

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS
EN UN PREDIO DONDE SE PROYECTA
CONSTRUIR UN LOCAL PARA MINISUPER

DENOMINADO "BLVD ROSALES" EN LA CIUDAD DE GUAMUCHIL
MUNICIPIO SALVADOR ALVARADO, 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 LOSAS 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 **Viviana Larios**, se realizó este estudio de mecánica de suelos en un predio donde se proyecta construir un local minisúper.

Minisúper: Blvd Rosales

Ubicación: Salvador Alvarado, 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 **Guamúchil** 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 Antonio Rosales y Callejón Angostura Sur

Colonia: Zona Centro.

Ciudad: Guamúchil municipio de Salvador Alvarado, Sinaloa.

PRINCIPALES COLINDANCIAS.

Al Norte: Boulevard Rosales

Al Sur: Casa Habitación

Al Oriente: Callejón Angostura Sur

Al Poniente: Local Comercial

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	218.47
Área de tienda	123.00
Área de estacionamiento	86.21
Numero de cajones	5

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.

En la figura No. 2 del Anexo No. 1, se presenta un sembrado de la planta arquitectónica del proyecto a desarrollarse.

2. RECONOCIMIENTO DEL SITIO.

El área del predio en estudio es de aproximadamente:

218.47 m²

El predio presenta las siguientes características:

- Actualmente el predio se encuentra con la construcción de dos locales comerciales de comida, cuenta con maleza superficial, el predio se encuentra delimitado con las vialidades colindantes y una malla ciclonica que rodea los locales.
- El predio se encuentra prácticamente plano sin desniveles apreciables dentro del mismo.
- El predio está a nivel de los predios colindantes y por arriba de las vialidades de acceso.

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

- El Boulevard Antonio Rosales, el cual es la vialidad de acceso principal se encuentra pavimentado con concreto hidráulico, guarnición y banquetta pública, mientras que el Callejón Angostura Sur se encuentra pavimentado con carpeta asfáltica, guarnición y banquetta pública.
- Las vialidades cuentan con pendiente suficiente para el desalojo de las aguas pluviales.
- A aproximadamente 800 metros del predio se encuentra ubicado el Río Evora, el cual podría llegar a afectar el buen comportamiento de la estructura.
- 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 región de **Guamúchil** se caracteriza por una gran variedad de rocas con edades que varían desde el Paleozoico Superior hasta el Holoceno, incluyen meta-volcanosedimentarias, volcanosedimentarias, sedimentarias, ígneas intrusivas y extrusivas.

De acuerdo con la información de cortes litológicos de pozos, geofísica y de geología superficial recabada en el acuífero y por correlación con los acuíferos vecinos, es posible definir que el acuífero se encuentra alojado, en su porción superior, en los sedimentos aluviales y fluviales de granulometría variada, litorales, eólicos y lacustres, que constituyen el lecho y llanura de inundación del Río Mocorito y la planicie costera.

La porción inferior se aloja en una secuencia de rocas ígneas volcánicas de litología muy variada que comprende andesitas, riolitas, tobas, brechas volcánicas y basaltos, rocas sedimentarias como areniscas y conglomerados, que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento.

En la fig. No. 3 del Anexo No.1, se representa un esquema de la geología regional del municipio y la simbología del tipo de suelo.

Geomorfología

La superficie cubierta por el acuífero se caracteriza por presentar bajo relieve representado por valles y pequeños lomeríos. Las geoformas son variadas, ya que tanto las rocas intrusivas y metamórficas se identifican por constituir lomeríos de pendientes suaves producto del intenso intemperismo. Las rocas volcánicas y calcáreas, que conforman las mayores elevaciones, presentan relieves escarpados y pendientes abruptas producto de fallamientos verticales.

En la zona de planicie, el Río Mocorito ha depositado materiales deltaicos, formando numerosos meandros que hacia su desembocadura se vuelven divagantes, dejando huellas de antiguos cauces, que en muchos casos han sido rehabilitados como drenes agrícolas. Estos cauces por lo general tienen la forma típica de "u" que caracteriza a las planicies en etapa de madurez avanzada. En la zona de transición con la Sierra Madre Occidental, la planicie costera presenta una topografía de lomeríos aislados de más de 20 metros de altura, que disminuyen gradualmente hasta 10 m en promedio, hasta volverse semiplana, hacia la zona costera. Los rasgos montañosos se inician a la altura del poblado Mocorito y al sureste de la ciudad de Guamúchil donde se observan elevaciones hasta de 250 msnm en promedio, n relieves más accidentados.

