

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS
EN UN PREDIO DONDE SE PROYECTA
CONSTRUIR UN LOCAL PARA MINISUPER
DENOMINADO "SANTA FE II"
EN MAZATLÁN, SINALOA.

PARA:

BRN INMOBILIARIA DEL PACIFICO

FEBRERO DEL 2024



Consultoría en Ingeniería Civil.

Proyectos

Mecánica de Suelos.

Análisis y Diseño de Estructuras de Concreto, Acero y Madera
Pavimentos.

Control de Calidad en Materiales y Terracerías.

Equipo de Perforación.

Gestoría ante Dependencias Municipales y Estatales.

(Director Responsable de Obra y Corresponsable en Seguridad Estructural)

Levantamientos Topográficos

INGENIUM INGENIEROS CONSULTORES S.C.
SERVICIOS EN INGENIERIA CIVIL



Calle Plan de Ayala No. 2344, Colonia Emiliano Zapata, Culiacán, Sinaloa.
Calle Mina de Tayoltita No. 2501, Colonia Miguel de la Madrid, Culiacán, Sinaloa.

TEL./FAX: 01(667)729-00-30
01 (667)749-64-93

CEL: 667 154-08-97 Y 667 791-71-25

e-mail: ingenium2007@prodigy.net.mx web: www.ingeniumconsultores.com.mx

ÍNDICE

Página

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. RECONOCIMIENTO DEL SITIO.....	6
3. GEOLOGÍA REGIONAL.....	7
4. TRABAJOS DE CAMPO.....	9
5. TRABAJOS DE LABORATORIO.....	10
6. ESTRATIGRAFÍA Y PROPIEDADES.....	11
7. DISEÑO GEOTÉCNICO DE LA CIMENTACIÓN.....	12
7.1. ANÁLISIS DE ESTADO LÍMITE DE FALLA.....	12
7.2. ANÁLISIS DE ESTADO LÍMITE DE SERVICIO.....	21
8. SISMICIDAD.....	25
9. PAVIMENTOS.....	32
10. PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS.....	33
10.1. PAVIMENTOS.....	33
10.2. ZAPATAS.....	39
10.3. PLATAFORMA DE LOSA Y FIRMES	40
11. CARACTERIZACION DE LOS MATERIALES.....	41
12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	42
ANEXO No. 1. FIGURAS	
ANEXO No. 2. FOTOGRAFÍAS	
ANEXO No. 3. REGISTROS DE LABORATORIO	
ANEXO No. 4. REFERENCIAS	

1. INTRODUCCIÓN

A petición de **Sarah Michelle Valencia Galindo**, se realizó este estudio de mecánica de suelos en un predio donde se proyecta construir un minisúper.

Minisúper: **Santa Fe II**

Ubicación: **Mazatlán, Sinaloa**

(Ver la figura No. 1 del Anexo No. 1)

En el capítulo No. 2 se proporcionan las características físicas que presenta el predio en estudio enfatizando en aquellos aspectos de mayor influencia en la definición de la solución de cimentación.

En el capítulo No. 3 se contempla la conceptualización desde el punto de vista geológico de la conformación de la zona de **Mazatlán** en sus diferentes zonas, y en particular de la zona donde se ubica el predio en estudio.

El capítulo No. 4 incluye el procedimiento del muestreo seguido en el o los sondeos realizados así como las pruebas de campo efectuadas.

En el capítulo No. 5 se describen las pruebas y ensayos realizados en el laboratorio, para las muestras alteradas, así como algunas observaciones a los valores obtenidos de los diferentes parámetros.

En el capítulo No. 6 se describe la estratigrafía resultante de la interpretación de los trabajos de campo y laboratorio.

En el Capítulo No. 7, se incluyen los análisis geotécnicos efectuados, de acuerdo al Reglamento de Construcciones correspondiente.

El capítulo No. 8 se presentan las características de sismicidad del sitio en estudio de acuerdo a la carta de regionalización sísmica elaborada por la Comisión Federal de Electricidad (C.F.E.) y el espectro de diseño obtenido del Programa de Diseño Sísmico.

En el Capítulo No. 9, se presenta la propuesta del pavimento para el área de estacionamiento.

En el Capítulo No. 10, se incluyen las recomendaciones generales para el proceso constructivo de pavimentos y plataformas.

En el Capítulo No. 11, se describen las características de los materiales encontrados en el sitio durante la exploración y la factibilidad para su utilización dentro del proceso constructivo.

Finalmente en el Capítulo No. 12, se presenta un resumen con las conclusiones y recomendaciones del proyecto en general de acuerdo a los requerimientos del mismo.

OBJETIVOS.

Los objetivos del presente estudio son los siguientes:

1. Establecer el perfil estratigráfico de subsuelo en el sitio de estudio.
2. Determinar las propiedades índice y mecánicas de los suelos.
3. Proponer el sistema de cimentación o cimentaciones más adecuadas para el tipo de construcción a realizar en función de las características geotécnicas del subsuelo, del sistema estructural de la edificación y de los factores del proyecto que influyan en el proceso de selección, a condición de que cumplan con los estados límite de falla y de servicio de acuerdo con un reglamento establecido.
4. Establecer la sismicidad del sitio en estudio de acuerdo con las condiciones estratigráficas del sitio tomando en cuenta los manuales de sismicidad aplicables en el país.
5. Proponer el sistema de plataformas requerido para el apoyo de la cimentación de la tienda y estacionamiento.
6. Determinar la posibilidad de que el material existente pueda ser utilizado en algún proceso constructivo en el desarrollo del proyecto.
7. Recomendar procedimientos constructivos para la construcción de plataformas.

ALCANCE.

Este estudio abarca la inspección del sitio en estudio, exploración del subsuelo, muestreo y ensayos de laboratorio de los materiales de acuerdo con la estratigrafía encontrada en los sondeos realizados, necesarios para el diseño geotécnico de la cimentación (estados límite de falla y de servicio), así como para la propuesta técnica del pavimento del área de estacionamiento de la tienda.

UBICACIÓN Y COLINDANCIAS

El predio se ubica en :

Esquina: Boulevard California y Calle La Miranda

Colonia: Fraccionamiento Los Angeles

Ciudad: Mazatlán, Sinaloa.

PRINCIPALES COLINDANCIAS.

Al Norte: Calle La Miranda

Al Sur: Casa Habitación

Al Oriente: Boulevard California

Al Poniente: Casa Habitación

En la figura No. 1 del Anexo No. 1, se presenta la ubicación satelital del predio.

CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.

De acuerdo con la información proporcionada, el proyecto tiene aproximadamente la siguiente distribución de áreas:

AREAS	m ²
Área total	161.75

El edificio consta de un nivel, se encuentra estructurado a base de muros de mampostería compuesta por block, confinado por dalas y castillos de concreto armado en dos direcciones (muros perimetrales) y muros interiores de Tablaroca.

La losa de acuerdo con información de proyecto, se encuentra estructurada por losa aligerada.

2. RECONOCIMIENTO DEL SITIO.

El área del predio en estudio es de aproximadamente: 161.75 m²

El predio presenta las siguientes características:

- El predio cuenta con una construcción de una planta la cual se usaba anteriormente como local comercial de abarrotes, se encuentra delimitado por las construcciones vecinas y vialidades colindantes
- El predio se encuentra prácticamente plano sin desniveles apreciables dentro del mismo.
- El nivel del predio está a nivel de los predios colindantes y por arriba del nivel de las vialidades de acceso.

La zona donde se ubica el predio cuenta con las siguientes características:

- Las vialidades de acceso se encuentran pavimentadas con concreto hidráulico, guarnición y banqueta publica.
- Las vialidades cuentan con pendiente suficiente para el desalojo de las aguas pluviales.
- No se encuentran cuerpos de agua cercanos que puedan representar un problema a la hora de empezar con el proceso constructivo.
- No se observan daños en construcciones colindantes al predio en estudio que pudieran ser causados por el tipo de suelo.

No será necesario contemplar muros de contención para este proyecto.

En el Anexo No. 2 se presenta un reporte fotográfico incluye los aspectos importantes del sitio en estudio.

3. GEOLOGIA REGIONAL

La orografía la determina las ramificaciones de la sierra madre occidental en la región de la planicie noroccidental teniendo como litoral el Océano Pacífico, donde se levantan los cerros del Vigía, Punta de Materén y Monte Silla; este accidente orográfico antes de entrar a la municipalidad de San Ignacio adopta el nombre de sierra del Metate, cuya característica es la formación del Pico del Metate.

En el límite de Mazatlán y Concordia corre la Sierra del Metate y Pánuco, en este municipio se desvía la sierra madre occidental para penetrar a Durango, dejando antes algunos desprendimientos como son la sierra de San Juan y de los Frailes, constituyendo además, dentro de su orografía, las siguientes zonas serranas.

En la figura No. 2 del Anexo No. 1, se representa un esquema de la geología regional del municipio y la simbología del tipo de suelo.

Orografía

El territorio se eleva desde el nivel del mar en el Océano Pacífico hasta la zona de la Sierra Madre Occidental donde supera los 2 mil metros sobre el nivel del mar.

De sus montañas destacan el cerro Yauco con 900 metros sobre el nivel del mar que se aprecia en todo el municipio, otras montañas son: la mesa de la Hormiga con 1,000 metros el cerro de Los Leones con 360 metros sobre el nivel del mar, el cerro Cabeza de Caballo con 590 metros sobre el nivel del mar, el cerro del Ocote con 1,130 metros sobre el nivel del mar. Las comunidades de Corral de Piedra y Plomosas se encuentran a una altura de 1,580 y 2,070 metros sobre el nivel del mar respectivamente.

Hidrografía

Tres ríos confluyen para formar el río Baluarte, uno de los más caudalosos en el estado. El río Matatán nace en la sierra de las Minitas al sureste del municipio donde varios arroyos se le unen, a su vez éste se une al río Baluarte a la altura de Matatán. El río Baluarte inicia su cauce cerca de Santa María de Gracia, a partir de escurrimientos del Espinazo del Diablo en los límites con Durango.

