988.18	1.03	0.17	1293.16
1.80	1.80	1.00	0.50	0.90	0.56	1.11	1.00	0.161903471	0.08205026	0.05846666	0.07690049	0.361	0.102	0.56	1.00	0.752	9.259	988.18	0.83	0.12	1110.62
2.00	2.00	1.00	0.50	1.00	0.50	1.00	1.00	0.141899134	0.08333333	0.04879985	0.07379181	0.344	0.091	0.50	1.00	0.773	7.500	988.18	0.74	0.10	1020.10
2.50	2.50	1.00	0.50	1.25	0.40	0.80	1.00	0.10422362	0.08349304	0.03277917	0.06616632	0.307	0.071	0.40	1.00	0.808	4.800	988.18	0.55	0.06	875.56
3.00	3.00	1.00	0.50	1.50	0.33	0.67	1.00	0.078860268	0.0811353	0.02339948	0.05940562	0.276	0.057	0.33	1.00	0.863	3.333	988.18	0.44	0.05	760.11
3.20	3.20	1.00	0.50	1.60	0.31	0.63	1.00	0.071086287	0.07982694	0.02072614	0.05698643	0.265	0.053	0.31	1.00	0.850	2.930	988.18	0.39	0.04	753.40
3.40	3.40	1.00	0.50	1.70	0.29	0.59	1.00	0.064343	0.0784014	0.01847901	0.05472387	0.255	0.050	0.29	1.00	0.862	2.595	988.18	0.36	0.03	727.23
3.60	3.60	1.00	0.50	1.80	0.28	0.56	1.00	0.058466656	0.07690049	0.01657339	0.05260929	0.245	0.047	0.28	1.00	0.874	2.315	988.18	0.33	0.03	703.70
3.80	3.80	1.00	0.50	1.90	0.26	0.53	1.00	0.053322611	0.07535595	0.01494433	0.05063293	0.236	0.044	0.26	1.00	0.873	2.078	988.18	0.30	0.03	692.54
4.00	4.00	1.00	0.50	2.00	0.25	0.50	1.00	0.048799854	0.07379181	0.01354142	0.04878478	0.228	0.041	0.25	1.00	0.878	1.875	988.18	0.28	0.03	678.04
4.20	4.20	1.00	0.50	2.10	0.24	0.48	1.00	0.044806545	0.07222606	0.0123251	0.04705503	0.220	0.039	0.24	1.00	0.882	1.701	988.18	0.26	0.02	665.59
4.40	4.40	1.00	0.50	2.20	0.23	0.45	1.00	0.041266421	0.0706721	0.01126403	0.04543438	0.213	0.037	0.23	1.00	0.887	1.550	988.18	0.24	0.02	653.45
4.60	4.60	1.00	0.50	2.30	0.22	0.43	1.00	0.038115895	0.06913976	0.01033309	0.0439141	0.206	0.035	0.22	1.00	0.892	1.418	988.18	0.22	0.02	642.27
4.80	4.80	1.00	0.50	2.40	0.21	0.42	1.00	0.03530173	0.06763616	0.00951203	0.04248615	0.200	0.034	0.21	1.00	0.897	1.302	988.18	0.21	0.02	631.91
5.00	5.00	1.00	0.50	2.50	0.20	0.40	1.00	0.032779167	0.06616632	0.00878434	0.04114313	0.193	0.032	0.20	1.00	0.902	1.200	988.18	0.19	0.02	622.27