En la figura No. 4 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.

La zona en estudio donde se encuentra el sitio, es característica de depósitos arcillosos de consistencia relativa media a firme que son producto del intemperismo químico avanzado de la roca basal existente en el sitio y que suelen tener características expansivas. Estos materiales están subyacidos por capas de roca intemperizada de menor grado y la roca basal.

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 LOCAL

En la figura No. 5 del Anexo No. 1, se presenta la ubicación del sondeo realizado.

Muestreo realizado:

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

SE REALIZARON CALAS VOLUMETRICAS EN EL SEGUNDO Y TERCER ESTRATO DEL PCA-1 PARA DETERMINAR EL PESO VOLUMETRICO NATURAL DEL MATERIAL.

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 los sondeos correspondientes.

(Ver la figura No. 6 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 y consistencia relativa** a partir de pruebas realizadas en campo y ensayos en 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	TERCERA
	ARCILLA ARENOSA CAFÉ CLARO CON GRAVAS (RELLENO)	ARCILLA ARENOSA CAFÉ OSCURO	GRAVA ARENA ARCILLOSA CAFÉ OSCURO
SONDEO	PCA-1	PCA-1	PCA-1
ESPESOR	0.40	1.20	0.40
COMPACIDAD RELATIVA	ESTRATO DE OBSERVACIÓN		COMPACTA
CONSISTENCIA RELATIVA		RIGIDA	
GRAVAS%		1.12	45.26
ARENAS%		1.12	29.03
FINOS %		19.41	25.71
CONTENIDO DE AGUA, %		79.47	11.18
LÍMITE LÍQUIDO, %		58.08	50.33
LÍMITE PLÁSTICO %		22.88	13.92
DENSIDAD DE SÓLIDOS		2.50	2.60
PESO VOL. NATURAL, t/m ³		1.55	1.66
PESO VOL. MÍNIMO, t/m ³			1.23
PESO VOL. MÁXIMO, t/m ³			1.74
RELACION DE VACÍOS (e)		1.89	0.74
POROSIDAD (n)		0.65	0.42
GRADO DE SATURACIÓN (G _w)		105.27	39.38
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.		(CH)	(GC)

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:

- Zapatas corridas las cuales deberán estar desplantadas a 1.50 metros de profundidad a partir de nivel actual del terreno natural sobre la tercera unidad estratigráfica.

- Zapatas aisladas las cuales deberán estar desplantadas a 1.50 metros de profundidad a partir de nivel actual de terreno natural sobre la tercera unidad estratigráfica.

- Losa de cimentación la cual deberá ser desplantada a 0.25 metros de profundidad a partir de nivel de piso terminado sobre una plataforma de 0.60 metros de espesor de material calidad mínima subrasante.

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 a su **consistencia relativa rigida**, se establecieron conservadoramente los siguientes parámetros mecánicos para la segunda unidad estratigráfica:

Unidad influenciada por la carga: Segunda unidad estratigráfica

Cohesión del suelo: 2.00 ton/m²

Ángulo de fricción interna: 22 °

Para la cimentación en local y de acuerdo a su **compacidad relativa compacta**, se establecieron conservadoramente los siguientes parámetros mecánicos para la segunda unidad estratigráfica:

Unidad influenciada por la carga: Tercera unidad estratigráfica

Cohesión del suelo: 1.50 ton/m²

Ángulo de fricción interna: 26 °

En el Anexo No. 3 se presentan los resultados de los ensayos requeridos para determinar los parámetros de resistencia de las unidades encontradas.

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	Coefficiente 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	Coefficiente 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	Coefficiente 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 1:

TIPO DE CIMENTACIÓN: Zapatas Corridas

PROFUNDIDAD DE DESPLANTE: 1.50 metros.

