

Informe Preliminar 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._ ANEXOS

5.1_ 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 Arriosteada.

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 km², 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. Allfuentes: 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, amterial 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:

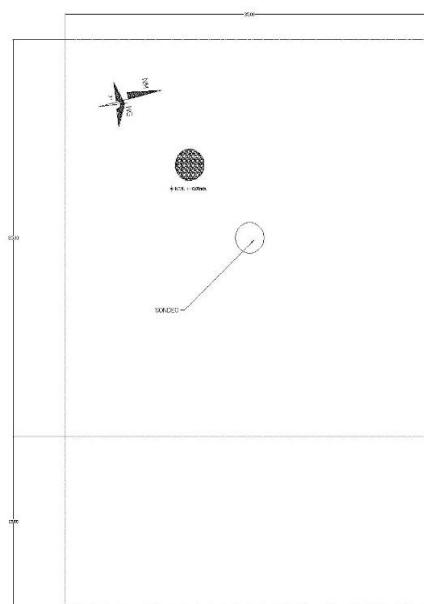
2.1. Ubicación y Plano Topográfico

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.



Ubicación de Sondeo.



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

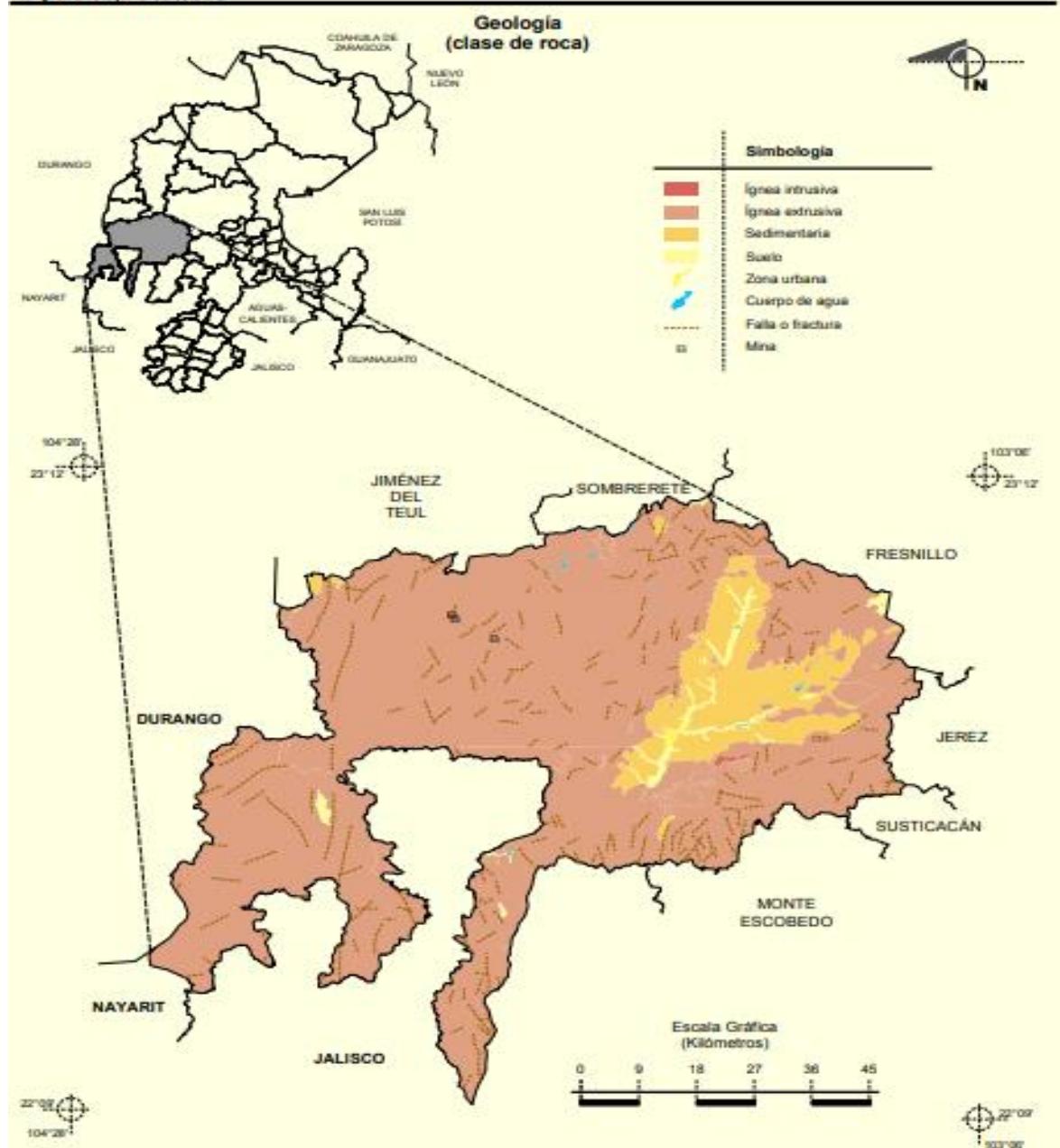


Croquis de localización, Fuente de Información: Obtenida de Google Earth.

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 Ígnea 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%) Ígnea intrusiva: pórfido andesítico (0.1%)

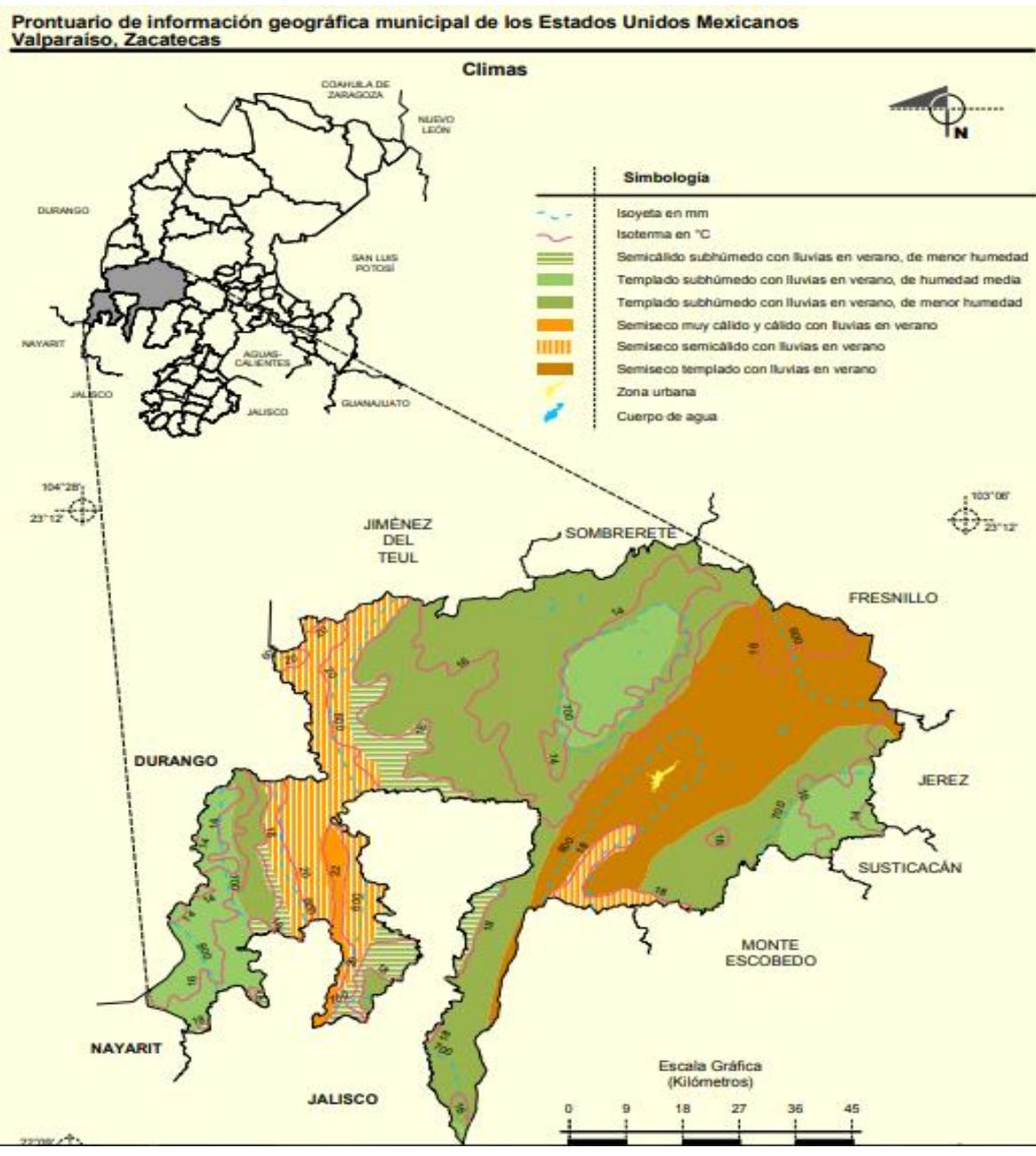
**Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos
Valparaíso, Zacatecas**