5.50	5.50	1.00	0.50	2.75	0.18	0.36	1.00	0.027514412	0.06265884	0.00729045	0.03811427	0.180	0.029	0.18	1.00	0.912	0.992	988.18	0.16	0.01	602.41
6.00	6.00	1.00	0.50	3.00	0.17	0.33	1.00	0.023399477	0.05940562	0.00614577	0.03548556	0.168	0.026	0.17	1.00	0.917	0.833	988.18	0.14	0.01	588.56
6.50	6.50	1.00	0.50	3.25	0.15	0.31	1.00	0.020128104	0.05640641	0.00524982	0.03318597	0.157	0.024	0.15	1.00	0.928	0.710	988.18	0.12	0.01	572.91
7.00	7.00	1.00	0.50	3.50	0.14	0.29	1.00	0.017487965	0.05364868	0.0045357	0.03115939	0.148	0.022	0.14	1.00	0.933	0.612	988.18	0.11	0.01	562.57
7.50	7.50	1.00	0.50	3.75	0.13	0.27	1.00	0.015328634	0.05111461	0.0039575	0.02936123	0.139	0.021	0.13	1.00	0.938	0.533	988.18	0.10	0.01	553.40
8.00	8.00	1.00	0.50	4.00	0.13	0.25	1.00	0.013541416	0.04878478	0.0034829	0.02775581	0.132	0.019	0.13	1.00	0.938	0.469	988.18	0.09	0.01	548.07
8.50	8.50	1.00	0.50	4.25	0.12	0.24	1.00	0.012046353	0.04663999	0.0030886	0.02631429	0.125	0.018	0.12	1.00	0.943	0.415	988.18	0.08	0.01	540.54
9.00	9.00	1.00	0.50	4.50	0.11	0.22	1.00	0.010783656	0.04466221	0.0027575	0.0250132	0.119	0.017	0.11	1.00	0.948	0.370	988.18	0.07	0.00	533.65
9.50	9.50	1.00	0.50	4.75	0.11	0.21	1.00	0.009707954	0.0428349	0.00247682	0.02383327	0.114	0.016	0.11	1.00	0.948	0.332	988.18	0.06	0.00	530.07
10.00	10.00	1.00	0.50	5.00	0.10	0.20	1.00	0.008784343	0.04114313	0.00223682	0.02275853	0.109	0.015	0.10	1.00	0.954	0.300	988.18	0.06	0.00	523.57
1.00	1.00	1.50	1.30	0.50	2.60	5.20	1.00	0.441579235	0.02952144	0.33721048	0.05347381	0.513	0.368	1.50	1.00	0.694	30.000	968.59	2.01	0.72	1494.03
1.50	1.50	1.50	1.30	0.75	1.73	3.47	1.00	0.386838243	0.04242515	0.25490894	0.06962749	0.490	0.295	1.00	1.00	0.650	13.333	968.59	1.20	0.36	1114.25
1.80	1.80	1.50	1.30	0.90	1.44	2.89	1.00	0.35640035	0.04929153	0.21589658	0.0758534	0.476	0.259	0.83	1.00	0.687	9.259	968.59	1.02	0.28	903.93
2.00	2.00	1.50	1.30	1.00	1.30	2.60	1.00	0.337210481	0.05347381	0.19368497	0.07880677	0.467	0.239	0.75	1.00	0.705	7.500	968.59	0.93	0.24	808.09
2.50	2.50	1.50	1.30	1.25	1.04	2.08	1.00	0.293230507	0.06252226	0.1491993	0.08294436	0.445	0.197	0.60	1.00	0.738	4.800	968.59	0.74	0.16	648.10
3.00	3.00	1.50	1.30	1.50	0.87	1.73	1.00	0.254908936	0.06962749	0.11693518	0.08383699	0.424	0.165	0.50	1.00	0.773	3.333	968.59	0.62	0.12	541.25
3.20	3.20	1.50	1.30	1.60	0.81	1.63	1.00	0.241096113	0.07196418	0.10661217	0.08359407	0.416	0.154	0.47	1.00	0.783	2.930	968.59	0.57	0.11	510.74
3.40	3.40	1.50	1.30	1.70	0.76	1.53	1.00	0.22810385	0.07403409	0.09747743	0.08310709	0.408	0.145	0.44	1.00	0.794	2.595	968.59	0.54	0.10	483.30
3.60	3.60	1.50	1.30	1.80	0.72	1.44	1.00	0.215896577	0.0758534	0.08937375	0.0824271	0.400	0.136	0.42	1.00	0.801	2.315	968.59	0.50	0.09	461.27
3.80	3.80	1.50	1.30	1.90	0.68	1.37	1.00	0.204436576	0.07743873	0.0821656	0.08159623	0.393	0.129	0.39	1.00	0.808	2.078	968.59	0.47	0.08	441.60
4.00	4.00	1.50	1.30	2.00	0.65	1.30	1.00	0.193684968	0.07880677	0.07573646	0.08064911	0.385	0.122	0.38	1.00	0.817	1.875	968.59	0.44	0.07	422.91
4.20	4.20	1.50	1.30	2.10	0.62	1.24	1.00	0.183602519	0.07997397	0.06998625	0.07961407	0.378	0.115	0.36	1.00	0.826	1.701	968.59	0.42	0.06	406.02
4.40	4.40	1.50	1.30	2.20	0.59	1.18	1.00	0.174150285	0.08095634	0.06482904	0.0785142	0.371	0.110	0.34	1.00	0.836	1.550	968.59	0.40	0.06	390.23
4.60	4.60	1.50	1.30	2.30	0.57	1.13	1.00	0.165290104	0.08176924	0.06019102	0.07736826	0.364	0.104	0.33	1.00	0.840	1.418	968.59	0.37	0.05	378.51
4.80	4.80	1.50	1.30	2.40	0.54	1.08	1.00	0.15698497	0.08242731	0.0560087	0.07619143	0.357	0.100	0.31	1.00	0.850	1.302	968.59	0.36	0.05	365.21
5.00	5.00	1.50	1.30	2.50	0.52	1.04	1.00	0.149199304	0.08294436	0.05222738	0.074996	0.351	0.095	0.30	1.00	0.855	1.200	968.59	0.34	0.05	355.04
5.50	5.50	1.50	1.30	2.75	0.47	0.95	1.00	0.131789124	0.08370282	0.04423414	0.07198594	0.335	0.085	0.27	1.00	0.869	0.992	968.59	0.30	0.04	332.32
6.00	6.00	1.50	1.30	3.00	0.43	0.87	1.00	0.116935181	0.08383699	0.0378881	0.069023	0.321	0.077	0.25	1.00	0.878	0.833	968.59	0.26	0.03	315.17
6.50	6.50	1.50	1.30	3.25	0.40	0.80	1.00	0.10422362	0.08349304	0.03277917	0.06616632	0.307	0.071	0.23	1.00	0.887	0.710	968.59	0.24	0.03	300.68
7.00	7.00	1.50	1.30	3.50	0.37	0.74	1.00	0.093305654	0.0827884	0.02861366	0.06344607	0.294	0.065	0.21	1.00	0.897	0.612	968.59	0.21	0.02	287.94
7.50	7.50	1.50	1.30	3.75	0.35	0.69	1.00	0.083890356	0.08181608	0.02517798	0.06087513	0.283	0.060	0.20	1.00	0.902	0.533	968.59	0.19	0.02	278.39
8.00	8.00	1.50	1.30	4.00	0.33	0.65	1.00	0.07573646	0.08064911	0.0223144	0.05845615	0.272	0.056	0.19	1.00	0.907	0.469	968.59	0.17	0.02	270.05
8.50	8.50	1.50	1.30	4.25	0.31	0.61	1.00	0.068644428	0.07934438	0.01990484	0.05618591	0.261	0.052	0.18	1.00	0.912	0.415	968.59	0.16	0.02	262.70
9.00	9.00	1.50	1.30	4.50	0.29	0.58	1.00	0.062449326	0.07794596	0.01785964	0.05405791	0.252	0.049	0.17	1.00	0.917	0.370	968.59	0.14	0.01	256.15
9.50	9.50	1.50	1.30	4.75	0.27	0.55	1.00	0.057014688	0.07648782	0.01610992	0.05206401	0.243	0.046	0.16	1.00	0.923	0.332	968.59	0.13	0.01	250.00
10.00	10.00	1.50	1.30	5.00	0.26	0.52	1.00	0.052227379	0.074996	0.01466021	0.05019542	0.234	0.043	0.15	1.00	0.928	0.300	968.59	0.12	0.01	244.70
1.00	1.00	2.00	0.80	0.50	1.60	3.20	1.00	0.373920653	0.045371	0.23777246	0.07250604	0.484	0.279	2.00	1.00	0.562	30.000	1027.76	1.45	0.42	2075.60
1.50	1.50	2.00	0.80	0.75	1.07	2.13	1.00	0.298414669	0.06150017	0.15400633	0.08263702	0.448	0.201	1.33	1.00	0.620	13.333	1027.76	0.98	0.22	1356.07
1.80	1.80	2.00	0.80	0.90	0.89	1.78	1.00	0.26030701	0.0686793	0.1211489	0.08385299	0.427	0.169	1.11	1.00	0.640	9.259	1027.76	0.81	0.16	1147.73
2.00	2.00	2.00	0.80	1.00	0.80	1.60	1.00	0.237772462	0.07250604	0.10422362	0.08349304	0.414	0.152	1.00	1.00	0.650	7.500	1027.76	0.71	0.13	1049.60
2.50	2.50	2.00	0.80	1.25	0.64	1.28	1.00	0.190464161	0.07919233	0.07387089	0.08033393	0.383	0.120	0.80	1.00	0.687	4.800	1027.76	0.56	0.09	858.94
3.00	3.00	2.00	0.80	1.50	0.53	1.07	1.00	0.154006331	0.08263702	0.0545464	0.07574475	0.355	0.098	0.67	1.00	0.724	3.333	1027.76	0.45	0.06	733.00
3.20	3.20	2.00	0.80	1.60	0.50	1.00	1.00	0.141899134	0.08333333	0.04879985	0.07379181	0.344	0.091	0.63	1.00	0.735	2.930	1027.76	0.42	0.06	697.38
3.40	3.40	2.00	0.80	1.70	0.47	0.94	1.00	0.130989433	0.08372301	0.04388171	0.07183602	0.334	0.085	0.59	1.00	0.747	2.595	1027.76	0.39	0.05	665.06
3.60	3.60	2.00	0.80	1.80	0.44	0.89	1.00	0.121148896	0.08385299	0.039646	0.06990272	0.325	0.080	0.56	1.00	0.755	2.315	1027.76	0.36	0.04	639.68
3.80	3.80	2.00	0.80	1.90	0.42	0.84	1.00	0.112261603	0.08376442	0.03597632	0.06800906	0.316	0.075	0.53	1.00	0.764	2.078	1027.76	0.34	0.04	616.15
4.00	4.00	2.00	0.80	2.00	0.40</																