En la Urraca se le une el río Pánuco que tiene su origen en el municipio de Concordia. El río Baluarte desemboca en el Océano Pacífico entre los poblados de Agua Verde y Chametla. En la hacienda del Tamarindo se localiza la derivadora Genaro Estrada sobre el río Baluarte, con canales de riego. Otra presa, se localiza en Higuera sobre el arroyo de El Negrito. En la cabecera municipal, se localiza Tres Lagunas, destacando la del iguanero por su interés turístico. De suma importancia en la producción camaronícola y piscícola, el sistema lagunario Huizache-Caimanero, se localiza entre los 22° 50' y 23° 50' latitud norte y entre los 105° 55' y 106° 20' longitud oeste. En temporada de lluvias alcanza una extensión de 17 mil 500 hectáreas. Correspondiendo 13 mil 400 al Caimanero y 4 mil 100 al Huizache, con una profundidad de 2 metros. Ambas lagunas se comunican al mar por canales denominados esteros, el ostial para el Huizache y Agua Dulce para el Caimanero.

En la figura No. 3 del Anexo No. 1, se presenta un mapa esquemático donde se muestra la ubicación de las principales fallas existentes de la región.

Geología del Sitio

Geológicamente este municipio está integrado por riolitas, riolacitas, dacitas y andesitas del terciario inferior medio; existen también algunos derrames volcánicos y piroclásticos de formación andesítica, así como porciones intercaladas de limos, arcillas, gravas, abanicos aluviales, depósitos de talud y fragmentos de rocas ígneas y metamórficas.

4. TRABAJOS DE CAMPO

Los trabajos de campo consistieron en la ejecución de:

NÚMERO DE SONDEOS: 1 (PCA-1)

TIPO DE SONDEO: A CIELO ABIERTO

PROFUNDIDAD MÁXIMA: 2.00 metros

EQUIPO USADO: HERRAMIENTA MANUAL

UBICACIÓN DE SONDEOS: ÁREA DE TIENDA

En la figura No. 4 del Anexo No. 1, se presenta la ubicación del sondeo realizado.

Muestreo realizado:

SE LOGRO LA RECUPERACION DE MUESTRAS ALTERADAS A DIFERENTES PROFUNDIDADES EN EL PCA-1.

SE REALIZARON CALAS VOLUMETRICAS EN EL PRIMER Y SEGUNDO ESTRATO PARA OBTENER SU PESO VOLUMETRICO EN ESTADO NATURAL.

Todas las muestras obtenidas se empacaron debidamente y se trasladaron al laboratorio para su análisis posterior.

En el Anexo No. 2 se presenta un reporte fotográfico donde se muestran los aspectos más importantes de los trabajos de exploración y muestreo.

5. TRABAJOS DE LABORATORIO

De acuerdo al muestreo obtenido y con base a los requerimientos de proyecto, se programaron los ensayos de laboratorio a las muestras, que sirvieron para obtener las propiedades índice y mecánicas del subsuelo.

En primera instancia, a cada muestra se le practicó una clasificación macroscópica visual y al tacto, para lo cual se tomaron características como el olor, resistencia y movilidad de agua, además con el fin de conocer las propiedades índices del subsuelo se efectuaron los siguientes ensayos sobre las muestras alteradas de cada uno de los estratos encontrados.

El contenido de humedad se determinó con el porcentaje de agua y de partículas sólidas en una muestra de suelo, el cual se graficó verticalmente sobre el perfil estratigráfico obtenido para el sondeo correspondiente.

(Ver la figura No. 5 del Anexo No. 1).

Para poder identificar el contenido de partículas finas y gruesas se realizó una prueba de separación por lavado (análisis granulométrico), determinándose los porcentajes de partículas finas, arenas y gravas.

La plasticidad del suelo en estado remoldeado se realizó a través de la práctica de límites de consistencia, determinados con el método estandarizado por A. Casagrande (Referencia No. 3).

Los parámetros de resistencia y deformación de los suelos encontrados, necesarios para evaluar el análisis de estado límite de falla (estimación de la capacidad de carga) y el análisis del estado límite de servicio (estimación de los asentamientos), se obtuvieron a partir de la medición de la **compacidad relativa** en base a los resultados de ensayos en campo y laboratorio.

Los registros de laboratorio de las pruebas realizadas se presentan en el Anexo No. 3 de este informe.

Todas las pruebas de laboratorios se realizaron de acuerdo con los procedimientos establecidos en mecánica de suelos.

6. ESTRATIGRAFÍA Y PROPIEDADES.

Sobre la base de la exploración, muestreo de suelos y ensayos de laboratorio se pueden describir las unidades estratigráficas del subsuelo.

UNIDADES ESTRATIGRAFICAS	PRIMERA	SEGUNDA
	ARCILLA ARENOSA CAFÉ OSCURO	GRAVA ARENA ARCILLOSA CAFÉ ROJIZO (ROCA INTEMPERIZADA)
SONDEO	PCA-1	PCA-1
ESPESOR	0.50	1.50
COMPACIDAD RELATIVA	ESTRATO DE OBSERVACIÓN	
CONSISTENCIA RELATIVA		COMPACTA
GRAVAS%		56.71
ARENAS%		34.10
FINOS %		9.19
CONTENIDO DE AGUA, %		7.60
LÍMITE LÍQUIDO,%		INAP
LÍMITE PLÁSTICO %		INAP
DENSIDAD DE SÓLIDOS		2.65
PESO VOL. NATURAL, t/m ³		1.80
PESO VOL. MÍNIMO, t/m ³		1.34
PESO VOL. MÁXIMO, t/m ³		1.87
RELACION DE VACÍOS (e)		0.59
POROSIDAD (n)		0.37
GRADO DE SATURACIÓN (G _w)		34.32
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.		(GW-GM)

TABLA No. 1

Cabe mencionar que durante la exploración no se encontró el nivel de aguas freáticas hasta la máxima profundidad explorada en el sondeo realizado.

7. DISEÑO GEOTÉCNICO DE LA CIMENTACIÓN.

7.1 ANÁLISIS DE ESTADO LÍMITE DE FALLA.

Como se comentó anteriormente el edificio es de un solo nivel, la estructuración del proyecto es a base de muros perimetrales de mampostería en dos direcciones a base de blocks confinados por dalas, castillos de concreto armado y losa aligerada con divisiones interiores de Tablaroca.

A partir del sistema estructural y en función de las características de los suelos encontrados en el sitio, se proponen los siguientes tipos de cimentación:

*** Zapata corrida perimetral desplantada a 1.50 metros a partir de nivel de terreno natural.**

*** Zapata aislada interior desplantada a 1.50 metros a partir de nivel de terreno natural.**

*** Losa de cimentación desplantada a 0.25 metros a partir de nivel de piso terminado sobre una plataforma de mejoramiento de 0.60 cm**

Parámetros mecánicos del suelo.

Para la selección de los parámetros mecánicos, a continuación, se presentan las tablas de referencia de Terzaghi y Peck. La primera tabla hace referencia a la consistencia y compacidad relativa de acuerdo al número de golpes del SPT. En la segunda tabla se puede observar la correlación entre el número de golpes del SPT para inferir el peso volumétrico y el ángulo de fricción del suelo, según Bowles. En la tercera tabla se muestra la correlación propuesta por Karol para obtener parámetros de resistencia.

REFERENCIA TERZAGHI Y PECK

Número de Golpes Por 30 cm., <i>N</i>	Compacidad Relativa	Número de Golpes Por 30 cm., <i>N</i>	Consistencia
		Menos de 2	Muy blanda
0 – 4	Muy suelta	2 – 4	Blanda
4 – 10	Suelta	4 – 8	Media
10 – 30	Media	8 – 15	Firme
30 – 50	Compacta	15 – 30	Muy firme
		Más de 30	Dura

REFERENCIA KAROL

Tipo de suelo	Número de golpes (SPT)	v_z (m/s)	γ_z (t/m ³)
Roca	—	> 720	2.0
Suelo firme y denso	> 50	360	1.8
Suelo medio	15 – 50	180	1.5
Suelo blando	< 15	90	1.3

REFERENCIA KAROL

Soil Type and SPT Blow Counts		Undisturbed Soil	
		Cohesion (psf)	Friction Angle (°)
Cohesive soils			
Very soft	(<2)	250	0
Soft	(2–4)	250–500	0
Firm	(4–8)	500–1,000	0
Stiff	(8–15)	1,000–2,000	0
Very stiff	(15–30)	2,000–4,000	0
Hard	(>30)	4,000	0
Cohesionless soils			
Loose	(<10)	0	28
Medium	(10–30)	0	28–30
Dense	(>30)	0	32
Intermediate soils			
Loose	(<10)	100	8
Medium	(10–30)	100–1,000	8–12
Dense	(>30)	1,000	12

Para la cimentación en local y de acuerdo con las características granulométricas y las pruebas de laboratorio realizadas, se determinó que la segunda unidad estratigráfica tiene una **compacidad relativa compacta** para la cual se establecieron conservadoramente los siguientes parámetros mecánicos:

Unidad influenciada por la carga: segunda unidad estratigráfica

Cohesión del suelo: 1.0 ton/m²

Ángulo de fricción interna: 28 °

En el Anexo No. 3 se presentan los resultados de los ensayos requeridos para determinar los parámetros de resistencia de la tercera unidad encontrada.