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

2.3. _Clima:

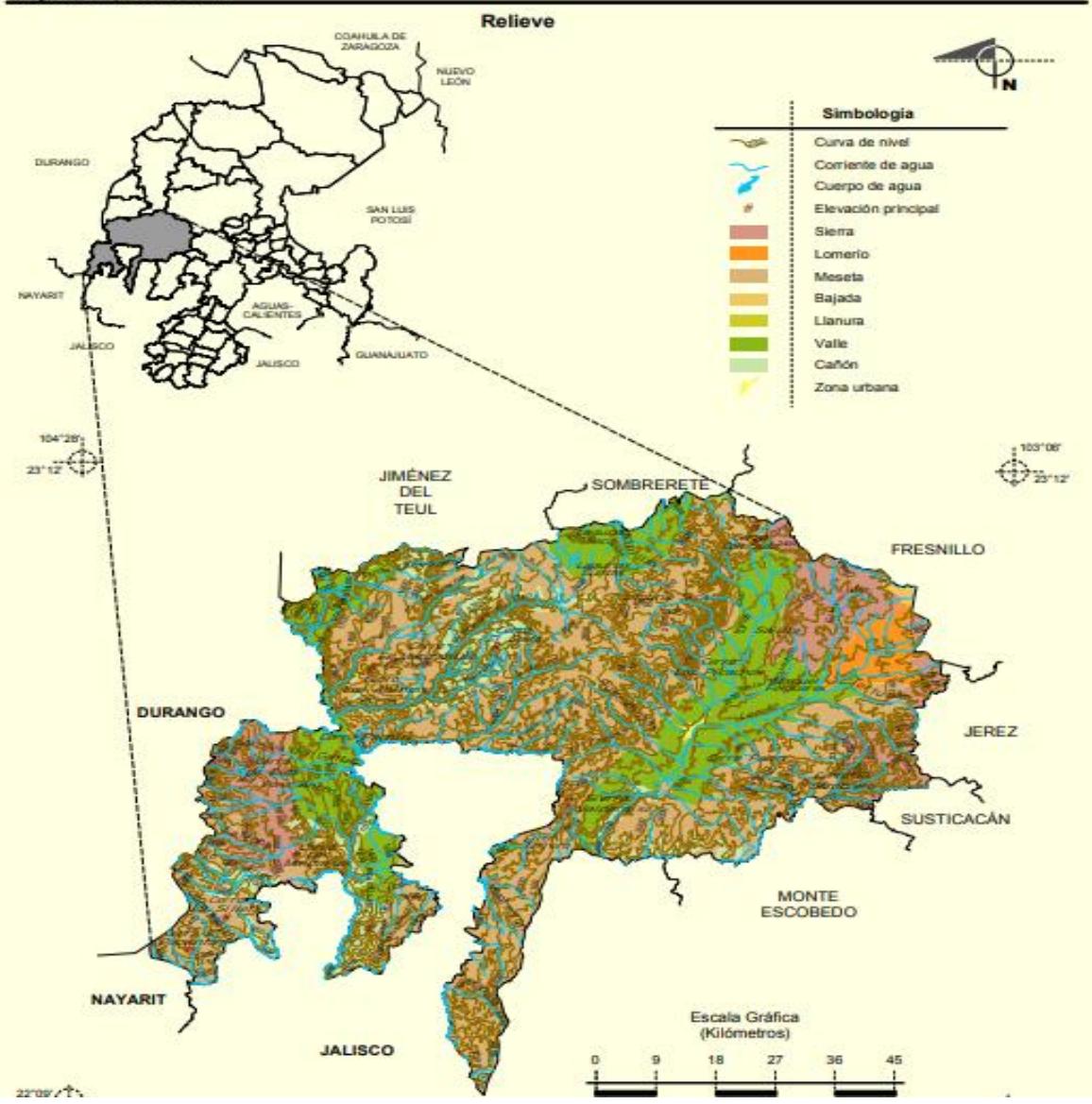
El clima predominante dentro del territorio de Valparaíso: Templado subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (42.5%), semiseco templado con lluvias en verano (23.2%), templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (14.2%), semiseco semicálido con lluvias en verano (13.4%), semicálido 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**