EMS LOCAL MINISUPER BLVD ROSALES

TIPO DE CIMENTACIÓN: ZAPATAS CORRIDAS

c_u	1.50	t/m ²	Cr < 70%	α	0.67
ϕ^*	26.00	grados	Cr ≥ 70%	α	1.00
Cr		%			
α	1.00		p_v	2.50	t/m ²
Φ	26.00	grados	u	0.00	t/m ²
γ_1	1.66	t/m ³	p'_v	2.50	t/m ²
γ_2	1.66	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	12.201	12.568	18.90
0.80	10.00	1.8750	0.0800	7.652	12.317	12.574	19.33
1.00	10.00	1.5000	0.1000	7.196	12.432	12.579	19.92
1.10	10.00	1.3636	0.1100	7.034	12.490	12.580	20.26
1.20	10.00	1.2500	0.1200	6.900	12.548	12.581	20.60
1.50	10.00	1.0000	0.1500	6.618	12.721	12.582	21.71
2.00	10.00	0.7500	0.2000	6.361	13.011	12.573	23.65
2.50	10.00	0.6000	0.2500	6.232	13.300	12.554	25.65

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 2:

TIPO DE CIMENTACIÓN: Zapatas aisladas

PROFUNDIDAD DE DESPLANTE: 1.50 metros.

EMS LOCAL MINISUPER BLVD ROSALES

TIPO DE CIMENTACIÓN: ZAPATAS AISLADAS

c_u	1.50	t/m ²	Cr < 70%	α	0.67
ϕ^*	26.00	grados	Cr ≥ 70%	α	1.00
Cr		%			
α	1.00		p_v	2.49	t/m ²
Φ	26.00	grados	u	0.00	t/m ²
γ_1	1.66	t/m ³	p'_v	2.49	t/m ²
γ_2	1.66	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	17.636	10.907	24.20
1.00	1.00	1.5000	1.0000	8.353	17.636	10.907	24.58
1.20	1.20	1.2500	1.0000	8.031	17.636	10.907	25.04
1.50	1.50	1.0000	1.0000	7.710	17.636	10.907	25.83
2.00	2.00	0.7500	1.0000	7.389	17.636	10.907	27.25
2.50	2.50	0.6000	1.0000	7.196	17.636	10.907	28.73
2.80	2.80	0.5357	1.0000	7.113	17.636	10.907	29.64
3.00	3.00	0.5000	1.0000	7.068	17.636	10.907	30.25

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 3:

TIPO DE CIMENTACIÓN: Losa de cimentación

PROFUNDIDAD DE DESPLANTE: 0.25 metros.

EMS LOCAL MINISUPER BLVD ROSALES

TIPO DE CIMENTACIÓN: LOSA DE CIMENTACIÓN

c_u	2.00	t/m ²	Cr < 70%	α	0.67
ϕ^*	22.00	grados	Cr ≥ 70%	α	1.00
Cr		%			
α	1.00		p_v	0.49	t/m ²
Φ	22.00	grados	u	0.00	t/m ²
γ_1	1.95	t/m ³	p'_v	0.49	t/m ²
γ_2	1.95	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	8.011	7.106	7.17
0.80	10.00	0.3125	0.0800	5.644	8.074	7.098	7.58
1.00	10.00	0.2500	0.1000	5.590	8.137	7.088	8.04
1.10	10.00	0.2273	0.1100	5.573	8.169	7.083	8.27
1.20	10.00	0.2083	0.1200	5.562	8.200	7.077	8.51
1.50	10.00	0.1667	0.1500	5.547	8.295	7.060	9.23
2.00	10.00	0.1250	0.2000	5.558	8.453	7.028	10.45
2.50	10.00	0.1000	0.2500	5.590	8.611	6.990	11.66

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 para determinar q_{adm} será igual al ancho del local.

Cimentación de anuncio

TIPO DE CIMENTACIÓN: Zapata Aislada

PROFUNDIDAD DE DESPLANTE: 2.00 metros.

EMS LOCAL MINISUPER BLVD ROSALES

TIPO DE CIMENTACIÓN: ZAPATA AISLADA

c_u	1.50	t/m ²	Cr < 70%	α	0.67
ϕ^*	26.00	grados	Cr ≥ 70%	α	1.00
Cr		%			
α	1.00		p_v	3.33	t/m ²
Φ	26.00	grados	u	0.00	t/m ²
γ_1	1.66	t/m ³	p'_v	3.33	t/m ²
γ_2	1.66	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	Nc	Nq	N_γ	q_{adm} t/m ²
0.80	0.80	2.5000	1.0000	9.638	17.636	10.907	30.29
1.00	1.00	2.0000	1.0000	8.995	17.636	10.907	30.59
1.20	1.20	1.6667	1.0000	8.567	17.636	10.907	31.00
1.50	1.50	1.3333	1.0000	8.138	17.636	10.907	31.73
2.00	2.00	1.0000	1.0000	7.710	17.636	10.907	33.09
2.50	2.50	0.8000	1.0000	7.453	17.636	10.907	34.54
2.80	2.80	0.7143	1.0000	7.343	17.636	10.907	35.43
3.00	3.00	0.6667	1.0000	7.282	17.636	10.907	36.04