5.00	5.00	2.00	0.80	2.50	0.32	0.64	1.00	0.073870885	0.08033393	0.02167337	0.05787486	0.269	0.055	0.40	1.00	0.808	1.200	1027.76	0.23	0.02	519.68
5.50	5.50	2.00	0.80	2.75	0.29	0.58	1.00	0.063179571	0.07812464	0.01809789	0.0543164	0.253	0.049	0.36	1.00	0.826	0.992	1027.76	0.20	0.02	491.49
6.00	6.00	2.00	0.80	3.00	0.27	0.53	1.00	0.054546399	0.07574475	0.01532863	0.05111461	0.238	0.045	0.33	1.00	0.840	0.833	1027.76	0.18	0.02	469.79
6.50	6.50	2.00	0.80	3.25	0.25	0.49	1.00	0.047498934	0.07330197	0.01314289	0.04823196	0.226	0.041	0.31	1.00	0.850	0.710	1027.76	0.16	0.01	453.22
7.00	7.00	2.00	0.80	3.50	0.23	0.46	1.00	0.041686434	0.07086533	0.01138908	0.0456313	0.214	0.037	0.29	1.00	0.862	0.612	1027.76	0.14	0.01	437.76
7.50	7.50	2.00	0.80	3.75	0.21	0.43	1.00	0.036846126	0.06847806	0.00996141	0.04327847	0.203	0.035	0.27	1.00	0.869	0.533	1027.76	0.13	0.01	426.50
8.00	8.00	2.00	0.80	4.00	0.20	0.40	1.00	0.032779167	0.06616632	0.00878434	0.04114313	0.193	0.032	0.25	1.00	0.878	0.469	1027.76	0.11	0.01	415.55
8.50	8.50	2.00	0.80	4.25	0.19	0.38	1.00	0.029333544	0.06394496	0.00780287	0.03919882	0.185	0.030	0.24	1.00	0.882	0.415	1027.76	0.10	0.01	407.98
9.00	9.00	2.00	0.80	4.50	0.18	0.36	1.00	0.026391849	0.0618214	0.0069762	0.03742264	0.177	0.028	0.22	1.00	0.892	0.370	1027.76	0.09	0.01	398.47
9.50	9.50	2.00	0.80	4.75	0.17	0.34	1.00	0.023862498	0.05979822	0.00627358	0.03579485	0.169	0.027	0.21	1.00	0.897	0.332	1027.76	0.08	0.01	391.92
10.00	10.00	2.00	0.80	5.00	0.16	0.32	1.00	0.021673369	0.05787486	0.00567149	0.03429844	0.162	0.025	0.20	1.00	0.902	0.300	1027.76	0.08	0.01	385.92
1.00	1.00	2.50	0.30	0.50	0.60	1.20	1.00	0.177233382	0.08064846	0.06648701	0.07888679	0.373	0.112	2.50	1.00	0.518	30.000	1027.30	1.03	0.15	2920.64
1.50	1.50	2.50	0.30	0.75	0.40	0.80	1.00	0.10422362	0.08349304	0.03277917	0.06616632	0.307	0.071	1.67	1.00	0.591	13.333	1027.30	0.64	0.07	2074.05
1.80	1.80	2.50	0.30	0.90	0.33	0.67	1.00	0.078860268	0.0811353	0.02339948	0.05940562	0.276	0.057	1.39	1.00	0.615	9.259	1027.30	0.50	0.05	1848.09
2.00	2.00	2.50	0.30	1.00	0.30	0.60	1.00	0.066487007	0.07888679	0.01918639	0.05546115	0.258	0.051	1.25	1.00	0.628	7.500	1027.30	0.43	0.04	1741.41
2.50	2.50	2.50	0.30	1.25	0.24	0.48	1.00	0.045438736	0.07248651	0.01251628	0.0473355	0.221	0.040	1.00	0.00	0.650	4.800	1027.30	0.31	0.03	1568.35
3.00	3.00	2.50	0.30	1.50	0.20	0.40	1.00	0.032779167	0.06616632	0.00878434	0.04114313	0.193	0.032	0.83	1.00	0.687	3.333	1027.30	0.24	0.02	1415.59
3.20	3.20	2.50	0.30	1.60	0.19	0.38	1.00	0.029122888	0.06380029	0.00774333	0.03907541	0.184	0.030	0.78	1.00	0.698	2.930	1027.30	0.21	0.02	1372.92
3.40	3.40	2.50	0.30	1.70	0.18	0.35	1.00	0.026032527	0.06154583	0.00687593	0.03719743	0.176	0.028	0.74	1.00	0.707	2.595	1027.30	0.19	0.02	1337.98
3.60	3.60	2.50	0.30	1.80	0.17	0.33	1.00	0.023399477	0.05940562	0.00614577	0.03548556	0.168	0.026	0.69	1.00	0.718	2.315	1027.30	0.18	0.01	1302.40
3.80	3.80	2.50	0.30	1.90	0.16	0.32	1.00	0.021139457	0.05737854	0.00552549	0.03391966	0.160	0.025	0.66	1.00	0.724	2.078	1027.30	0.16	0.01	1278.39
4.00	4.00	2.50	0.30	2.00	0.15	0.30	1.00	0.019186391	0.05546115	0.00499419	0.03248252	0.154	0.024	0.63	1.00	0.731	1.875	1027.30	0.15	0.01	1254.51
4.20	4.20	2.50	0.30	2.10	0.14	0.29	1.00	0.017487965	0.05364686	0.0045357	0.03115939	0.148	0.022	0.60	1.00	0.738	1.701	1027.30	0.14	0.01	1232.29
4.40	4.40	2.50	0.30	2.20	0.14	0.27	1.00	0.01600239	0.05193564	0.00413735	0.02999376	0.142	0.021	0.57	1.00	0.748	1.550	1027.30	0.13	0.01	1206.65
4.60	4.60	2.50	0.30	2.30	0.13	0.26	1.00	0.014695991	0.05031627	0.00378909	0.02880622	0.137	0.020	0.54	1.00	0.759	1.418	1027.30	0.12	0.01	1180.99
4.80	4.80	2.50	0.30	2.40	0.13	0.25	1.00	0.013541416	0.04878478	0.0034829	0.02775581	0.132	0.019	0.52	1.00	0.766	1.302	1027.30	0.11	0.01	1162.84
5.00	5.00	2.50	0.30	2.50	0.12	0.24	1.00	0.012516279	0.0473355	0.00321227	0.02677813	0.127	0.019	0.50	1.00	0.773	1.200	1027.30	0.10	0.01	1145.66
5.50	5.50	2.50	0.30	2.75	0.11	0.22	1.00	0.010404622	0.04403716	0.00265887	0.02460728	0.117	0.017	0.45	1.00	0.790	0.992	1027.30	0.09	0.01	1106.98
6.00	6.00	2.50	0.30	3.00	0.10	0.20	1.00	0.008784343	0.04114313	0.00223682	0.02275853	0.109	0.015	0.42	1.00	0.801	0.833	1027.30	0.08	0.01	1080.44
6.50	6.50	2.50	0.30	3.25	0.09	0.18	1.00	0.007511811	0.03858912	0.00190768	0.02116586	0.101	0.014	0.38	1.00	0.817	0.710	1027.30	0.07	0.00	1050.00
7.00	7.00	2.50	0.30	3.50	0.09	0.17	1.00	0.006495579	0.03632207	0.00164609	0.01977997	0.095	0.013	0.36	1.00	0.826	0.612	1027.30	0.06	0.00	1030.79
7.50	7.50	2.50	0.30	3.75	0.08	0.16	1.00	0.005671491	0.03429844	0.00143477	0.01856332	0.089	0.012	0.33	1.00	0.840	0.533	1027.30	0.05	0.00	1007.06
8.00	8.00	2.50	0.30	4.00	0.08	0.15	1.00	0.004994192	0.03248252	0.00126164	0.01748689	0.084	0.011	0.31	1.00	0.850	0.469	1027.30	0.05	0.00	989.59
8.50	8.50	2.50	0.30	4.25	0.07	0.14	1.00	0.00443091	0.03084489	0.00111802	0.01652788	0.079	0.011	0.29	1.00	0.862	0.415	1027.30	0.04	0.00	970.98
9.00	9.00	2.50	0.30	4.50	0.07	0.13	1.00	0.003957505	0.02936123	0.00099758	0.01566816	0.075	0.010	0.28	1.00	0.874	0.370	1027.30	0.04	0.00	953.43
9.50	9.50	2.50	0.30	4.75	0.06	0.13	1.00	0.003555881	0.02801129	0.00089559	0.01489314	0.072	0.009	0.26	1.00	0.873	0.332	1027.30	0.03	0.00	950.77
10.00	10.00	2.50	0.30	5.00	0.06	0.12	1.00	0.003212266	0.02677813	0.00080847	0.01419093	0.068	0.009	0.25	1.00	0.878	0.300	1027.30	0.03	0.00	942.02
1.00	1.00	3.00	4.20	0.50	8.40	16.80	1.00	0.523294995	0.00944008	0.48601737	0.01868285	0.546	0.497	3.00	1.00	0.474	30.000	1173.38	1.20	0.55	2490.13
1.50	1.50	3.00	4.20	0.75	5.60	11.20	1.00	0.504558386	0.01409802	0.44975657	0.02754665	0.539	0.465	2.00	1.00	0.562	13.333	1173.38	0.94	0.41	1419.44
1.80	1.80	3.00	4.20	0.90	4.67	9.33	1.00	0.493406396	0.01685915	0.42866673	0.03261784	0.534	0.447	1.67	1.00	0.591	9.259	1173.38	0.82	0.34	1134.18
2.00	2.00	3.00	4.20	1.00	4.20	8.40	1.00	0.486017373	0.01868285	0.41493324	0.03587832	0.531	0.435	1.50	1.00	0.606	7.500	1173.38	0.75	0.31	1001.04
2.50	2.50	3.00	4.20	1.25	3.36	6.72	1.00	0.467731665	0.02317249	0.3818785	0.04356142	0.524	0.407	1.20	1.00	0.632	4.800	1173.38	0.62	0.24	778.71
3.00	3.00	3.00	4.20	1.50	2.80	5.60	1.00	0.449756575	0.02754665	0.35082573	0.05051921	0.517	0.380	1.00	1.00	0.650	3.333	1173.38	0.52	0.19	639.93
3.20	3.20	3.00	4.20	1.60	2.63	5.25	1.00	0.442664936	0.02925984	0.33899914	0.05308936	0.514	0.369	0.94	1.00	0.663	2.930	1173.38	0.50	0.18	591.53
3.40	3.40	3.00	4.20	1.70	2.47	4.94	1.00	0.43563405	0.03095057	0.32752082	0.05553596	0.511	0.359	0.88	1.00	0.676	2.595	1173.38	0.47	0.17	549.15
3.60	3.60	3.00	4.20	1.80	2.33	4.67	1.00	0.428666725	0.03261784	0.31639363	0.05785886	0.508	0.349	0.83	1.00	0.687	2.315	1173.38	0.4		