Para el cálculo de la capacidad de carga se considerarán las expresiones contenidas en la Normas Técnicas Complementarias para el diseño de cimentaciones del Reglamento de Construcciones para la Ciudad de México, la cual se obtiene con la siguiente expresión:

$$q_{adm} = [c_u \cdot N_c \cdot + p'_v(N_q - 1) + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma] \cdot F_R + p_v$$

Donde:

Unidad

c_u	Cohesión aparente.	t/m ²
p_v	Presión vertical debida al peso del suelo a la profundidad de desplante.	t/m ²
p'_v	Presión vertical afectiva a la misma profundidad.	t/m ²
u	Presion de poro al nivel de desplante	t/m ²
γ	Peso especifico del subsuelo.	t/m ³
B	Ancho de la cimentación.	m

		Unidad
N_c	Coeficiente de capacidad de carga dado por:	
	$N_c = 5.14 \cdot \left[1 + 0.25 \frac{D_f}{B} + 0.25 \frac{B}{L} \right]$	
	Para: $\frac{D_f}{B} \leq 2$ y $\frac{B}{L} < 1$	En caso de no cumplir las desigualdades los factores serán iguales a 2 y 1 respectivamente.
D_f	Profundidad de desplante.	m
N_q	Coeficiente de capacidad de carga dado por:	
	$N_q = e^{\pi \tan \phi} \cdot \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$	
	N _q se multiplicará por: $1 + \frac{B}{L} \tan \phi$	Para cimientos rectangulares.
	$1 + \tan \phi$	Para zapatas circulares o cuadradas.
N_γ	Coeficiente de capacidad de carga dado por:	
	$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \phi$	
	N _γ se multiplicará por: $1 - 0.4 \frac{B}{L}$	Para cimientos rectangulares.
	0.60	Para zapatas circulares o cuadradas.
Φ	Angulo de fricción aparente	°
	$\Phi = \arctan (\alpha \tan \phi^*)$	
φ*	Ángulo de fricción interna	°
α	Para suelos con compacidad relativa menor del 70% α = 0,67. En cualquier otro caso α = 1	
Cr	Compacidad relativa.	%
Fr	Factor de resistencia igual a 0.35	

Cimentación en local:

TIPO DE CIMENTACIÓN: Zapatas corridas

PROFUNDIDAD DE DESPLANTE: 1.50 metros.

LOCAL MINISUPER SANTA FE II

TIPO DE CIMENTACIÓN: ZAPATAS CORRIDAS

c_u	1.00	t/m ²	Cr < 70%	α	0.67
ϕ^*	28.00	grados	Cr ≥ 70%	α	1.00
Cr		%			
α	1.00		p_v	2.70	t/m ²
Φ	28.00	grados	u	0.00	t/m ²
γ_1	1.80	t/m ³	p'_v	2.70	t/m ²
γ_2	1.80	t/m ³	Fr	0.35	
D_f	1.50	m			

CAPACIDAD DE CARGA PARA VARIOS ANCHOS DE CIMENTACIÓN RECTANGULAR

B	L m	D _f /B V.M. = 2	B/L V.M. = 1	N _c	N _q	N _γ	Q _{adm} t/m ²
0.60	10.00	2.5000	0.0600	8.430	15.189	16.803	22.20
0.80	10.00	1.8750	0.0800	7.652	15.346	16.826	23.14
1.00	10.00	1.5000	0.1000	7.196	15.503	16.847	24.19
1.10	10.00	1.3636	0.1100	7.034	15.581	16.857	24.74
1.20	10.00	1.2500	0.1200	6.900	15.659	16.865	25.30
1.50	10.00	1.0000	0.1500	6.618	15.894	16.887	27.03
2.00	10.00	0.7500	0.2000	6.361	16.285	16.911	29.98
2.50	10.00	0.6000	0.2500	6.232	16.677	16.918	32.97

Tabla No. 2 capacidad de carga para una configuración de zapatas corridas desplantadas a 1.50 m a partir del nivel de terreno natural para diferentes anchos de cimentación.

cimentación en local:

TIPO DE CIMENTACIÓN: Zapatas aisladas

PROFUNDIDAD DE DESPLANTE: 1.50 metros.

LOCAL MINISUPER SANTA FE II

TIPO DE CIMENTACIÓN: ZAPATAS AISLADAS

c_u	1.00	t/m ²	Cr < 70%	α	0.67
ϕ^*	28.00	grados	Cr ≥ 70%	α	1.00
Cr		%			
α	1.00		p_v	2.70	t/m ²
Φ	28.00	grados	u	0.00	t/m ²
γ_1	1.80	t/m ³	p'_v	2.70	t/m ²
γ_2	1.80	t/m ³	Fr	0.35	
D_f	1.50	m			

CAPACIDAD DE CARGA PARA VARIOS ANCHOS DE CIMENTACIÓN CUADRADA

B m	L m	D_f/B V.M. = 2	B/L V.M. = 1	N_c	N_q	N_γ	q_{adm} t/m ²
0.80	0.80	1.8750	1.0000	8.834	22.547	15.024	29.89
1.00	1.00	1.5000	1.0000	8.353	22.547	15.024	30.67
1.20	1.20	1.2500	1.0000	8.031	22.547	15.024	31.50
1.50	1.50	1.0000	1.0000	7.710	22.547	15.024	32.81
2.00	2.00	0.7500	1.0000	7.389	22.547	15.024	35.06
2.50	2.50	0.6000	1.0000	7.196	22.547	15.024	37.35
2.80	2.80	0.5357	1.0000	7.113	22.547	15.024	38.74
3.00	3.00	0.5000	1.0000	7.068	22.547	15.024	39.67

Tabla No. 3 capacidad de carga para zapatas aisladas desplantadas a 1.50 m a partir de nivel de terreno natural para diferentes anchos de cimentación.

cimentación en local:

TIPO DE CIMENTACIÓN: Losa de cimentación

PROFUNDIDAD DE DESPLANTE: 0.25 metros.

LOCAL MINISUPER SANTA FE II

TIPO DE CIMENTACIÓN: LOSA DE CIMENTACIÓN

c_u	1.00	t/m ²	Cr < 70%	α	0.67
ϕ^*	28.00	grados	Cr \geq 70%	α	1.00
Cr		%			
α	1.00		p_v	0.45	t/m ²
Φ	28.00	grados	u	0.00	t/m ²
γ_1	1.80	t/m ³	p'_v	0.45	t/m ²
γ_2	1.80	t/m ³	Fr	0.35	
D_f	0.25	m			

CAPACIDAD DE CARGA PARA VARIOS ANCHOS DE CIMENTACIÓN RECTANGULAR

B	L m	D_f/B V.M. = 2	B/L V.M. = 1	Nc	Nq	N_γ	q_{adm} t/m ²
0.60	10.00	0.4167	0.0600	5.753	15.189	16.803	7.86
0.80	10.00	0.3125	0.0800	5.644	15.346	16.826	8.91
1.00	10.00	0.2500	0.1000	5.590	15.503	16.847	9.98
1.10	10.00	0.2273	0.1100	5.573	15.581	16.857	10.52
1.20	10.00	0.2083	0.1200	5.562	15.659	16.865	11.07
1.50	10.00	0.1667	0.1500	5.547	15.894	16.887	12.70
2.00	10.00	0.1250	0.2000	5.558	16.285	16.911	15.43
2.50	10.00	0.1000	0.2500	5.590	16.677	16.918	18.17

Tabla No. 4 capacidad de carga para losa de cimentación desplantada a 0.25 m a partir de nivel de piso terminado para diferentes anchos de cimentación.

La selección del ancho de cimentación para establecer la capacidad de carga tomará en cuenta la rigidez de la losa. Si la losa es de una rigidez muy elevada de tal forma que la presión que aplique al suelo sea uniforme en toda su superficie el ancho de la cimentación

Cimentación en anuncio.

TIPO DE CIMENTACIÓN: Zapata aislada

PROFUNDIDAD DE DESPLANTE: 2.00 metros.

LOCAL MINISUPER SANTA FE II

TIPO DE CIMENTACIÓN: ZAPATA AISLADA

c_u	1.00	t/m ²	Cr < 70%	α	0.67
ϕ^*	28.00	grados	Cr ≥ 70%	α	1.00
Cr		%			
α	1.00		p_v	3.59	t/m ²
Φ	28.00	grados	u	0.00	t/m ²
γ_1	1.80	t/m ³	p'_v	3.59	t/m ²
γ_2	1.80	t/m ³	Fr	0.35	
D_f	2.00	m			

CAPACIDAD DE CARGA PARA VARIOS ANCHOS DE CIMENTACIÓN CUADRADA

B m	L m	D_f/B V.M. = 2	B/L V.M. = 1	N_c	N_q	N_γ	q_{adm} t/m ²
0.80	0.80	2.5000	1.0000	9.638	22.547	15.024	37.85
1.00	1.00	2.0000	1.0000	8.995	22.547	15.024	38.57
1.20	1.20	1.6667	1.0000	8.567	22.547	15.024	39.37
1.50	1.50	1.3333	1.0000	8.138	22.547	15.024	40.63
2.00	2.00	1.0000	1.0000	7.710	22.547	15.024	42.85
2.50	2.50	0.8000	1.0000	7.453	22.547	15.024	45.12
2.80	2.80	0.7143	1.0000	7.343	22.547	15.024	46.50
3.00	3.00	0.6667	1.0000	7.282	22.547	15.024	47.42
3.50	3.50	0.5714	1.0000	7.159	22.547	15.024	49.74
4.00	4.00	0.5000	1.0000	7.068	22.547	15.024	52.07

Tabla No. 5 capacidad de carga para zapata aislada desplantada a 2.00 m a partir de nivel de piso terminado para diferentes anchos de cimentación.

Una vez realizado el análisis de las cargas que la construcción transmitirá al suelo a través de la cimentación, se verificará que la presión de contacto cimentación – suelo no sobrepase la capacidad de carga admisible (q_{adm}). Con esta condición se estará cumpliendo con el estado límite de falla

Estado límite de falla por flujo plástico (capacidad de carga).

Para cumplir con estado límite de falla se deberá verificar que se cumpla la siguiente desigualdad:

$$\frac{\Sigma Q F_c}{A} \leq q_{adm}$$

Donde:

$\Sigma Q F_c$ Es la suma de las acciones verticales a tomar en cuenta en la combinación considerada en el nivel de desplante, afectada por su respectivo factor de carga.