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

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: 21.71 ton/m²
presión en la esquina: 10.86 ton/m²

De acuerdo con la estratigrafía encontrada, para el local 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 tercera 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						
TERCERA UNIDAD	2.17	75	0.35	300	1.00	1.91
CUARTA UNIDAD						
QUINTA UNIDAD						
					SUMA:	1.91

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						
TERCERA UNIDAD	1.09	150	0.35	300	1.00	0.48
CUARTA UNIDAD						
QUINTA UNIDAD						
SEXTA UNIDAD						
SUMA:						0.48

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:

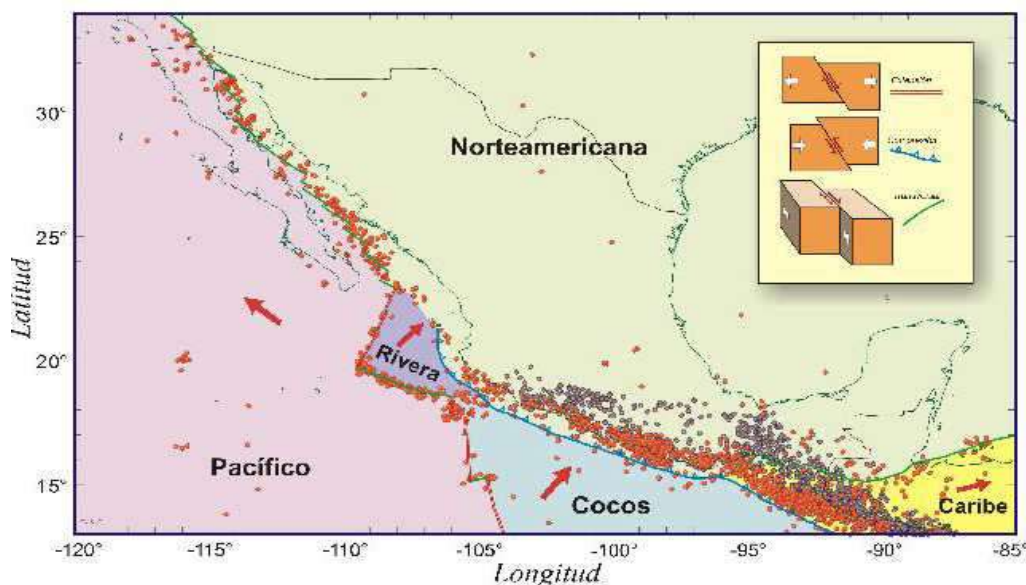
Zona Sísmica: Zona B

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.