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.

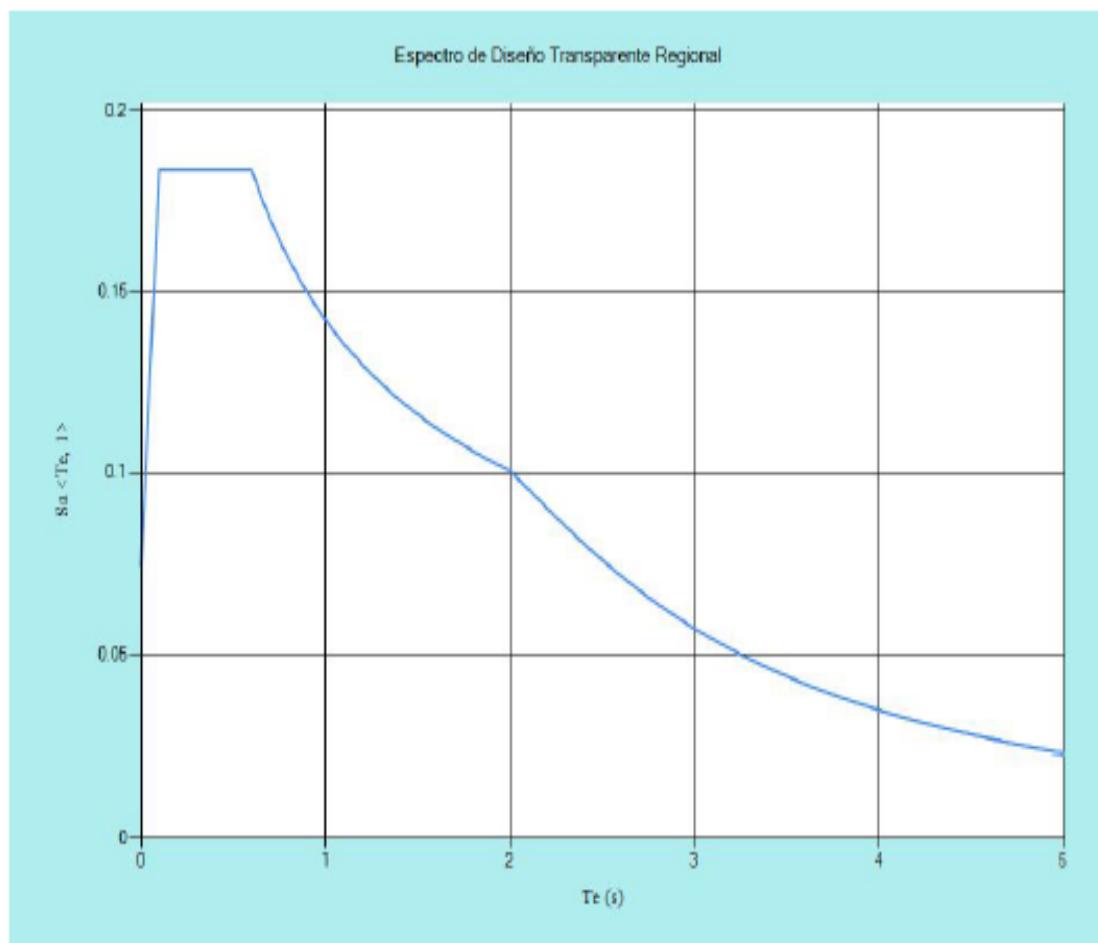
2 Espectros de diseño

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 ²	a0:	72.99 cm/s ²
c:	120.02 cm/s ²	c:	180.03 cm/s ²
		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:

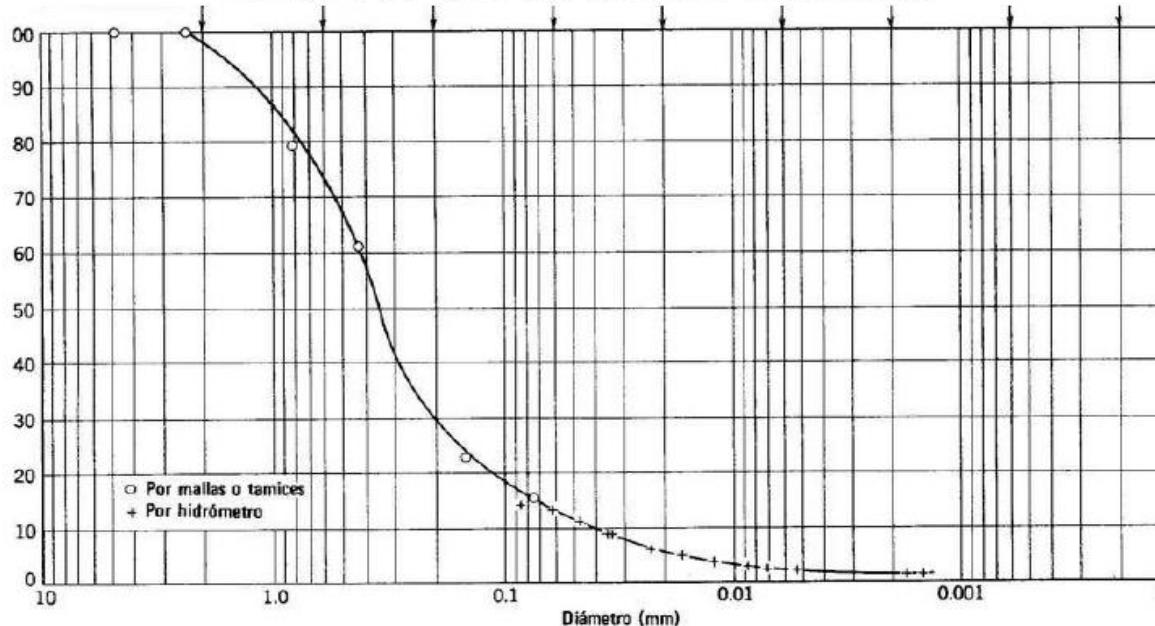
La densidad de solidos se define como la relación que existe entre el peso de los sólidos y el peso del volumen del agua desalojado por los mismos.

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

- 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.