A Es el área del cimiento;

q_{adm} Capacidad de carga admisible.

Una vez realizado el análisis de las cargas que la construcción transmitirá al suelo a través de la cimentación, se verificará que la presión de contacto cimentación – suelo no sobrepase la capacidad de carga admisible (q_{adm}). Con esta condición se estará cumpliendo con este estado límite de falla.

Flotación.

Quedará bajo la responsabilidad del calculista la revisión de flotación de la cimentación considerada.

Falla estructural.

Quedará bajo la responsabilidad de la empresa calculista la revisión por falla estructural de la cimentación considerada.

7.2 ANÁLISIS DE ESTADO LÍMITE DE SERVICIO.

En este análisis se estiman los asentamientos que pudieran presentarse por la deformación del subsuelo de apoyo de la cimentación ocasionado por el incremento de esfuerzos que aplicará el peso de las estructuras y demás cargas.

Es necesario mencionar que para calcular los asentamientos se debe conocer la presión de contacto que aplicará la cimentación al subsuelo. Esta presión será resultado del análisis estructural.

Los asentamientos que podrá sufrir la cimentación se obtendrán de la suma de los asentamientos elásticos y los producidos por consolidación primaria.

Los asentamientos por consolidación primaria se calcularán con base en la siguiente expresión (ver referencia 2).

$$\Delta H = \frac{\Delta e}{1 + e_o} H \quad (A)$$

Donde

ΔH	Asentamiento por consolidación.
Δe	Cambio de la relación de vacíos para un incremento de esfuerzo.
e_o	Relación de vacíos de campo.
H	Espesor del estrato, cm.

O bien con la expresión.

$$\Delta H = mv \Delta \sigma H \quad (B)$$

Donde:

ΔH	Asentamiento por consolidación
mv	Módulo de variación volumétrica, en cm ² /kg.
$\Delta \sigma$	Incremento de esfuerzos, kg/cm ² .
H	Espesor del estrato, cm.

Los asentamientos elásticos en la esquina de un área rectangular cargada se pueden calcular con la expresión propuesta por Schleicher (Referencia No. 1).

$$\delta_e = q \cdot B \frac{1 - \nu^2}{E} \cdot N \quad (C)$$

Donde:

δ_e	asentamiento elástico en cm.
q	Presión de contacto; en kg/cm ² .
B	Ancho del área cargada; en cm.
ν	Relación de Poisson.
E	Módulo de elasticidad; en kg/cm ² .
N	Valor de influencia que depende de (L/B);

L/B	N
1	0.56
2	0.76
3	0.88
4	0.95
5	1.00

Tomando en cuenta que no se deberá sobrepasar la capacidad de carga del suelo, para el análisis de asentamientos se consideraron las siguientes presiones al nivel de desplante de la cimentación.

Presión al centro: 27.03 ton/m²
presión en la esquina: 13.52 ton/m²

De acuerdo con la estratigrafía encontrada, para esta tienda se determinarán los asentamientos: **Elásticos**

ASENTAMIENTOS ELASTICOS

Los estratos susceptibles de sufrir asentamientos serán los que están influenciados por las cargas. La carga aplicada por la cimentación de la tienda influye en la segunda unidad estratigráfica encontrada.

Aplicando la ecuación (C) anterior y los valores de cada una de las propiedades de los suelos, se tienen los siguientes valores de asentamientos elásticos para una presión de contacto obtenida:

ASENTAMIENTOS ELASTICOS

ESTRATO	$\Delta\sigma$ kg/cm ²	B cm	ν	E kg/cm ²	N	ΔH_e cm
PRIMERA UNIDAD						
SEGUNDA UNIDAD	2.70	75	0.35	350	1.00	2.03
TERCERA UNIDAD						
CUARTA UNIDAD						
QUINTA UNIDAD						
					SUMA:	2.03

TABLA No. 6

Asentamiento elástico al centro de la cimentación

ASENTAMIENTOS ELASTICOS

ESTRATO	$\Delta\sigma$ kg/cm ²	B cm	ν	E kg/cm ²	N	ΔH_e cm
PRIMERA UNIDAD						
SEGUNDA UNIDAD	1.35	150	0.35	350	1.00	0.51
TERCERA UNIDAD						
CUARTA UNIDAD						
QUINTA UNIDAD						
SEXTA UNIDAD						
SUMA:						0.51

TABLA No. 7

Asentamiento elástico en esquina de la cimentación

Los asentamientos obtenidos son completamente admisibles, de acuerdo con las condiciones de geometría y presión consideradas.

8. SISMICIDAD

De acuerdo con la carta de regionalización sísmica elaborada por la Comisión Federal de Electricidad (C.F.E.), el sitio tiene las siguientes características en cuanto a sismicidad:

Zona Sísmica: Zona B

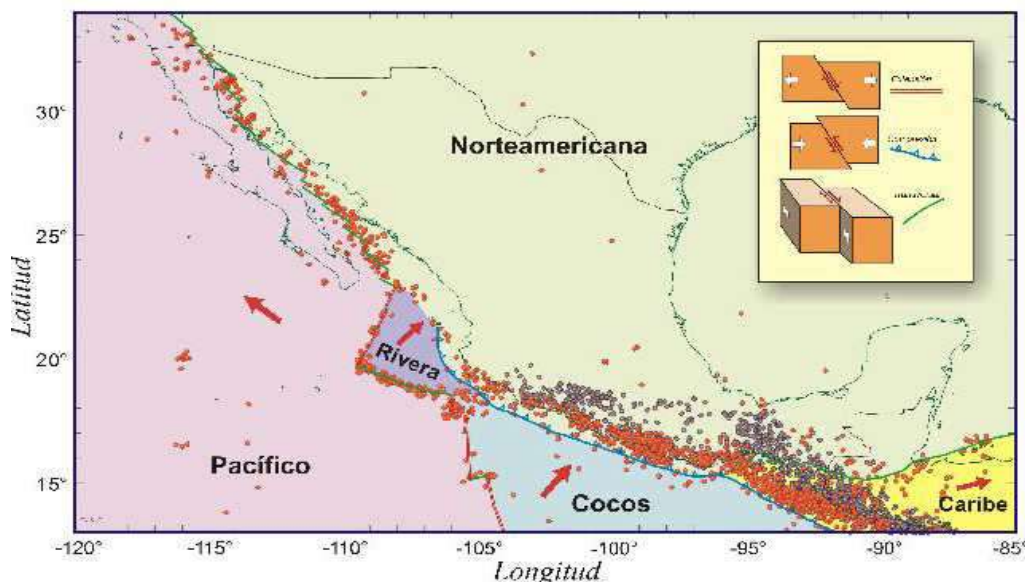
Tipo de Suelo: Tipo II (terreno intermedio)

De acuerdo con la escala de Mercalli, es posible clasificar el nivel de intensidad de actividad sísmica como:

Nivel II a III (Muy débil a ligero.)

Las fronteras entre zonas coinciden con curvas de igual aceleración máxima del terreno; la zona A es la de menor intensidad sísmica, mientras que la de mayor intensidad es la zona D.

Mazatlán se encuentra a corta distancia del sitio donde la Placa Tectónica de la Rivera, tiene un movimiento de subducción respecto a la Placa de Norteamérica, lo que indica su cercanía a un gran número de epicentros de sismos ocurridos y potenciales.



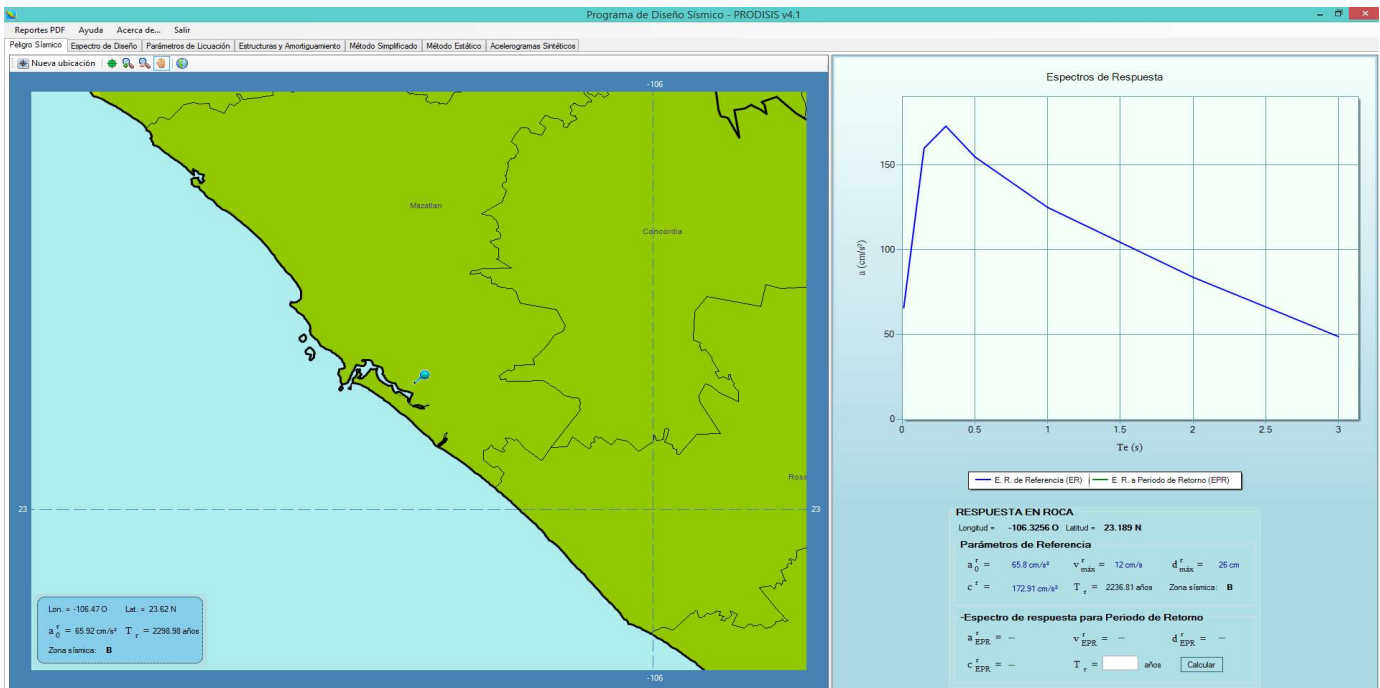
Placas tectónicas en México.