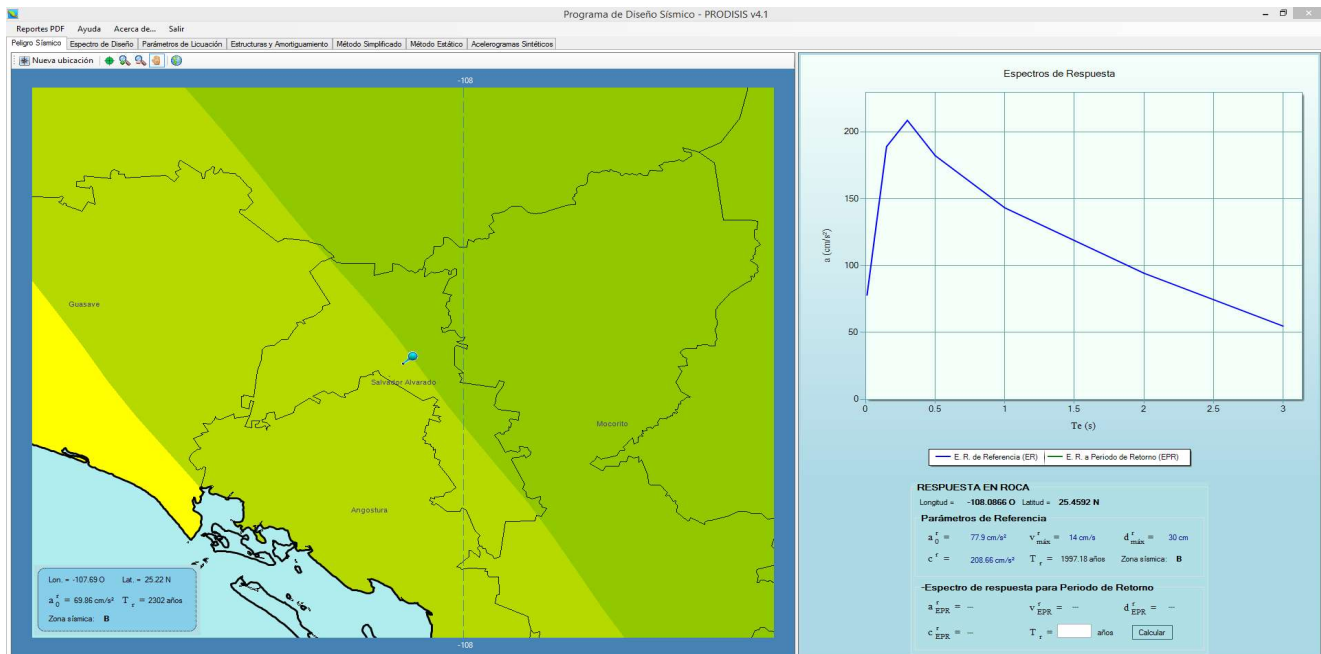
Placas tectónicas en México.

En la figura No. 7 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.

$v_{m\acute{a}x}^r =$ Velocidad

$d_{m\acute{a}x}^r =$ 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 =		-108.0866 O	Latitud = 25.4592 N
Parámetros de Referencia			
$a_0^r =$	77.9 cm/s ²	$v_{m\acute{a}x}^r =$	14 cm/s
$c^r =$	208.66 cm/s ²	$T_r =$	1997.18 años
		$d_{m\acute{a}x}^r =$	30 cm
		Zona sísmica: B	

Parámetros de referencia del sitio.

Tomando en cuenta la estratigrafía encontrada en el sitio compuesta por dos estratos 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** considerando la posición de la roca a una profundidad de 10 m.



	h (m)	ρ (kg/m ³)	vs (m/s)
1	1.60	1,554.00	350.00
2	8.40	1,663.00	380.00

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
 $a_0^r = 77.9 \text{ cm/s}^2$ $c^r = 208.66 \text{ cm/s}^2$
Zona sísmica : B Importancia estructural B ▾