4.80	4.80	3.00	4.20	2.40	1.75	3.50	1.00	0.38833534	0.04208094	0.25695111	0.06927099	0.491	0.297	0.63	1.00	0.731	1.302	1173.38	0.35	0.11	374.58
5.00	5.00	3.00	4.20	2.50	1.68	3.36	1.00	0.381878497	0.04356142	0.24822693	0.07077446	0.488	0.289	0.60	1.00	0.738	1.200	1173.38	0.33	0.10	358.27
5.50	5.50	3.00	4.20	2.75	1.53	3.05	1.00	0.366091089	0.04713425	0.22780422	0.07408025	0.481	0.270	0.55	1.00	0.755	0.992	1173.38	0.31	0.09	323.08
6.00	6.00	3.00	4.20	3.00	1.40	2.80	1.00	0.350825729	0.05051921	0.20925898	0.07678688	0.474	0.253	0.50	1.00	0.773	0.833	1173.38	0.28	0.08	293.56
6.50	6.50	3.00	4.20	3.25	1.29	2.58	1.00	0.336096764	0.05371261	0.19245035	0.07895593	0.467	0.238	0.46	1.00	0.787	0.710	1173.38	0.26	0.07	270.14
7.00	7.00	3.00	4.20	3.50	1.20	2.40	1.00	0.321913233	0.05671285	0.17723338	0.08064846	0.460	0.223	0.43	1.00	0.797	0.612	1173.38	0.24	0.06	251.41
7.50	7.50	3.00	4.20	3.75	1.12	2.24	1.00	0.308279334	0.05952018	0.16346494	0.08192281	0.453	0.210	0.40	1.00	0.808	0.533	1173.38	0.23	0.05	234.94
8.00	8.00	3.00	4.20	4.00	1.05	2.10	1.00	0.295194926	0.06213651	0.15100775	0.08283334	0.446	0.198	0.38	1.00	0.817	0.469	1173.38	0.21	0.05	221.12
8.50	8.50	3.00	4.20	4.25	0.99	1.98	1.00	0.282656059	0.06456513	0.13973287	0.08342968	0.439	0.187	0.35	1.00	0.831	0.415	1173.38	0.20	0.04	207.70
9.00	9.00	3.00	4.20	4.50	0.93	1.87	1.00	0.270655495	0.06681055	0.12952102	0.08375646	0.433	0.177	0.33	1.00	0.840	0.370	1173.38	0.19	0.04	196.99
9.50	9.50	3.00	4.20	4.75	0.88	1.77	1.00	0.259183221	0.06887824	0.12026314	0.08385337	0.426	0.168	0.32	1.00	0.847	0.332	1173.38	0.18	0.03	187.88
10.00	10.00	3.00	4.20	5.00	0.84	1.68	1.00	0.248226929	0.07077446	0.11186036	0.08375538	0.420	0.160	0.30	1.00	0.855	0.300	1173.38	0.17	0.03	179.49

Los asentamientos calculados se consideran valores aceptables de deformación, por lo que la estructura tendrá un comportamiento adecuado en el estado límite de servicio.

---

## 6.\_CONCLUSIONES:

De acuerdo con la exploración realizada en campo, ensayos realizados en el laboratorio y al análisis efectuado se concluye con lo siguiente.

Sitio 179375 Llanetes, San Mateo, Municipio de Valparaíso, Zacatecas.  
Coordenadas: Latitud 22.893848 N, Longitud -103.484268 W.

La zonificación geotécnica y sísmica de acuerdo con el programa PRODISIS de CFE 2015, el sitio en estudio se ubica en la Zona A Firme, El coficiente sismico de diseño obtenido de **0.180** para estructuras del grupo A.

Los trabajos realizados de exploración y muestreo fue un sondeo de penetración estándar a 10.00 m. de profundidad, para obtener diferentes muestras del suelo del sitio, predominando materiales granulares (arenas con gravas) que fueron envueltas en un material impermeable y colocados en un recipiente para su traslado al laboratorio y posteriormente la realización de las pruebas correspondientes.

Los estratos encontrados en el sitio se describen a continuación:

De acuerdo con la exploración física realizada, se presentan las estratigrafías del ensaye SPT.

De 0.00 a 0.70. De profundidad se presenta Material constituido por una Capa de material de origen vegetal arenoso en estado suelto y poca humedad, en color negro de textura arenosa, tonalidad opaca, peso específico 2.07 ton/m<sup>3</sup>, contenido de humedad de 5.33 % con un numero de golpes promedio de 22 golpes, angulo de ficción obtenido de 33°.

De 0.70 a 1.10. De profundidad se presenta Material de origen aluvial – transportado, que consta de una arena limosa SM, con boleos de roca de canto rodado, partículas duras de baja plasticidad, Color cafe, de tonalidad obscura, en estado compacto y duro, peso específico 2.12 ton/m<sup>3</sup>, contenido de humedad de 4.51 % con un numero de golpes promedio de 28 golpes, angulo de ficción obtenido de 34°.

De 1.10 a 1.40. De profundidad se presenta Material constituido por Arena mal graduada SP de color café, tonalidad obscura partículas de grano medio a fino, en estado compacto, con un 25.00% de gravas, 74.38 % de arenas y 0.63 % de finos, partículas de baja plasticidad, partículas redondeadas, peso específico 2.07 ton/m<sup>3</sup>, contenido de humedad de 5.55 % con un numero de golpes promedio de 30 golpes, angulo de ficción obtenido de 34°, densidad de solidos de 2.51.

De 1.40 a 2.80. De profundidad se presenta Material constituido por una Arena limosa inorgánica, con un 8.73 % de gravas, 89.50 % de arenas y 1.82 % de finos, partículas de baja a mediana plasticidad, Color cafe, de tonalidad obscura, en estado compacto y humedo, partículas de baja plasticidad, peso específico 1.98 ton/m<sup>3</sup>, contenido de humedad de 4.60 % con un numero de golpes promedio de 34 golpes, angulo de fricción obtenido de 34°, densidad de solidos de 2.56, de baja a media de resistencia en estado seco. El material fino es clasificado como limo inorgánico polvo de roca ML, Limite liquido de 19.24 %, Limite Plastico de 16.23 % y un índice de plasticidad de 3.01 %.

De 2.80 a 7.20. De profundidad se presenta Material constituido por una Grava bien graduada GW, con un 67.01 % de gravas, 32.53 % de arenas y 0.46 % de finos, partículas de baja plasticidad, Color cafe, de tonalidad opaca, en estado muy compacto y seco, con pequeñas quedadas por el acomodo de las partículas, peso específico 2.16 ton/m<sup>3</sup>, contenido de humedad de 4.85 % con un numero de golpes promedio de 41 golpes, angulo de fricción obtenido de 35°, densidad de solidos de 2.44.