En la figura No. 6 del Anexo No. 1, se ilustra la Regionalización sísmica del País, de acuerdo con el Manual de Diseño de la Comisión Federal de Electricidad.

La zona B es intermedia, donde no se registran sismos frecuentemente y los que se registran son de intensidad ligera, mientras que la zona C es una zona donde la ocurrencia de los sismos y su magnitud es mayor.

Espectro de diseño sísmico.

De acuerdo al Programa de Diseño Sísmico de la Comisión Federal de Electricidad (Manual C.F.E. 2015) y tomando en cuenta la ubicación del predio se obtienen los siguientes datos para el espectro de diseño:



Espectro de respuesta en la roca para el sitio en estudio.

$a_0^r =$ Aceleración máxima en roca.

$v_{\text{máx}}^r =$ Velocidad

$d_{\text{máx}}^r =$ Desplazamiento.

$c^r =$ Amortiguamiento en rotación del suelo

$T_r =$ Periodo de la estructura supuesta infinitamente rígida y cuya base solo puede rotar.

Zona sísmica: depende LA ZONA A, B, C, D.



Espectro de respuesta transparente en la roca para el sitio en estudio.

RESPUESTA EN ROCA

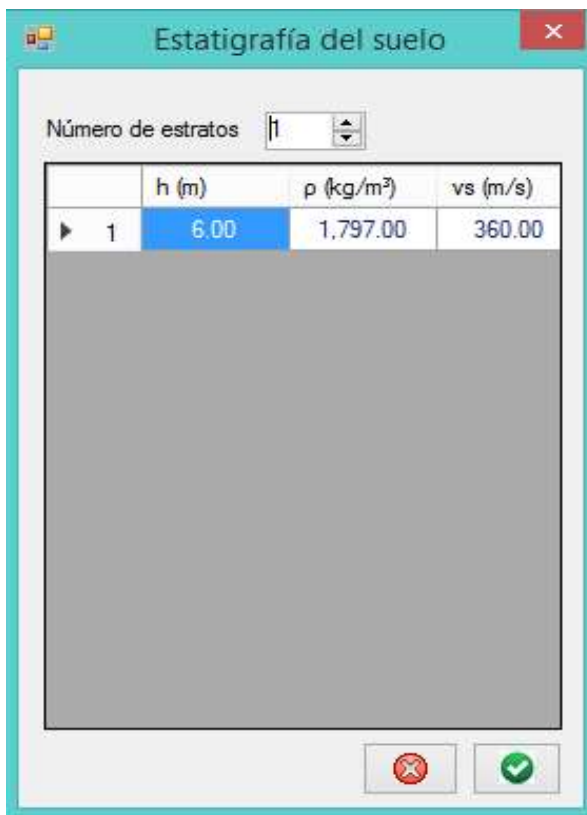
Longitud = -106.3256 O Latitud = 23.189 N

Parámetros de Referencia

$a_0^r = 65.8 \text{ cm/s}^2$ $v_{\text{máx}}^r = 12 \text{ cm/s}$ $d_{\text{máx}}^r = 26 \text{ cm}$
 $c^r = 172.91 \text{ cm/s}^2$ $T_r = 2236.81 \text{ años}$ Zona sísmica: **B**

Parámetros de referencia del sitio.

Tomando en cuenta la estratigrafía encontrada en el sitio compuesta por un estrato de acuerdo con el capítulo anterior y la profundidad de desplante para este tipo de edificaciones, se presenta a continuación la caracterización del suelo de acuerdo con el programa **PRODISIS**.



Estratigrafía del suelo

Número de estratos: 1

	h (m)	ρ (kg/m ³)	vs (m/s)
▶ 1	6.00	1,797.00	360.00

Buttons: [X] [✓]

Estratigrafía utilizada

Donde:

h. Es el espesor del estrato, en m.

ρ . Es la masa volumétrica de cada estrato, en kg/m³.

Vs. Es la velocidad de onda de corte del estrato, en m/s.

Las velocidades de onda de corte de los estratos se obtuvieron con el apoyo de la siguiente tabla incluida por el programa **PRODISIS**.

Tipo de suelo	Número de golpes (SPT)	v_s (m/s)	γ_s (t/m ³)
Roca	–	> 720	2.0
Suelo firme y denso	> 50	360	1.8
Suelo medio	15 – 50	180	1.5
Suelo blando	< 15	90	1.3

Correlación entre la compacidad o consistencia de los suelos y V_s , CFE 2008.

Tomando en cuenta que la importancia de la estructura se clasifica como el grupo B1, se tiene la siguiente caracterización del terreno de cimentación:

Espectros Regionales

$a_0^r = 65.8 \text{ cm/s}^2$ $c^r = 172.91 \text{ cm/s}^2$

Zona sísmica : B Importancia estructural B ▼

Caracterización del terreno de cimentación

$v_s =$ 360 m/s $H_s =$ 6 m $T_s =$ 0.07 s

☒ Estratigrafía Tipo de suelo II

Parámetros espectrales para estructuras A2 y B1

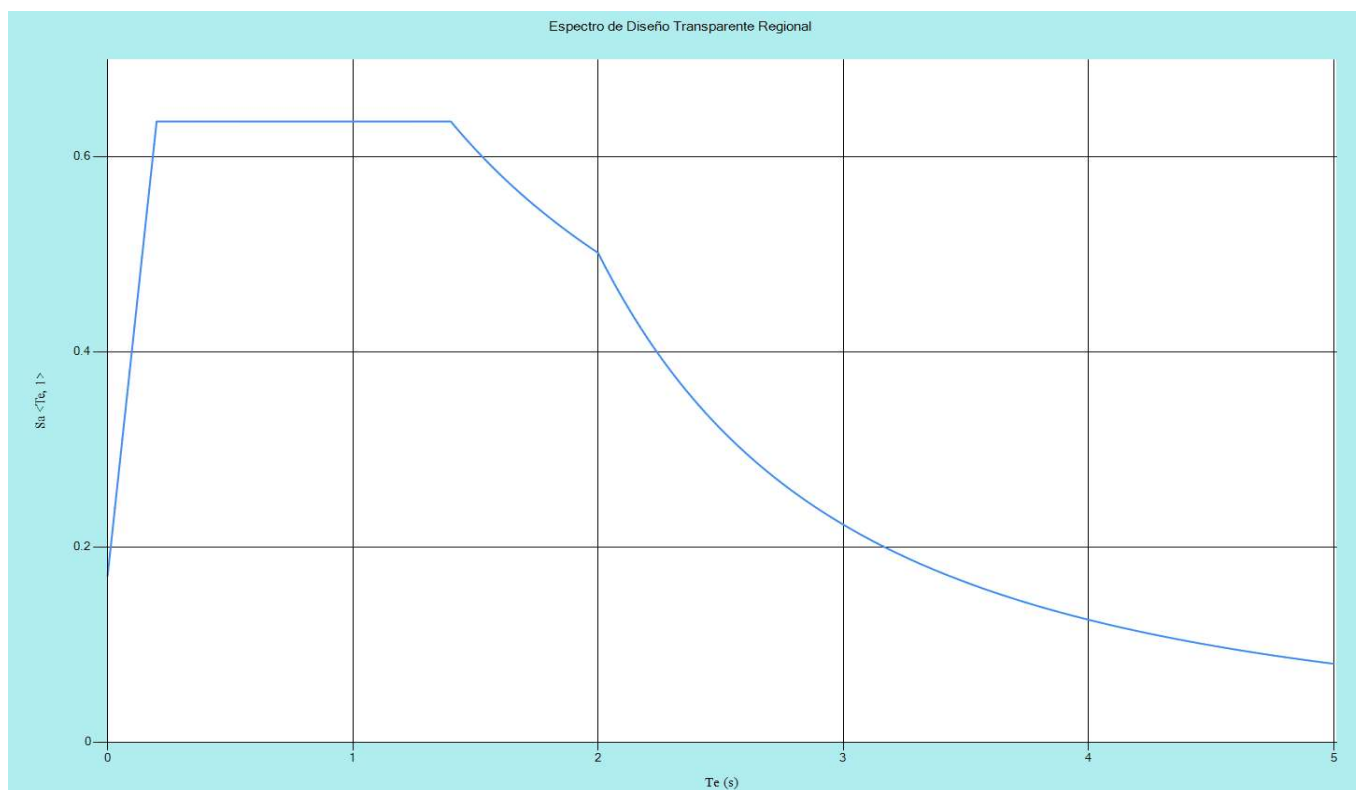
$F_{Sit} = 2.54$ $F_{Res} = 3.74$

$a_0 = 166.91 \text{ cm/s}^2$ $c = 623.73 \text{ cm/s}^2$

Considerar interacción suelo-estructura ☐

Caracterización del terreno de cimentación.

Finalmente, el espectro de diseño transparente regional de acuerdo con el programa es el siguiente:



Espectro transparente regional modificado según la estratigrafía.

Este espectro deberá ser afectado por factores como la ductilidad y la sobre resistencia (entre otros), de acuerdo con análisis estructural del edificio.