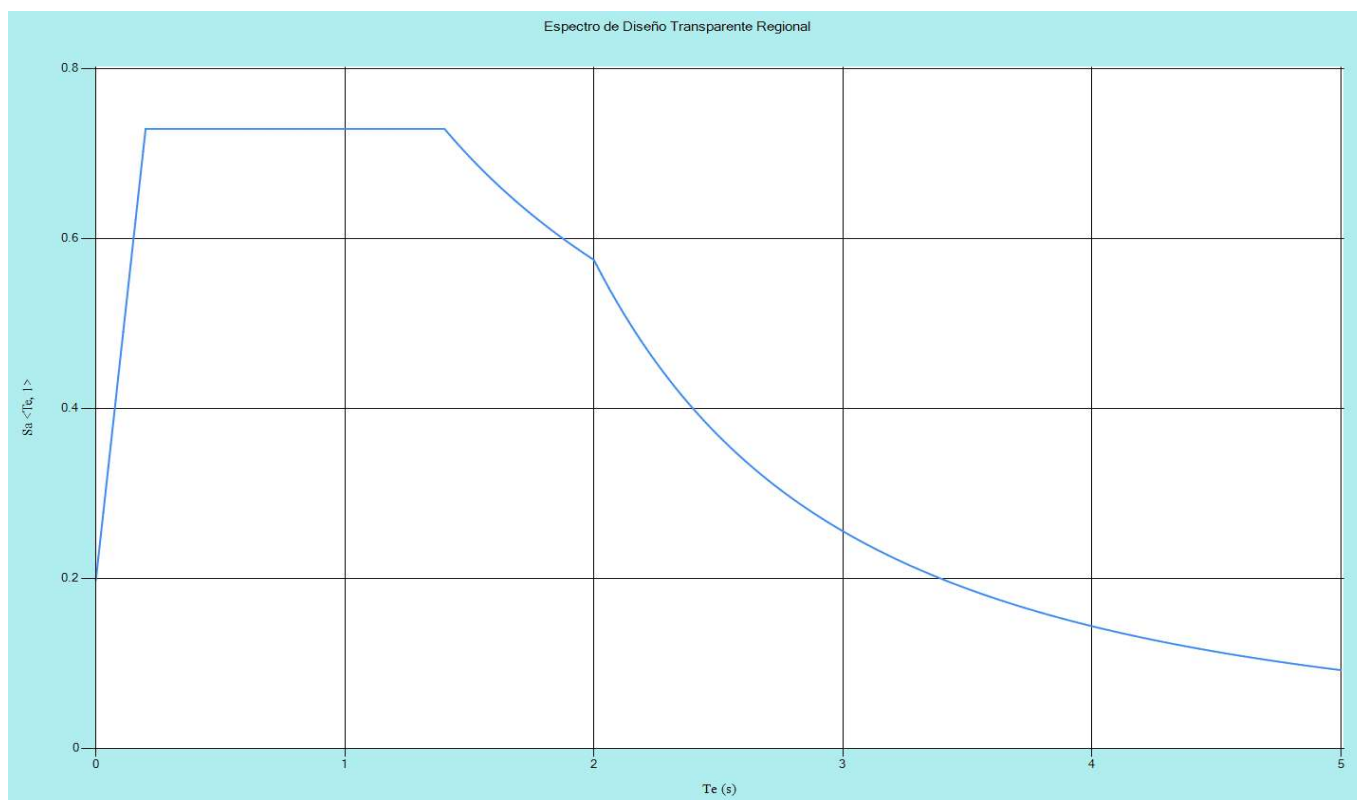
Caracterización del terreno de cimentación
 $v_s = 389.56 \text{ m/s}$ $H_s = 10 \text{ m}$ $T_s = 0.10 \text{ s}$
☒ Estratigrafía Tipo de suelo II

Parámetros espectrales para estructuras A2 y B1
 $F_{Sit} = 2.49$ $F_{Res} = 3.69$
 $a_0 = 193.84 \text{ cm/s}^2$ $c = 714.97 \text{ cm/s}^2$

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 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 en sitio no podrá ser utilizados 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 los locales existentes y posteriormente un corte de 40 cm, este material deberá ser retirado de la obra. Se deberá garantizar la colocación de un cuerpo de pavimento mínimo de 0.40 metros de los cuales 0.20 metros deberá ser calidad mínima subrasante y 0.20 metros calidad mínima base.**
- 2 De acuerdo con los niveles de proyecto se deberá revisar: a) Si una vez hecho el despalme es necesario realizar algún corte extra, este se deberá realizar cortando lo necesario para garantizar una plataforma mínima de 40 cm mas la losa de concreto, en total 55 cm, una vez terminado el corte se deberá compactar el terreno natural en un espesor de 40 mínimamente al 90% de su PVSM y colocar la capa de material subrasante. 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.
- 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 Posteriormente 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 con humedad óptima.**

5 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.

6 **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 $MR = 38 \text{ Kg/cm}^2$.**

7 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 en el caso de la subrasante del 98% y en el caso de la base 100% del peso volumétrico seco máximo y su humedad óptima respectivamente.

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.**

8 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.**

9 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 dos opciones de zapatas, las cuales estarán desplantadas a 1.50 metros de profundidad a partir de nivel de terreno natural sobre la tercera unidad estratigráfica, 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.