De 7.20 a 10.00. De profundidad se presenta Material rocoso y boleo con gravas y arenas en estado compacto, densidad alta, las rocas clasificadas como una andesita- riolita con partículas finas de limos inorgánicos, en estado compacto, de color café a color beige con peso específico de 2.35 ton/m<sup>3</sup>, contenido de humedad de 5.01%, numero de golpes promedio de 48 y angulo de fricción de 36°.

No se detectó nivel de aguas freáticas durante los trabajos de exploración y muestreo a una profundidad.

Se ejecuto el sondeo a la profundidad de 10.00 m respectivamente, no continuando a mayor profundidad por encontrarse con un estrato muy resistente (mas de 50 golpes SPT), que imposibilita este tipo de exploración.

Se desarrollaron pruebas índices, mecánicas y correlación de número de golpes para obtener parámetros mecánicos empíricos con el fin de conocer el comportamiento mecánico y propiedades físicas.

Se determinaron los parámetros de resistencia y propiedades elásticas del suelo a partir de estos resultados, podemos obtener la capacidad de carga última y admisible, además de los asentamientos elásticos que se darán con respecto del tiempo.

Se somete a revisión y análisis por el estado límite de falla estática de la roca de desplante, obteniendo resultados de capacidad de carga con un factor de seguridad

---

de 3, dando como resultado valores aceptables para una zapata de acuerdo con geometría, profundidad y factores dados por los parámetros mecánicos del suelo, estando en lo especificado de las NTC del RCDF.

Se obtiene diagrama de esfuerzos horizontales del análisis de empujes de tierra en estado activo mostrado en la sección 5.1.

También obtenemos los parámetros de la teoría elástica aplicada al material para calcular los asentamientos instantáneos respecto a la carga obteniendo posibles asentamientos con referencia a las tablas de asentamientos mencionadas en la sección 5.2, con valores admisibles estando dentro del límite permisible que establecen las Normas Técnicas Complementarias de Cimentaciones del RCDF.

Todas las pruebas realizadas en laboratorio se rigen por las normas ASTM vigentes.

---

## 7.\_RECOMENDACIONES:

- a) De acuerdo con lo anterior, la cimentación del sitio de la torre se podrá resolver mediante un sistema de zapata de cimentación integrada por dados, a una profundidad mínima de 1.00 m. refiriendo al nivel del terreno natural existente en sitio.
- b) Las dimensiones y geometría propuestas se deberán de sujetarse a la revisión del proyectista de la estructura.
- c) Deberá seguirse el procedimiento constructivo para la construcción de las cimentaciones y mejoramiento del terreno o construcción de la plataforma.
- d) Por ningún motivo, las cimentaciones de las diferentes estructuras podrán desplantarse en estratos blandos, rellenos sueltos o de desperdicio o con apreciable contenido de materia orgánica, de presentarse deberá retirarse por completo y colocarse en su lugar un material volumétricamente inerte procedente de banco y compactado en capas no mayores a 30 cm y cuando menos al 95% de su peso volumétrico seco máximo obtenido de una prueba de compactación Proctor estándar.

De los datos obtenidos de las pruebas de compactación se obtendrán los parámetros de la resistencia al corte del cuerpo del terraplén que deberán cumplir con un ángulo de fricción interna mínimo de 30°

- e) Para cualquiera de los casos de cimentación, para el desplante de las losas se deberá colocar una plantilla de concreto pobre  $f'c= 150 \text{ Kg/cm}^2$  de 5 cm de espesor, sobre la cual se apoyarán las cimentaciones; lo anterior a fin evitar la contaminación del concreto estructural con partículas del suelo de apoyo. Posteriormente se iniciará con la colocación y armado del acero de refuerzo previamente habilitado.
- f) Las excavaciones que alojarán las estructuras y su cimentación podrán realizarse por medios mecánicos a excepción de los últimos 15 cm, los cuales se removerán manualmente para evitar el remoldeo del material de la superficie de desplante.
- g) En caso de que los trabajos de excavación se efectúen durante temporada de lluvias, o cuando el material de los cortes refleje cualquier evidencia de inestabilidad local, el material expuesto de los mismos se protegerá contra la intemperie mediante la colocación de un repellado de concreto pobre de 2 cm de espesor reforzado con malla de gallinero hexagonal.

- h) Se recomienda colocar un material que sirva como filtro y además también como un mejoramiento de suelo en la zona de excavación y así evitar asentamientos diferenciales por la saturación del suelo rebasando límite líquido.
- i) La cepa de cimentación deberá quedar abierta el menor tiempo posible (15 días) evitando así, el intemperismo de los taludes y su pérdida de estabilidad.
- j) Procedimientos que impiden la entrada del agua del sitio de la excavación, interceptándola mediante pantallas impermeables que rodean al sitio de la construcción y en ocasiones forman también un fondo impermeable cuando no existen en forma natural estratos impermeables que impidan la filtración por el fondo, esto mediante una pantalla de lechada bentónica o membranas geotextil.
- k) Por ningún motivo el talud de excavación debe estar menor a  $45^\circ$  respecto a la horizontal y la excavación en el área de talud se recomienda hacerlo mediante medios manuales e ir a la par con repellado de concreto con malla electrosoldada y anclada al talud del terreno.
- l) En suelos friccionantes como son las arenas se puede presentar un fenómeno denominado licuación, este fenómeno se presenta cuando se incrementa la resistencia al esfuerzo cortante temporal o definitivo, presentándose en arenas sueltas o arenas muy saturadas de baja compacidad, para evitar este tipo de fenómenos se deben seguir el tratamiento necesario al suelo de tipo friccionante como son la inyección para impermeabilización del suelo o el reemplazo del material con relleno compactado.
- m) El buen funcionamiento de la cimentación recomendada dependerá de que se cumpla con los requisitos indicados en el procedimiento constructivo, tomando en cuenta que no debe existir alteración, por descuido del contacto de losa de fondo con el suelo de apoyo.

---

## 8.\_REFERENCIA:

- 1.\_ Mecánica de suelos Tomo I, Eulalio Juárez Badillo, Editorial Limosa.
2. \_ Foundation, Analysis and Design, Joseph E. Bowles. Third Edition, Mc Graw Hill.
- 3.\_ Principios de Ingeniería de Cimentaciones, Braja M. Das, Quinta Edición
- 4.\_ Programa Municipal de Desarrollo Valparaíso, Zacatecas.
- 5.\_ Prontuario del INEGI del Municipio de Valparaíso, Zacatecas.
- 6.\_Normas Técnicas Complementarias Cimentaciones (RCDF 2017)
- 7.\_COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD “Manual de Diseño de Obras Civiles, Geotecnia”, Libro B.1.3. Instituto de Investigaciones Eléctricas.
- 8.\_Software de CFE Prodisis.
- 9.\_American Society for Testing and Materials (Soil)
- 10.\_Google Earth

## 9.\_ ANEXOS:

### 9.1.\_Ensayos de Laboratorio.

**OBRA:** Sitio 179375 Llanetes.

**Ubicación:** Región 6, San Mateo, Municipio de Valparaíso, Zacatecas. Coordenadas: Latitud 22.893848 N, Longitud -103.48268 W.