9. PAVIMENTOS.

La sección de pavimento rígido recomendada para el estacionamiento de este tipo es la siguiente:



Se recomienda colocar una sección mínima de cuerpo de pavimento de 0.40 metros de los cuales 0.20 metros corresponden a material calidad mínima subrasante y 0.20 metros de calidad mínima base hidráulica, ambas compactadas al 98% y 100% respectivamente de su PVSM. la superficie de rodamiento estará compuesta por una losa de concreto hidráulico de 15 cm de espesor. **La subrasante podrá aumentar de espesor de acuerdo a los niveles pero nunca disminuir.**

De acuerdo a las pruebas realizadas y a los resultados obtenidos el material encontrado no podrá ser utilizado como subrasante.

10.PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

10.1 PAVIMENTOS

De acuerdo con las condiciones geotécnicas del sitio y las recomendaciones para la sección del pavimento, se deberá seguir el siguiente procedimiento para la construcción del mismo:

- 1 Se deberá realizar una demolición de la construcción y posteriormente un corte de 0.40 m en todo el predio, el material producto de corte deberá retirarse de la obra ya que se encontrará contaminado con escombros.**
- 2 De acuerdo con los niveles de proyecto se deberá revisar: a) Si una vez hecho es necesario realizar un corte extra este se deberá realizar garantizando la subrasante, base y pavimento (espesor total de 55 cm). b) Si una vez hecho el corte, es necesario elevar el nivel del terreno natural, se deberá utilizar material de calidad sub rasante para alcanzar el nivel de desplante de las capas del pavimento. Este material deberá colocarse en capas no mayores de 20 cm y compactarse hasta alcanzar un grado de compactación mínimo del 98% del peso volumétrico seco máximo del material con una humedad óptima. El terreno natural deberá compactarse minimamente al 90% de su PVSM antes de la colocación de la plataforma.
- 3 Se realizarán las excavaciones necesarias para colocar los diferentes tipos de tuberías de servicios, hecho esto se procederá a rellenar las zanjas con material de buena calidad y deberá compactarse en capas no mayores de 20 cm hasta alcanzar un grado de compactación mínimo del 98 % del peso volumétrico seco máximo del material.
- 4 Terminada la colocación de las instalaciones, se colocará una capa de 20 cm de material subrasante que deberá compactarse hasta alcanzar un grado de compactación mínimo del 98% del peso volumétrico seco máximo.**
- 5 Terminada la colocación de la subrasante, se colocará una capa de 20 cm de material de base de buena calidad que deberá compactarse hasta alcanzar un grado de compactación mínimo del 100% del peso volumétrico seco máximo.**

6 Si el lapso de tiempo entre la terminación de la colocación de la base y la colocación de la superficie de rodamiento es mayor de dos días, se recomienda la colocación de un riego de impregnación con una emulsión asfáltica a razón de 1.5 lts/m², sobre la base hidráulica con el fin de evitar pérdidas de humedad y como consecuencia pérdida de compactación.

7 Por último se colocará una losa de concreto hidráulico, que tendrá un espesor de 15 cm y una resistencia correspondiente a un módulo de ruptura $MR = 38 \text{ Kg/cm}^2$.

8 Se recomienda en todos los casos verificar el grado de compactación de las capas con el apoyo de un laboratorio de control de calidad.

Es importante mencionar que los espesores de la base y el concreto no deberán modificarse por ningún motivo, mientras que el espesor de la sub - rasante podrá variar de acuerdo con los niveles de proyecto pero nunca deberá ser menor de 20 cm., y en todos los casos el proceso de compactación deberá garantizar un mínimo del 98 % del peso volumétrico seco máximo, con una humedad óptima.

ESPECIFICACIONES PARA RELLENOS DE LOS PAVIMENTOS

Los materiales empleados en rellenos deberán satisfacer los siguientes requisitos:

Para la colocación de material subrasante se cumplirán los requisitos que se establecen en la tabla No. 1 de la NORMA N-CTM-1-03/02; En la cual se establece que: El tamaño máximo del agregado es 76 mm; El porcentaje de límite líquido máximo aceptable es 40 %; El porcentaje de Índice Plástico aceptable es 12 %; El porcentaje de soporte de California (CBR) mínimo aceptable es de 20 % en especímenes compactados dinámicamente al porcentaje de compactación de dicha tabla, con un contenido de agua igual al de material en el banco a 1.50 m de profundidad; el porcentaje de Expansión máxima aceptable es de 2% ; el grado de compactación aceptable es de 100 ± 2 % respecto a la masa volumétrica obtenida mediante la prueba AASHTO Estándar, del material compactado con el contenido de agua óptimo.

Para la colocación de material Subbase deberá cumplir las características granulométricas que se establecen en la tabla No. 1 y se muestran en la figura No. 1, y con los requisitos de calidad que se presentan en la tabla No. 2, todos ellos establecidos en la NORMA N-CTM-4-02-001/16. Ver requisitos granulométricos en la figura No.

7 del Anexo No. 1.

En esta norma se establece que: El porcentaje de Límite líquido máximo aceptable es de 25%; El porcentaje de Índice Plástico aceptable es de 6 %; El porcentaje de soporte de California (CBR) mínimo aceptable es 60% en especímenes compactados dinámicamente al porcentaje de compactación de dicha tabla; el porcentaje de Equivalente de arena mínimo aceptable es 40 %; Desgaste Los Ángeles máximo aceptable varía de 40 % determinado con los procedimientos de prueba que correspondan (Normas SCT); el grado de compactación aceptable es de 100 % respecto a la masa volumétrica obtenida mediante la prueba AASHTO Modificada, del material compactado con el contenido de agua óptimo.

Para la colocación de material Base, se deberán cumplir con los requisitos de calidad que se establecen en la NORMA N-CTM-4-02-002/20 que en resumen establece lo siguiente: los materiales deberán cumplir las características granulométricas que se establecen en la tabla No. 1 y se muestran en la figura No. 1 de dicha norma cuando la superficie de rodamiento sea de concreto hidráulico. Ver la figura No.

8 del Anexo No. 1.

Los requisitos de calidad de los materiales para Base, cuando la superficie de rodamiento es de concreto hidráulico se resume en la tabla No. 2 de la norma, en la cual se tiene que; El porcentaje de Límite líquido máximo aceptable es de 25%; El porcentaje de Índice Plástico aceptable es de 6 %; El porcentaje de soporte de California (CBR) mínimo aceptable es de 80% en especímenes compactados dinámicamente al porcentaje de compactación de dicha tabla; el porcentaje de Equivalente de arena mínimo aceptable es de 40%; el porcentaje de desgaste en la máquina de Los Ángeles máximo aceptable es 35% determinado con los procedimientos de prueba que correspondan (Normas SCT); el porcentaje de partículas alargadas y lajeadas máximo es de 40%; el grado de compactación aceptable es de 100 % respecto a la masa volumétrica obtenida mediante la prueba AASHTO Modificada, del material compactado con el contenido de agua óptimo.

ESPECIFICACIONES PARA CONCRETO DE LOS PAVIMENTOS

Para la losa de concreto del pavimento se deberán cumplir las siguientes especificaciones:

A) Cimbras o moldes

- El concreto se vaciará en moldes metálicos rígidos e indeformables. Antes del vaciado se aplicará un desmoldante en su superficie de contacto no debiendo retirarse ni removerse antes de que el concreto haya endurecido lo suficiente para evitar su deterioro en la maniobra respectiva.

B) Colocación y vibrado

- Antes de la colocación del concreto, en el caso de aplicarse éste directamente sobre la base, deberá regarse ésta perfectamente hasta saturarla de humedad, sin que se formen charcos.
- En el caso de colocarse sobre superficie protegidas con plástico o impregnadas, se cuidará que previamente hayan sido perfectamente limpiadas y niveladas con aparato topográfico conforme al proyecto.

- La mezcla se distribuirá uniformemente sobre la base preparada y se consolidará usando vibradores de inmersión portátiles o regla vibradora para el acabado superficial. Después del paso de la regla vibratoria se deberá correr un escantillón que permita observar las deficiencias superficiales que tendrán que corregirse de inmediato.
- Para el aplanado se usarán llanas grandes y con mango largo, que permitan su manejo desde fuera de los moldes. Cuando el pavimento presente inclinación, el colado deberá realizarse en forma inversa pendiente (de abajo hacia arriba).
- El acabado deberá realizarse antes de que el concreto pierda su estado plástico, sin agregar agua a la superficie ni espolvorear cemento. Tampoco deberá realizarse en presencia de sangrado.
- El afinado se debe ejecutar mediante bandeo y/o escobillado perpendiculares al eje de la losa. En pendientes mayores del 5 % (cinco por ciento) el acabado será rugoso.
- En ninguna circunstancia se permitirá el colado del concreto que haya comenzado a fraguar.

C) Curado

- Para aquellas superficies de concreto que no estén en contacto con la cimbra, debe aplicarse uno de los siguientes métodos inmediatamente después de la terminación de la colocación y acabado del mismo, preferentemente cuando la superficie del concreto haya perdido su brillo:
 - * Rociado continuo.
 - * Aplicación de telas absorbentes que se deben mantener humedecidas constantemente.
 - * Aplicación de arena que se debe mantener humedecida constantemente.

El curado de acuerdo con los incisos anteriores debe continuar durante al menos 7 (siete) días o el tiempo necesario para que el concreto alcance el 65% (sesenta y cinco por ciento) de la resistencia especificada.

D) Protección del concreto

- No se abrirán las calles hasta que el cemento adquiera la resistencia de proyecto, para lo cual se tomarán las precauciones correspondientes.