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 para posteriormente colocar el mejoramiento

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% y 100% respectivamente 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 los firmes en el área de local, será necesario contemplar la construcción de una plataforma de 60 cm de espesor en el caso de la losa y 40 cm en el caso de los firmes, esta deberá estar compuesta de material relleno de calidad mínima subrasante, se deberá garantizar una compactación mínima del 90% en un espesor de 20 cm del terreno natural para el apoyo de la plataforma de material mejorado. Para su construcción se deberá seguir el siguiente procedimiento:

- 1 Se deberá realizar un corte de 40 cm en todo el predio, el material producto de corte deberá ser retirado del predio.
- 2 De acuerdo con los niveles de proyecto se deberá revisar: a) Si una vez hecho el corte es necesario realizar algún corte extra, este se deberá realizar garantizando una plataforma mínima de 60 cm mas el concreto en el caso de la losa y 40 cm mas el concreto en el caso de los firmes, **una vez terminado el corte se deberá compactar el terreno natural en un espesor de 20 cm mínimamente al 90% de su pvsu y colocar las capas de material subrasante.** 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 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.
- 3 En cualquiera de los dos casos anteriores, el espesor mínimo del corte será de 40 cm.
- 4 **Para la construcción de la plataforma se conformará en capas de material con la calidad de una subrasante con un espesor del 20 cm, que deberá compactarse hasta alcanzar un grado de compactación mínimo del 98 % del peso volumétrico seco máximo con una humedad óptima.**
- 5 La plataforma deberá afinarse para incrementar el contacto losa – plataforma, y que esta última cumpla con su objetivo.
- 6 Si en el lapso de tiempo entre la terminación de la plataforma y la colocación de los firmes es mayor de un día, se recomienda la aplicación de riegos ligeros de agua para mantener las condiciones de humedad y con ello la compactación de la plataforma.
- 7 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 del local.

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 arcilla arenosa café claro con gravas (relleno), se encontró hasta 0.40 metros sobre una losa de concreto con tabiques. Debido a que el material se encuentra contaminado con maleza superficial, se deberá retirar de la obra el material producto de corte y no deberá ser utilizado en ningún proceso constructivo.
Segunda	El material encontrado en la segunda unidad corresponde a una arcilla arenosa café oscuro, con espesor de 1.20 metros. De acuerdo a las pruebas de laboratorio cuenta con una distribución granulométrica de 1.12% de gravas, 19.41% de arenas y 79.47% de finos, con límites de consistencia de 58.08% de límite líquido y 22.88% de límite plástico, clasificándose según el SUCS como una (CH). El material no podrá ser utilizado como subrasante debido a que está conformado principalmente por finos arcillosos expansivos, además de contener límites de consistencia superiores a los establecidos por los parámetros de la SCT.
Tercera	El material encontrado en la tercera unidad corresponde a una grava arena arcillosa café oscuro, este material se encontró hasta la máxima profundidad explorada. De acuerdo a las pruebas de laboratorio cuenta con una distribución granulométrica de 45.26% de gravas, 29.03% de arenas y 25.71% de finos, con límites de consistencia de 50.33% de límite líquido y 13.92% de límite plástico, clasificándose según el SUCS como una (GC). Este material cuenta con un VRS de 19.78% y expansión de 2.09%. El material no podrá ser utilizado como subrasante debido a que tiene límites de consistencia superiores a los establecidos por las normas, además de tener un VRS inferior al mínimo establecido.

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: **218.47 m²**
- El predio presenta las siguientes características:
 - Actualmente el predio se encuentra con la construcción de dos locales comerciales de comida, cuenta con maleza superficial, el predio se encuentra delimitado con las vialidades colindantes y una malla ciclónica que rodea los locales.
 - El predio se encuentra prácticamente plano sin desniveles apreciables dentro del mismo.
 - El predio está a nivel de los predios colindantes y por arriba de las vialidades de acceso.

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

- El Boulevard Antonio Rosales, el cual es la vialidad de acceso principal se encuentra pavimentado con concreto hidráulico, guarnición y banquetta pública, mientras que el Callejón Angostura Sur se encuentra pavimentado con carpeta asfáltica, guarnición y banquetta pública.
- Las vialidades cuentan con pendiente suficiente para el desalojo de las aguas pluviales.
- A aproximadamente 800 metros del predio se encuentra ubicado el Río Evora, el cual podría llegar a afectar el buen comportamiento de la estructura.
- 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 CLARO CON GRAVAS (RELLENO)	VER TABLA No. 1
SEGUNDA	ARCILLA ARENOSA CAFÉ OSCURO	
TERCERA	GRAVA ARENA ARCILLOSA CAFÉ OSCURO	

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

CIMENTACIONES

- El local podrá desplantarse con zapatas corridas y aisladas de acuerdo con 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
- El local podrá desplantarse con losa de cimentación de acuerdo con las recomendaciones vertidas en el capítulo 7.1 de este informe. La capacidad de carga admisible para las diferentes condiciones se pueden ver en la tabla No. 4 de este informe
- Para el caso del anuncio independiente, se recomienda desplantar con **zapata aislada a 2.00 metros de profundidad** 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

límite de servicio.