**SONDEO:** SPT-1 ENSAYE:

**MUESTRA:** PROF: 10.00 mts.

**DESCRIPCIÓN:** Penetración Estándar

**FECHA:** 5 de Marzo del 2021

**ELABORO:** Daniel Vargas Colin

## PESO VOLUMÉTRICO NATURAL O PESO ESPECÍFICO POR NORMA ASTMC-127

SPT-1	PROFUNDIDAD	Wm -1	Wmp -2	Wmps -3	Vmp -4 (2) - (3)	Wp -5 (2) - (1)	Vp = $\frac{wp}{0.97}$ -6	Vm -7 (4) - (6)	$\gamma_m = \frac{wm}{Vm}$ -8
#	m	gr	gr	gr	cm³	gr	cm³	cm³	Ton/ m³
A	0.00 - 0.60	17.48	17.98	9.00	8.98	0.50	0.52	8.46	2.07
B	0.60 - 1.20	21.40	22.02	11.30	10.72	0.62	0.64	10.08	2.12
C	1.20 - 1.80	51.29	52.11	26.53	25.58	0.82	0.85	24.73	2.07
D	1.80 - 2.40	51.10	51.91	26.62	25.29	0.81	0.84	24.45	2.09
E	2.40 - 3.00	49.78	51.03	23.17	27.86	1.25	1.29	26.57	1.87
F	3.00 - 3.60	16.46	17.02	8.85	8.17	0.56	0.58	7.59	2.17
G	3.60 - 4.20	25.23	26.00	13.40	12.60	0.77	0.79	11.81	2.14
H	4.20 - 4.80	10.82	11.30	5.80	5.50	0.48	0.49	5.01	2.16
I	4.80 - 5.40	24.16	24.74	12.88	11.86	0.58	0.60	11.26	2.15
J	5.40 - 6.00	24.23	25.14	12.96	12.18	0.91	0.94	11.24	2.16
K	6.00 - 6.60	23.10	24.14	12.44	11.70	1.04	1.07	10.62	2.17
L	6.60 - 7.20	19.76	20.85	10.75	10.10	1.09	1.12	8.98	2.20
M	7.20 - 7.50	18.91	20.03	10.83	9.20	1.12	1.15	8.05	2.35
N	7.80 - 8.40	18.46	19.51	10.60	8.91	1.05	1.08	7.82	2.36
Ñ	8.40 - 9.00	20.37	21.48	11.67	9.81	1.11	1.14	8.66	2.35
O	9.00 - 9.60	17.85	18.89	10.27	8.62	1.04	1.07	7.55	2.36
P	9.60 - 10.00	20.93	21.96	11.93	10.03	1.03	1.06	8.96	2.34

Wm: PESO DE LA MUESTRA

Vp: VOLUMEN DE LA PARAFINA

Wmp: PESO DE LA MUESTRA CON PARAFINA

Vm: VOLUMEN DE LA MUESTRA

Wmps: PESO DE LA MUESTRA CON PARAFINA SUMERGIDA EN AGUA

$\gamma_m$ : PESO VOLUMETRICO

Vmp: VOLUMEN DE LA MUESTRA CON PARAFINA

$\gamma_d$ : PESO VOLUMETRICO SECO

Wp: PESO DE LA PARAFINA

**OBSERVACIONES:** Ninguna.

**OBRA:** Sitio 179375 Llanetes.

**Ubicación:** Región 6, San Mateo, Municipio de Valparaíso, Zacatecas. Coordenadas: Latitud 22.893848 N, Longitud -103.484268 W.

**SONDEO:** SPT-1 ENSAYE:

**MUESTRA:** PROF: 10.00 mts.

**DESCRIPCIÓN:** Penetración Estándar

**FECHA:** 5 de Marzo del 2021

**ELABORO:** Daniel Vargas Colin

## CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD

### POR NORMA ASTMD-2216

MUESTRA Nº SPT-1	CAPSULA		Wtm (gr) -2	Wts (gr) -3	Ww (gr) -4 (2) – (3)	Ws (gr) -5 (3) – (1)	CONTENIDO DE HUMEDAD %
	Nº	Wt (gr)					
A	17	14.46	51.40	49.53	1.87	35.07	5.33%
B	116	14.25	67.60	65.30	2.30	51.05	4.51%
C	13	14.37	65.32	62.64	2.68	48.27	5.55%
D	5	14.49	65.88	63.65	2.23	49.16	4.54%
E	26	13.20	57.60	55.62	1.98	42.42	4.67%
F	41	13.13	57.87	56.04	1.83	42.91	4.26%
G	92	14.36	76.78	73.66	3.12	59.30	5.26%
H	800	13.16	78.95	75.71	3.24	62.55	5.18%
I	132	13.06	66.80	64.07	2.73	51.01	5.35%
J	16	13.17	60.72	58.60	2.12	45.43	4.67%
K	22	13.16	40.45	39.27	1.18	26.11	4.51%
L	58	14.28	40.13	38.96	1.17	24.68	4.74%
M	92	14.37	35.48	34.48	1.00	20.11	4.97%
N	1	14.07	34.87	33.89	0.98	19.82	4.96%
Ñ	104	14.60	34.95	33.97	0.98	19.37	5.09%
O	44	13.10	37.05	36.01	1.04	22.91	4.56%
P	116	13.20	28.89	28.08	0.81	14.88	5.47%

**Wt:** PESO DE LA TARA O CAPSULA

**Wtm:** PESO DE LA TARA CON MUESTRA EN SU ESTADO NATURAL

**Wts:** PESO DE LA TARA CON MUESTRA EN SU ESTADO SECO

**Ww:** PESO DEL AGUA

**Ws:** PESO DE LA MUESTRA EN ESTADO SECO

**W%:** CONTENIDO DE HUMEDAD

$$W\% = \frac{(Ww)}{(Ws)} * 100$$

**OBSERVACIONES:** Ninguna.

**DENSIDAD DE SOLIDOS  
O  
PESO RELATIVO ESPECÍFICO  
POR NORMA ASTMD 854**

**OBRA:** Sitio 179375 Llanetes.  
**Ubicación:** Región 6, San Mateo, Municipio de Valparaíso, Zacatecas. Coordenadas: Latitud 22.893848 N, Longitud -103.484268 W.  
**SONDEO:** SPT-1 ENSAYE:  
**MUESTRA:** PROF: 10.00 mts.  
**DESCRIPCIÓN:** Penetración Estándar  
**FECHA:** 5 de Marzo del 2021  
**ELABORO:** Daniel Vargas Colin

Densidad de Sólidos SPT-1							
Nº de Prueba	Wm	Wms	Ws	Wmsfs	T°	Wmwf	Ss
	gr	gr	gr	gr	(°C)	gr	
A	196.80	254.32	57.52	724.58	41.00	690.00	2.51
B	182.00	276.54	94.54	736.55	40.00	679.00	2.56
C	196.80	265.87	69.07	730.81	41.00	690.00	2.44

Wmw: PESO DEL MATRAZ CON AGUA

Wmws: PESO DEL MATRAZ CON AGUA Y SUELO Ws: PESO DE EL SUELO

Wmwsf: PESO DEL MATRAZ AFORADO CON AGUA Y SUELO t°: TEMPERATURA

Wmwf: PESO DEL MATRAZ AFORADO CON AGUA Ss: DENSIDAD DE SOLIDOS

$$Ss = \frac{Ws}{Ws + Wmwf - Wmws}$$

**OBSERVACIONES:** Ninguna

**OBRA:** Sitio 179375 Llanetes.

**Ubicación:** Región 6, San Mateo, Municipio de Valparaíso, Zacatecas. Coordenadas: Latitud 22.893848 N, Longitud -103.484268 W.