E) Juntas

- Las juntas en los pavimentos de concreto son las responsables del control del agrietamiento, así como de mantener la capacidad estructural del pavimento y su calidad de servicio en los mas altos niveles al menor costo anual.
- La modulación de las losas de concreto va a estar regida por las juntas transversales de contracción que a su vez depende del espesor del pavimento. La separación máxima entre juntas transversales deberá ser de **24 a 36 veces el espesor de la losa o 5.0 m**, la que sea menor. Se deben mantener losas tan cuadradas como sea posible, ya que las angostas tienden a agrietarse con mayor facilidad.
- La formulación de juntas transversales es mediante el corte con discos de diamante. Primero se realiza un corte cuando el concreto tiene un cierto grado de endurecimiento y las contracciones son inferiores a aquellas que causan el agrietamiento, el corte deberá ser de al menos un tercio del espesor de la losa ($D/3$) y tener un ancho mínimo de $1/8"$ (3 mm). El corte se iniciara tan pronto como el concreto haya desarrollado la suficiente resistencia para resistir los desmoronamientos en los bordes de la junta, que generalmente sucede entre las **4 y 12 horas después de colocado el concreto**. Posteriormente se realiza un corte adicional para formar el deposito de la junta de contracción, el cual deberá efectuarse cuando menos 72 horas después del colado y deberá realizarse con un espesor del doble del inicialmente realizado y con una profundidad de la mitad de este ultimo.
- Todas las juntas del pavimento se deberán sellar tan pronto como sea posible, la junta debe limpiarse perfectamente sin dejar polvo. Se podrá usar para el sellado cemento asfáltico del número 6 o algún producto comercial similar.

10.2 ZAPATAS

De acuerdo con el capítulo 7.1 se proponen zapatas corridas y aisladas las cuales se desplantarán a 1.50 metros de profundidad a partir de nivel de terreno natural, se pone a consideración el breve procedimiento descrito a continuación.

Se deberá iniciar el proceso de excavación por etapas. Las cuales quedarán a consideración del equipo de excavación utilizado por el contratista, entre otros.

Las excavaciones para las cimentaciones, se deberán efectuar con taludes de reposo, podrán llevarse a cabo con equipo mecánico, excepto los últimos 20 cm que se deberán atacar con herramienta manual. Deberán permanecer abiertas el tiempo mínimo indispensable para la construcción a fin de evitar el intemperismo y/o desintegración del suelo.

Una vez alcanzado el nivel de desplante, se deberá verificar el material existente en el fondo de la excavación tenga un grado de compactación mínimo del 90%, en un espesor de cuando menos 20 cm.

Hecho lo anterior, se deberá colocar una plantilla de 5 cm de espesor a base de concreto $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$.

Para rellenar las excavaciones se podrá usar un material que tenga una calidad similar a la de una sub rasante o una sub base. El material deberá compactarse en capas no mayores de 20 cm hasta alcanzar un grado de compactación mínimo del 98 % del peso volumétrico seco máximo del material, con un contenido óptimo de humedad.

Si se requieren modificar las dimensiones de las cimentaciones o las profundidades de desplante se deberá notificar para realizar los cálculos correspondientes.

Se recomienda que las zapatas aisladas estén ligadas con una contra trabe para disminuir los efectos de las distorsiones angulares en la cimentación.

No se deberá atravesar la trabe de liga de la zapata con tuberías para instalaciones.

10.3 PLATAFORMA DE LOSAS Y FIRMES

Para el apoyo de la losa y firmes en el área de local, será necesario contemplar la construcción de una plataforma de 60 cm de espesor compuesta de material relleno de calidad mínima subrasante. Para su construcción se deberá seguir el siguiente procedimiento:

- 1 Se deberá realizar una demolición de la construcción y posteriormente un corte de 0.40 m en todo el predio, el material producto de corte deberá retirarse de la obra ya que se encontrará contaminado con escombros.
 - 2 De acuerdo con los niveles de proyecto se deberá revisar: a) Si una vez hecho el despalme no es necesario elevar el nivel del terreno natural, se deberá realizar un corte adicional que garantice la colocación del espesor de la plataforma. b) Si una vez hecho el despalme, es necesario elevar el nivel del terreno natural, se deberá utilizar material de calidad sub rasante para alcanzar el nivel de desplante de las capas de la plataforma. Este material deberá colocarse en capas no mayores de 20 cm y compactarse hasta alcanzar un grado de compactación mínimo del 98% del peso volumétrico seco máximo del material con una humedad óptima.
 - 3 En cualquiera de los dos casos anteriores, el espesor mínimo de corte será de 40 cm.
 - 4 Una vez hecho el corte requerido y antes de iniciar con la construcción de las terracerías, se deberá escarificar el suelo existente en una capa de 20 cm, para posteriormente homogenizarse e incorporar humedad hasta alcanzar un contenido de agua correspondiente a la humedad óptima y compactarse hasta alcanzar un grado de compactación mínimo del 90% del peso volumétrico seco máximo del material.
 - 5 **Una vez compactado el terreno natural, se continuará con la construcción de la plataforma que se conformara en capas de 20 cm de material calidad mínima sub - rasante, estas deberán compactarse hasta alcanzar un grado de compactación mínimo del 98 % del peso volumétrico seco máximo con una humedad óptima.**
 - 6 Se recomienda en todos los casos verificar el grado de compactación de las capas con el apoyo de un laboratorio de control de calidad.
- Tomando en cuenta la colocación de una plataforma de material mejorado, las características geotécnicas del sitio y las mediciones realizadas con pruebas de placa en plataformas terminadas, se recomienda utilizar valores de **módulo de reacción de 1750 ton/m³** es actuales de la farmacia.

11. CARACTERIZACION DE LOS MATERIALES.

Con el fin de establecer la factibilidad de que los materiales encontrados en el lugar puedan emplearse en la construcción de plataformas, se deberán atender las siguientes recomendaciones.

UNIDAD	FACTIBILIDAD DE USO
Primera	El material encontrado en la primera unidad corresponde a una arena arcillosa café oscuro, tiene un espesor de 0.50 metros. Este material no es aceptable para usarse como subrasante debido a que está conformado principalmente por finos arcillosos expansivos, por lo que deberá retirarse de la obra y no podrá ser utilizado en ningún proceso constructivo.
Segunda	El material encontrado en la segunda unidad corresponde a una grava arena arcillosa café rojizo (roca intemperizada), tiene un espesor de 1.50 metros. Cuenta con una distribución granulométrica de gravas 56.71%, 34.10% de arenas y 9.19% de finos, cuenta con límites de consistencia inapreciables y un VRS de 18.01% clasificándose según el SUCS como un (GW-GM). Este material no es aceptable para usarse como subrasante debido a que cuenta con un VRS inferior al mínimo establecido por la normativa de la SCT, aunque se podría utilizar como relleno de cepas o material para nivelar el terraplen en zonas bajas del proyecto, por lo que se deberá almacenar el material producto de corte.

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

RECONOCIMIENTO DEL SITIO.

Con base en las condiciones del subsuelo del predio en estudio y las características del proyecto, es posible concluir lo siguiente:

- El área del predio en estudio es de aproximadamente: **161.75 m²**
- El predio presenta las siguientes características:
 - El predio cuenta con una construcción de una planta la cual se usaba anteriormente como local comercial de abarrotes, se encuentra delimitado por las construcciones vecinas y vialidades colindantes
 - El predio se encuentra prácticamente plano sin desniveles apreciables dentro del mismo.
 - El nivel del predio está a nivel de los predios colindantes y por arriba del nivel de las vialidades de acceso.

La zona donde se ubica el predio cuenta con las siguientes características:

- Las vialidades de acceso se encuentran pavimentadas con concreto hidráulico, guarnición y banquetta pública.
- Las vialidades cuentan con pendiente suficiente para el desalojo de las aguas pluviales.
- No se encuentran cuerpos de agua cercanos que puedan representar un problema a la hora de empezar con el proceso constructivo.
- No se observan daños en construcciones colindantes al predio en estudio que pudieran ser causados por el tipo de suelo.

EXPLORACIÓN Y MUESTREO.

- Sobre la base de la exploración, muestreo de suelos y ensayos de laboratorio se pueden describir las unidades estratigráficas del subsuelo.

UNIDAD	DESCRIPCION	PROPIEDADES
PRIMERA	ARCILLA ARENOSA CAFÉ OSCURO	VER TABLA No. 1
SEGUNDA	GRAVA ARENA ARCILLOSA CAFÉ ROJIZO (ROCA INTEMPERIZADA)	

- Cabe mencionar que durante la exploración no se encontró el nivel de aguas freáticas hasta la máxima profundidad explorada en el sondeo realizado.

CIMENTACIONES

- Para el caso de cimentación a base de zapatas corridas y aisladas para el local se deberán seguir las recomendaciones vertidas en el capítulo 7.1 de este informe. La capacidad de carga admisible para las diferentes condiciones se pueden ver en las tablas.

No. 2 y 3 de este informe

- Para el caso de cimentación a base losa de cimentación para el local se deberán seguir las recomendaciones vertidas en el capítulo 7.1 de este informe. La capacidad de carga admisible para las diferentes condiciones se pueden ver en las tablas.

No. 4 de este informe

- Para el caso del anuncio independiente, se recomienda desplantar con **zapata aislada** de acuerdo con las recomendaciones previamente citadas en el capítulo 7.1. La capacidad de carga admisible se resume en la tabla

No. 5 de este informe

- Se recomienda que una vez hecho el análisis estructural, se verifique que la presión de contacto no sobrepase la capacidad de carga para el ancho y profundidad de desplante seleccionada. Con esto se cumplirá el estado límite de falla.
- Si se requieren modificar las dimensiones de las cimentaciones o las profundidades de desplante se deberá notificar para realizar los cálculos correspondientes.
- El asentamiento obtenido para las cimentaciones es admisible de acuerdo con las condiciones de geometría y presión consideradas y las condiciones geotécnicas del sitio. Con esto se cumple con el estado límite de servicio.
(Ver las tablas No. 6 y 7 del inciso 7.2).

EXCAVACIONES (ANUNCIO).