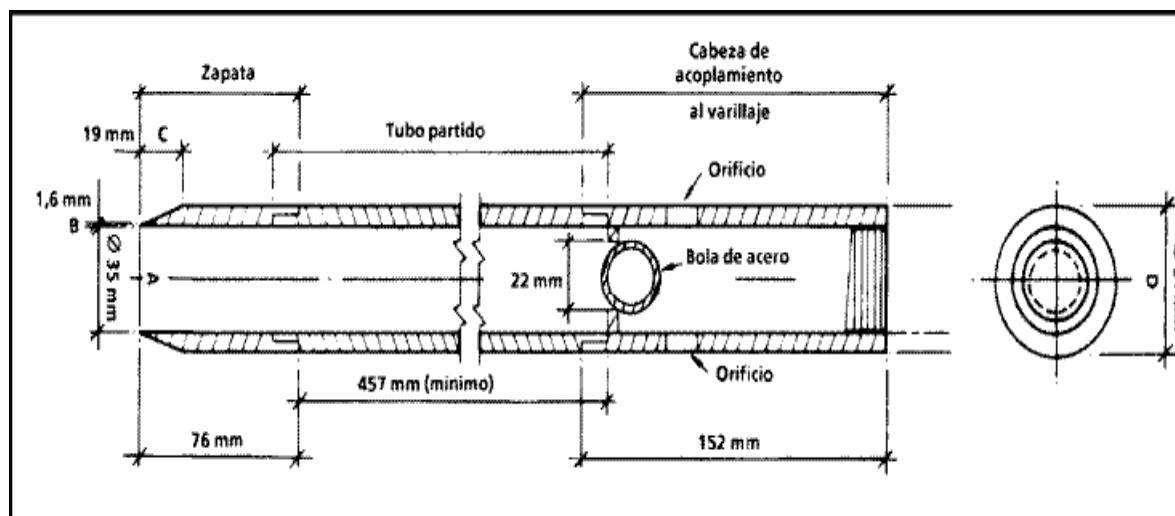
3._TRABAJOS DE CAMPO (EXPLORACIÓN Y MUESTREO):

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.



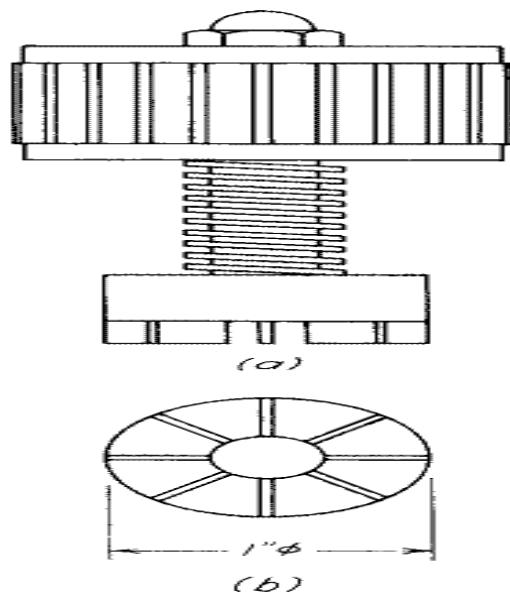
Vista de penetrometro partido muestreador spt.

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/m².



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 afanitica riolita-andesita
17	9.60	10.00	.60	-	-	-	15/50	30/50	15/50	T.P.	Material con poca arena y roca del tipo afanitica 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 en estado suelto, textura arenosa y seco, en color negro de textura esponjosa tonalidad opaco.

De 0.70 a 1.10. De profundidad se presenta Material arenoso con bleo que consta de una arena, de color café tonalidad obscura, con particulas de grano grande a fino, en estado compacto y duro.

De 1.10 a 1.40. De profundidad se presenta Material constituido por Arena con gravas de canto rodado de color cafe tonalidad obscura partículas duras de grano medio a fino y humedad aparente, en estado compacto.

De 1.40 a 2.80. De profundidad se presenta Material constituido por Arena limosa de gruesa a fina, particulas finas como limos en estado semi compacto color cafe de tonalidades opacas.

De 2.80 a 7.20. De profundidad se presenta Material de boleo con gravas y arena en estado compacto, densidad media, con pariculas finas de limos en estado compacto, de color café oscuro.

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 pariculas finas de limos inorgánicos, en estado compacto, de color café oscuro.

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.

5._ ANEXOS:

5.1._ 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.