**SONDEO:** SPT-1 ENSAYE:

**MUESTRA:** PROF: 1.40 a 2.80 mts.

**DESCRIPCIÓN:** Penetración Estándar

**FECHA:** 5 de Marzo del 2021

**ELABORO:** Daniel Vargas Colin

## LIMITES DE CONSISTENCIA

### POR NORMA ASTM D-4318

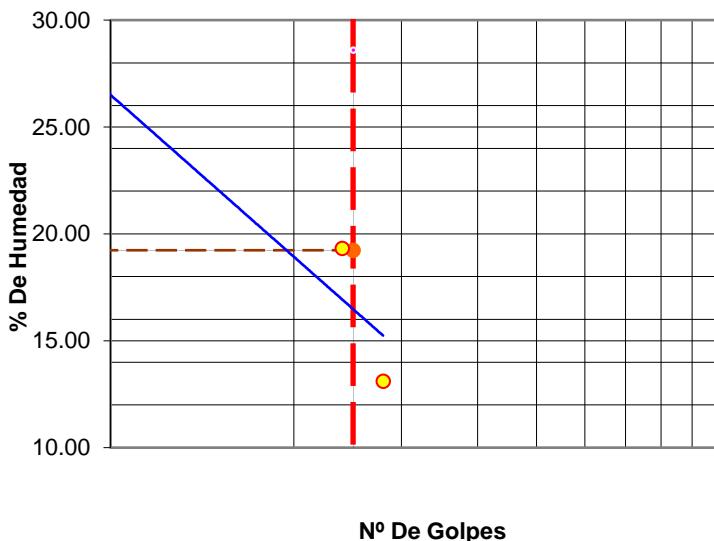
#### LIMITE LÍQUIDO:

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	13.20	14.20	13.20
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	38.42	35.25	31.58
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	32.58	31.84	29.45
PESO DEL AGUA grs	5.84	3.41	2.13
PESO DEL SUELO SECO grs	19.38	17.64	16.25
% DE HUMEDAD	30.13	19.33	13.11
NUMERO DE GOLPES	7	24	28

#### LIMITE PLÁSTICO:

LATA	1	2
PESO DE LATA grs	13.20	13.24
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	15.24	15.42
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	15.00	15.07
PESO DEL AGUA grs	0.24	0.35
PESO DEL SUELO SECO grs	1.80	1.83
% DE HUMEDAD	13.33	19.13
% PROMEDIO		16.23

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



Límite Líquido (%)	19.24
Límite Plástico (%)	16.23
Indice de Plasticidad Ip (%)	3.01
Clasificación SUCS	ML

**CLASIFICACIÓN:** Limo inorgánico, color café, tonalidad oscura, polvo de rocas, de baja plasticidad, de resistencia en estado seco de nula a baja. (ML)

**OBRA:** Sitio 179375 Llanetes.

**Ubicación:** Región 6, San Mateo, Municipio de Valparaíso, Zacatecas. Coordenadas: Latitud 22.893848 N, Longitud -103.484268 W.

**SONDEO:** SPT-1 ENSAYE:

**MUESTRA:** PROF: 1.10 1.40 mts.

**DESCRIPCIÓN:** Penetración Estándar

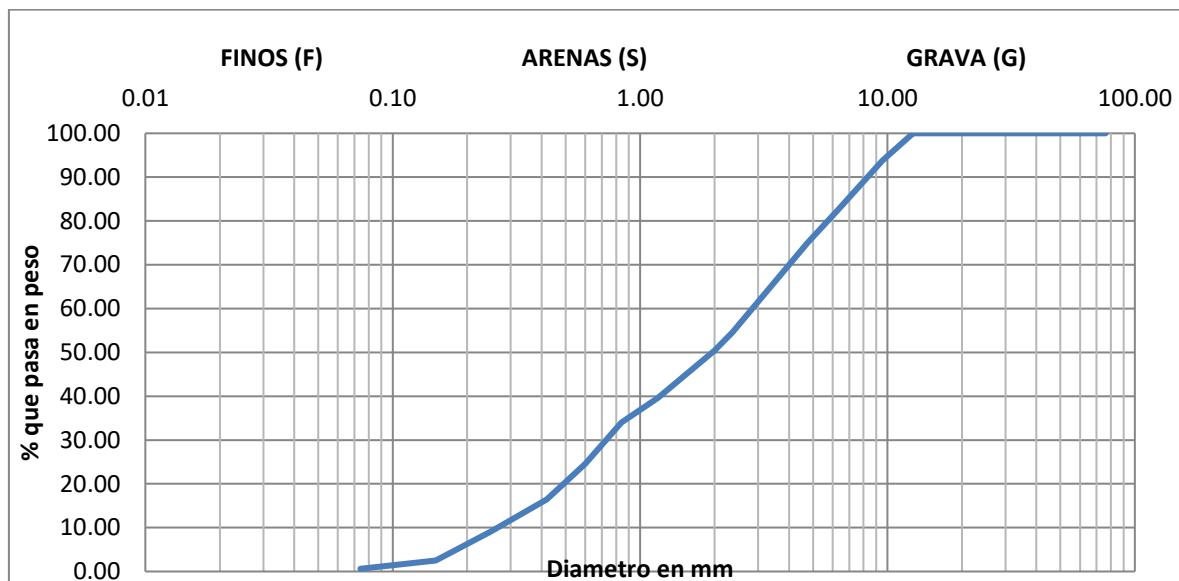
**FECHA:** 5 de Marzo del 2021

**ELABORO:** Daniel Vargas Colin

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

### POR NORMA ASTMD-422

Malla	Abertura	Peso Suelo Retenido	Porciento Retenido	Porciento que Pasa	Malla	Abertura	Peso Suelo Retenido	Porciento Retenido	Porciento que Pasa
N°	mm	gr	%	%	N°	mm	Gr	%	%
3"	76.20	0.00	0.00	100.00	8	2.360	196.00	20.42	54.58
2"	50.80	0.00	0.00	100.00	10	2.000	40.00	4.17	50.42
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	100.00	16	1.180	104.00	10.83	39.58
1"	25.40	0.00	0.00	100.00	20	0.840	54.00	5.63	33.96
3/4"	19.05	0.00	0.00	100.00	30	0.600	90.00	9.38	24.58
1/2"	12.70	0.00	0.00	100.00	40	0.420	78.00	8.13	16.46
3/8"	9.52	60.00	6.25	93.75	50	0.300	0.00	0.00	16.46
1/4"	6.35	106.00	11.04	82.71	60	0.250	70.00	7.29	9.17
N° 4	4.75	74.00	7.71	75.00	100	0.149	64.00	6.67	2.50
Pasa N°4		720.00	75.00		200	0.074	18.00	1.88	0.62
Suma		960.00			Pasa 200		6.00	0.63	0.00



$$D_{10} = 0.280$$

$$C_U = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 10.357$$

$$\%G = 25.00 \%$$

$$D_{30} = 0.710$$

$$C_C = \frac{D_{30}^2}{D_{10} * D_{60}} = 0.621$$

$$\%S = 74.38 \%$$

$$D_{60} = 2.900$$

$$\%F = 0.63 \%$$

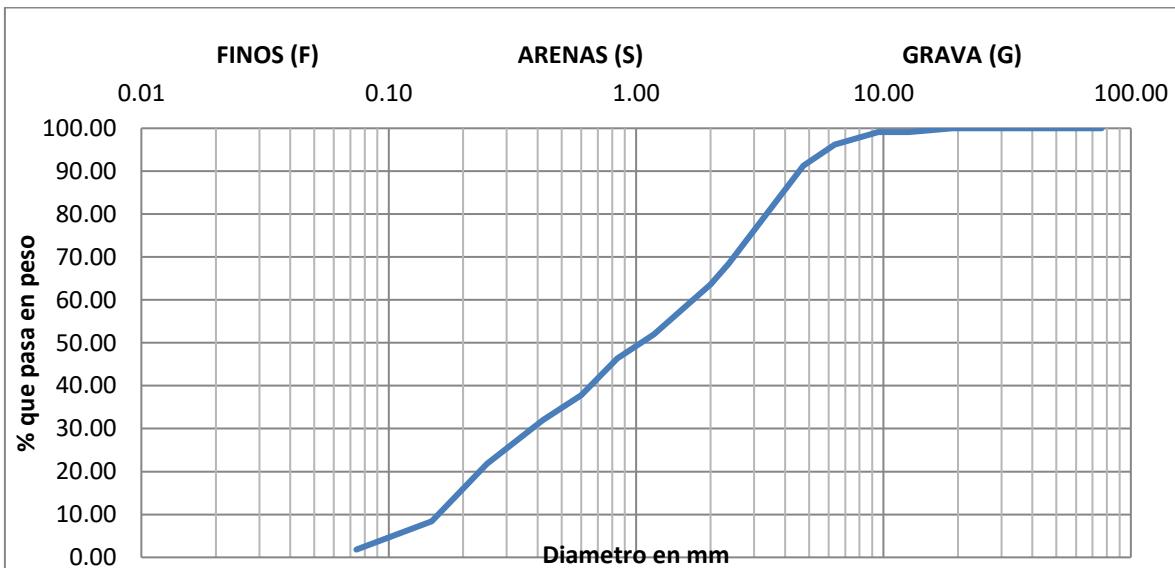
**CLASIFICACIÓN DE SUELO:** Arena mal graduada SP con un 25.00 % de gravas, 74.38 % de arenas y 0.63 % de finos partículas de baja plasticidad, Color cafe de tonalidad obscura, en estado compacto y seco, partículas redondeadas.