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.
- **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 excavarse 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.) hasta los 2.00 metros de profundidad.
- Se deberá tener cuidado de no generar daños en las construcciones vecinas, especialmente durante los trabajos de construcción de la cimentación.
- 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:

PROFUNDIDAD DE DESPLANTE:

CAPACIDAD DE CARGA:

MODULO DE REACCION:

TIPO DE MATERIAL ENCONTRADO EN EL DESPLANTE DE CIMENTACIONES:

TIPO DE CIMENTACIÓN RECOMENDADA:

PROFUNDIDAD DE DESPLANTE:

CAPACIDAD DE CARGA:

TIPO DE MATERIAL ENCONTRADO EN EL DESPLANTE DE CIMENTACIONES:

TIPO DE CIMENTACIÓN RECOMENDADA:

PROFUNDIDAD DE DESPLANTE:

CAPACIDAD DE CARGA:

TIPO DE MATERIAL ENCONTRADO EN EL DESPLANTE DE CIMENTACIONES:

Losa de cimentacion

0.25 m Sobre plataforma de 0.60 m de mejoramiento con material calidad subrasante.

9.23 ton/m² Ancho (b) 1.5 m

1750 ton/m³

Arcilla Arenosa Café Oscuro

Zapata corrida

1.50 m A partir de nivel de piso terminado sobre la tercera unidad estratigrafica.

21.71 ton/m² Ancho (b) 1.5 m

Arena Arcillosa Café Rojizo Con Gravas

Zapata aislada

1.50 m A partir de nivel de piso terminado sobre la tercera unidad estratigrafica.

25.83 ton/m² Ancho (b) 1.5 m

Grava Arena Arcillosa Café Oscuro

EN CASO DE EXISTIR ANUNCIO CONSIDERAR;

TIPO DE CIMENTACIÓN RECOMENDADA:

PROFUNDIDAD DE DESPLANTE:

CAPACIDAD DE CARGA:

TIPO DE MATERIAL ENCONTRADO EN EL DESPLANTE DE CIMENTACIONES:

Zapata Aislada

2.00 m A partir de nivel de piso terminado sobre la tercera unidad estratigrafica.

35.52 ton/m² Ancho (b) 3 m

Grava Arena Arcillosa Café Oscuro

TERRACERIAS EN AREA DE LOCAL

ESPEJOR MÍNIMO DE CORTE EN ÁREA DE LOCAL	<u>0.40</u>	(m)
ESPEJOR MÍNIMO DE PLATAFORMA EN ÁREA DE LOCAL	<u>0.60</u>	(m)
ESPEJOR MÍNIMO DE PLATAFORMA EN ÁREA DE FIRMES	<u>0.40</u>	(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 minimamente el 98% de su peso volumétrico seco máximo con su humedad optima correspondiente. **Antes de su colocacion se debera escarificar y compactar el terreno natural en un espesor de 20 cm garantizando minimamente el 90% de su pvsu con su humedad optima correspondiente.**

TERRACERIAS EN AREA DE ESTACIONAMIENTO

ESPEJOR MÍNIMO DE CORTE EN AREA DE ESTACIONAMIENTO	<u>0.40</u>	(m)
ESPEJOR MÍNIMO DE PLATAFORMA EN ÁREA DE ESTACIONAMIENTO	<u>0.40</u>	(m)

Se debera escarificar y compactar el relleno natural en un espesor de 20 cm garantizando minimamente el 90% de su pvsu con su humedad optima correspondiente. Terminando la compactacion del terreno natural se debera 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 minimamente 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 volumetrico seco maximo con su humedad optima correspondiente.

SECCIÓN			
CONCRETO		0.15	m
BASE		0.20	m
SUB-RASANTE		0.20	m
TERRENO NATURAL		VARIABLE	
TIPO DE MATERIAL EXCAVABLE		B	

MR = 38 kg/cm²

VRS > 80 %

VRS > 20 %

VRS 5 a 20 %

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 12 de febrero del 2024, en Culiacán, Sinaloa.

A t e n t a m e n t e.



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