- Las excavaciones para las cimentaciones, se deberán efectuar con taludes de reposo, podrán llevarse a cabo con equipo mecánico, excepto los últimos 20 cm que se deberán atacar con herramienta manual. Deberán permanecer abiertas el tiempo mínimo indispensable para la construcción a fin de evitar el intemperismo y/o desintegración del suelo.
- Una vez alcanzado el nivel de desplante, se deberá verificar el material existente en el fondo de la excavación tenga un grado de compactación mínimo del 90%, en un espesor de cuando menos 20 cm.
- Hecho lo anterior, se deberá afinar la superficie del fondo, para posteriormente colocar una plantilla de 5 cm de espesor a base de concreto $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$.

RELLENOS.

- Para rellenar las excavaciones se podrá usar un material que tenga una calidad similar a la de una sub rasante o una sub base. El material deberá compactarse en capas no mayores de 20 cm hasta alcanzar un grado de compactación mínimo del 98% y 100% respectivamente del peso volumétrico seco máximo del material, con un contenido óptimo de humedad.

BANQUETAS Y FIRMES

- En cuanto a la construcción de banquetas y firmes, se deberán cumplir con los trabajos de corte, tratamiento, espesores, los procedimientos constructivos y las especificaciones citados en este informe.
- Se iniciará el colado de concreto una vez que se hayan cumplido con los requisitos de compactación de las terracerías.
- Las banquetas y firmes se construirán de concreto simple con una resistencia $f'c = 150 \text{ Kg/cm}^2$ o lo indicado en el proyecto; su revenimiento será de 8-10 cm. con T.M.A. de 19 mm (3/4").
- El espesor mínimo de las banquetas y firmes será de 8 cm. y tendrá pendiente hacia las vialidades del 1.5 %. La pendiente especificada deberá estar perfilada desde el concepto de relleno.
- La operación inicial para la construcción de las banquetas y firmes, será la de limpiar y humedecer la base sobre la cual descansará la banqueta, debiéndose compactar y nivelar completamente la base antes de limpiarla y humedecerla. Así mismo se deben de considerar los trabajos referentes a la construcción de rampas para minusválidos, cuyas dimensiones serán indicadas en el proyecto o en su caso en el catalogo de conceptos.
- Las banquetas y firmes podrán colarse continuas o por secciones alternadas a cada 2 metros. En caso de que se construyan continuas a cada 2 metros se hará un corte de 3 milímetros de ancho y 4 cm. de profundidad hasta 30 metros de longitud. Si se construyen alternadas, en cada junta se colocará celotex como junta de dilatación, en todo caso será obligatorio seleccionarlas cada seis metros.
- Las juntas de contracción serán de tal manera que se obtengan cuadros de losa con relación largo/ancho no mayor de 1.5.
- Para la compactación del concreto se deberá usar vibradores del tipo de inmersión (de chicote).

- Para aquellas superficies de concreto que no estén en contacto con la cimbra, debe aplicarse uno de los siguientes métodos inmediatamente después de la terminación de la colocación y acabado del mismo, preferentemente cuando la superficie del concreto haya perdido su brillo:

* Rociado continuo.

* Aplicación de telas absorbentes que se deben mantener humedecidas constantemente.

* Aplicación de arena que se debe mantener humedecida constantemente.

El curado de acuerdo con los incisos anteriores debe continuar durante al menos 7 (siete) días o el tiempo necesario para que el concreto alcance el 65% (sesenta y cinco por ciento) de la resistencia especificada.

- El acabado final de las banquetas y firmes se dará con un rayado por medio de un escobillado recto, que deje una superficie rugosa antiderrapante. No se dará agregando agua a la superficie, ni espolvoreando cemento. Las rampas de minusválidos deberá ir en cada vértice de manzana; el abanico del vértice se colará al último, para dejar en su caso a preparación para los postes eléctricos.

DEL PROYECTO EN GENERAL

- Con referencia a las excavaciones para cimentaciones e instalaciones es conveniente citar que en estado natural, los materiales naturales existentes, en el sitio pueden excavar en taludes verticales hasta profundidades de 2.0 metros sin requerir elementos de soporte, para profundidades mayores es recomendable contemplar contar en obra con elementos de soporte temporales para los trabajos de excavación.
- Las excavaciones se podrán realizar con máquinas retroexcavadoras comunes (Case 580, Caterpillar 416, etc.). **El material de excavación es tipo B hasta la máxima profundidad explorada (2.00 m).**
- Se deberá tener cuidado de no generar daños en las construcciones vecinas, especialmente durante los trabajos de construcción de la cimentación.
- Durante época de lluvias los materiales se vuelven inestables en la realización de excavaciones por lo que es necesario contemplar elementos de soporte temporales para realizar excavaciones mayores a dos metros de profundidad o bien contemplar taludes de reposo en las excavaciones.
- Si no se quieren colocar elementos de soporte temporal se deberá tomar en cuenta durante las excavaciones que los taludes de reposo pueden ser de 60° o menores, sobre todo en presencia de lluvias, por lo que se puede tener un volumen importante de sobre excavación.
- Es importante que el proyecto incluya obras de drenaje que garanticen que los materiales existentes no sufran incrementos sustanciales de agua o bien problemas de erosión.
- Terminada la construcción, se recomienda que se realice una limpieza y nivelación de los predios colindantes para garantizar que el agua pluvial sea conducida lo más rápido posible hacia la zona de drenaje destinada en el predio y evitar su filtración al subsuelo que pudiera generar problemas en la construcción.
- Se recomienda durante la construcción, el apoyo de un laboratorio de control de calidad para que se cumplan con los requerimientos citados en este informe.
- **Se recomienda realizar un estudio hidrológico del sitio que permita conocer la posibilidad de que el predio pueda sufrir inundaciones durante la época de lluvias.**

RESUMEN DE INFORMACIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS

CIMENTACION

TIPO DE CIMENTACIÓN RECOMENDADA:	zapatas corridas				
PROFUNDIDAD DE DESPLANTE:	1.50 m a partir de nivel de terreno natural				
CAPACIDAD DE CARGA :	27.03	ton/m²	Ancho (b)	1.5	m
TIPO DE MATERIAL ENCONTRADO EN EL DESPLANTE DE CIMENTACIONES:	Grava Arena Arcillosa Café Rojizo (Roca Intemperizada)				
TIPO DE CIMENTACIÓN RECOMENDADA:	Losa de cimentación				
PROFUNDIDAD DE DESPLANTE:	0.25 m	Sobre plataforma de 0.40 m de mejoramiento			
CAPACIDAD DE CARGA:	12.70	ton/m²	Ancho (b)	1.5	m
MODULO DE REACCION:	1750	ton/m³			
TIPO DE MATERIAL ENCONTRADO EN EL DESPLANTE DE CIMENTACIONES:	Grava Arena Arcillosa Café Rojizo (Roca Intemperizada)				

EN CASO DE EXISTIR ANUNCIO CONSIDERAR;

CAPACIDAD DE CARGA EN ANUNCIO:	42.85	ton/m ²
PROFUNDIDAD DE DESPLANTE ANUNCIO:	2.0	m
ANCHO DE ZAPATA DE ANUNCIO:	2.0	m
TIPO DE MATERIAL ENCONTRADO EN EL DESPLANTE DE CIMENTACIONES:	Grava Arena Arcillosa Café Rojizo (Roca Intemperizada)	

TERRACERIAS EN AREA DE LOCAL

ESPEJOR MÍNIMO DE CORTE EN ÁREA DE LOCAL.	0.40	(m)
ESPEJOR MÍNIMO DE PLATAFORMA PARA COLOCACION DE LOSA DE CIMENTACION	0.60	(m)
ESPEJOR MÍNIMO DE PLATAFORMA PARA COLOCACION DE FIRMES	0.60	(m)

CONSIDERACIONES PARA LA COLOCACIÓN DE LA PLATAFORMA:

El material de relleno deberá ser calidad mínima subrasante de acuerdo con los requerimientos de la S.C.T. El cual deberá ser colocado en capas de 0.20 metros con equipo de compactación adecuado, se compactara el relleno hasta alcanzar mínimamente el 98% de su peso volumétrico seco máximo con su humedad optima correspondiente. Antes de su colocación se deberá escarificar y compactar el terreno natural en un espesor de 20 cm garantizando mínimamente el 90% de su pvsu con su humedad optima correspondiente.





TERRACERIAS EN AREA DE ESTACIONAMIENTO

ESPESOR MINIMO DE CORTE EN AREA DE ESTACIONAMIENTO **0.40** **(m)**

ESPESOR MINIMO DE PLATAFORMA EN ÁREA DE ESTACIONAMIENTO **0.40** **(m)**

CONSIDERACIONES PARA LA COLOCACIÓN DE LA PLATAFORMA:

Se deberá escarificar y compactar el relleno natural en un espesor de 20 cm garantizando mínimamente el 90% de su pvsm con su humedad optima correspondiente. Terminando la compactación del terreno natural se deberá colocar una capa de 20 cm de material calidad mínima subrasante de acuerdo con los requerimientos de la S.C.T. y se compactara hasta alcanzar mínimamente el 98% de su peso volumétrico seco máximo con su humedad optima correspondiente. Posteriormente se colocara una capa de 20 cm de material calidad base la cual se compactara al 100% de su peso volumétrico seco máximo con su humedad optima correspondiente.

SECCIÓN					
CONCRETO		0.15	m	MR = 38	kg/cm ²
BASE		0.20	m	VRS > 80	%
SUB-RASANTE		0.20	m	VRS > 20	%
TERRENO NATURAL		VARIABLE		VRS 5 a 20	%
TIPO DE MATERIAL EXCAVABLE			B		

Observaciones finales.

Las conclusiones vertidas en este estudio, son resultado de las observaciones del o los sondeos realizados, pruebas de campo y laboratorio. En caso de encontrar cambios durante el procedimiento constructivo, se deberá notificar para emitir las recomendaciones pertinentes.

Se firma este documento, el día 09 de febrero del 2024, en Culiacán, Sinaloa.

Atentamente.



Ingenium Ingenieros Consultores S.C.
ING. ISMAEL RODRÍGUEZ VAZQUEZ
DIRECTOR GENERAL