**OBRA:** Sitio 179375 Llanetes.  
**Ubicación:** Región 6, San Mateo, Municipio de Valparaíso, Zacatecas. Coordenadas: Latitud 22.893848 N, Longitud -103.484268 W.  
**SONDEO:** SPT-1 ENSAYE:  
**MUESTRA:** PROF: 1.40 a 2.80 mts.  
**DESCRIPCIÓN:** Penetración Estándar  
**FECHA:** 5 de Marzo del 2021  
**ELABORO:** Daniel Vargas Colin

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

### POR NORMA ASTMD-422

Malla	Abertura	Peso Suelo Retenido	Porciento Retenido	Porciento que Pasa	Malla	Abertura	Peso Suelo Retenido	Porciento Retenido	Porciento que Pasa
N°	mm	gr	%	%	N°	mm	Gr	%	%
3"	76.20	0.00	0.00	100.00	8	2.360	126.00	22.91	68.36
2"	50.80	0.00	0.00	100.00	10	2.000	26.00	4.73	63.64
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	100.00	16	1.180	64.00	11.64	52.00
1"	25.40	0.00	0.00	100.00	20	0.840	31.00	5.64	46.36
3/4"	19.05	0.00	0.00	100.00	30	0.600	47.00	8.55	37.82
1/2"	12.70	5.00	0.91	99.09	40	0.420	32.00	5.82	32.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	99.09	50	0.300	0.00	0.00	32.00
1/4"	6.35	16.00	2.91	96.18	60	0.250	56.00	10.18	21.82
N° 4	4.75	27.00	4.91	91.27	100	0.149	74.00	13.45	8.36
Pasa N°4		502.00	91.27		200	0.074	36.00	6.55	1.82
Suma		<b>550.00</b>			Pasa 200		10.00	1.82	0.00



$$D_{10} = 0.160$$

$$C_U = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 10.625$$

$$\%G = 8.73 \%$$

$$D_{30} = 0.380$$

$$C_C = \frac{D_{30}^2}{D_{10} * D_{60}} = 0.531$$

$$\%S = 89.45 \%$$

$$D_{60} = 1.700$$

$$\%F = 1.82 \%$$

**CLASIFICACIÓN DE SUELO:** Arena limosa SM con un 8.73 % de gravas, 89.5 % de arenas y 1.82 % de finos partículas de baja plasticidad, Color cafe de tonalidad obscura, en estado compacto, partículas arenosas.

**OBRA:** Sitio 179375 Llanetes.

**Ubicación:** Región 6, San Mateo, Municipio de Valparaíso, Zacatecas. Coordenadas: Latitud 22.893848 N, Longitud -103.484268 W.

**SONDEO:** SPT-1 ENSAYE:

**MUESTRA:** PROF: 2.80 a 7.20 mts.

**DESCRIPCIÓN:** Penetración Estándar

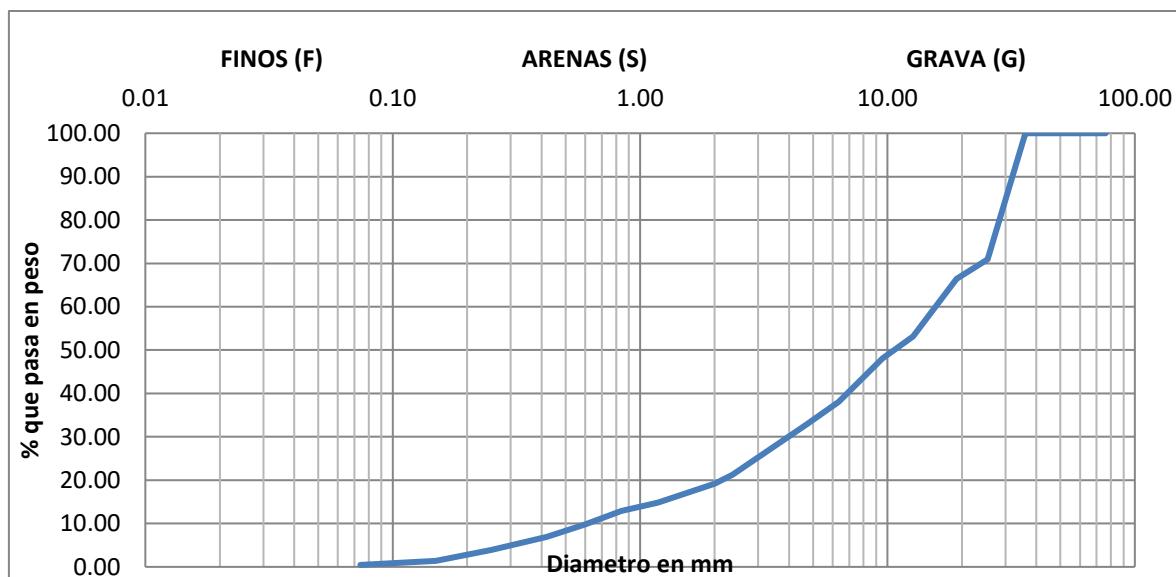
**FECHA:** 5 de Marzo del 2021

**ELABORO:** Daniel Vargas Colin

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

### POR NORMA ASTMD-422

Malla	Abertura	Peso Suelo Retenido	Porciento Retenido	Porciento que Pasa	Malla	Abertura	Peso Suelo Retenido	Porciento Retenido	Porciento que Pasa
N°	mm	gr	%	%	N°	mm	Gr	%	%
3"	76.20	0.00	0.00	100.00	8	2.360	204.00	11.72	21.26
2"	50.80	0.00	0.00	100.00	10	2.000	36.00	2.07	19.20
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	100.00	16	1.180	76.00	4.37	14.83
1"	25.40	506.00	29.08	70.92	20	0.840	34.00	1.95	12.87
3/4"	19.05	78.00	4.48	66.44	30	0.600	54.00	3.10	9.77
1/2"	12.70	232.00	13.33	53.10	40	0.420	50.00	2.87	6.90
3/8"	9.52	88.00	5.06	48.05	50	0.300	0.00	0.00	6.90
1/4"	6.35	174.00	10.00	38.05	60	0.250	52.00	2.99	3.91
N° 4	4.75	88.00	5.06	32.99	100	0.149	44.00	2.53	1.38
Pasa N°4		574.00	32.99		200	0.074	16.00	0.92	0.46
Suma		<b>1740.00</b>			Pasa 200		8.00	0.46	0.00



$$D_{10} = 0.600$$

$$C_U = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 26.667$$

$$\%G = 67.01 \%$$

$$D_{30} = 4.000$$

$$C_C = \frac{D_{30}^2}{D_{10} * D_{60}} = 1.667$$

$$\%S = 32.53 \%$$

$$D_{60} = 16.00$$

$$\%F = 0.46 \%$$

**CLASIFICACIÓN DE SUELO:** Grava bien graduada GW con un 67.01 % de gravas, 32.53 % de arenas y 0.46 % de finos partículas de baja plasticidad, Color cafe de tonalidad obscura, en estado compacto, partículas redondeadas con poco o nada de finos.

## 9.2.\_ Reporte Fotográfico



Vista General de Acceso al sitio 179375 Llanetes.



Ubicación de equipo para ensaye SPT.



Desarrollo de trabajos de Mecánica de Suelos.



Sondeo de Penetración Estándar.



**Recuperación de muestras.**



**Recolección de muestras en tubo partido.**



**Muestras en tubo partido.**



**Muestras en tubo partido.**



**Muestras en tubo partido.**



**Muestras en tubo partido.**



**Barreno de perforación.**



**Vista General al término de los trabajos de Exploración y muestreo.**