INFORME ESTUDIOS GEOTECNICOS
MUNICIPIO LOS CORDOBA
DEPARTAMENTO DE CORDOBA



PROYECTO:
CONSTRUCCIÓN DE 40 VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL URBANO EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS

FECHA: FEBRERO DE 2021

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE 40 VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL URBANO EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS – DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA

1. INTRODUCCION

El estudio geotécnico comprende la exploración del subsuelo, con los respectivos registros estratigráficos, toma de muestras alteradas e inalteradas para su caracterización tanto física como mecánica como plástica, ensayos de laboratorio, análisis, cálculos, diseños geotécnicos y recomendaciones técnicas para la cimentación y materialización del proyecto para **construcción de 40 viviendas de interés social.**

Todo proyecto de construcción debe involucrar como parte de los estudios y diseños necesarios para llevarlo a feliz termino un estudio de mecánica de suelos. La importancia de este estudio radica en el hecho de que todas las estructuras están soportadas por la masa de suelo subyacente y por lo tanto se requiere conocer las propiedades y características mecánicas de los elementos que lo constituyen. Este trabajo de investigación busca identificar todas estas características.

Por otro lado la NSR10 exige la realización de estudio de mecánica de suelos para todo proyecto de construcción que este incluido dentro de los usos estipulados por dicha normativa, tal y como se indica en el Capítulo H.1.1.2: “Los estudios geotécnicos definitivos son de obligatoria ejecución para todas las edificaciones urbanas pertenecientes a los grupos I, II, III, IV y para las rurales pertenecientes a los grupos II, III y IV definidos en el título A del presente reglamento.”

2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

- El propósito del estudio es realizar una investigación en campo y en laboratorio de las características físicas y mecánicas de los diferentes estratos encontrados en los sondeos con el fin de determinar la competencia mecánica de los mismos para soportar las solicitaciones trasmitidas a través de la cimentación de la edificación.

- Definir la información geotécnica necesaria y suficiente, que permita establecer los parámetros de diseño, para el dimensionamiento geotécnico de la fundación, considerando como criterios de diseño que no falle por capacidad de carga, que no experimente asentamientos excesivos y sea económica y funcional.

- Realizar la clasificación de suelos y obtener los parámetros de resistencias respectivos para el cálculo de la capacidad del suelo de fundación.

- Recomendar el tipo de cimentación y su profundidad de desplante a usar en la edificación y recomendaciones del proceso constructivo.

- Observar los niveles de aguas freáticas o aguas de infiltración, para de esta manera tenerlos en cuenta y o plantear las alternativas del manejo de las mismas para controlar problemas de carácter constructivo y de capacidad de soporte.

- Evaluar la susceptibilidad a la expansión de los suelos encontrados en los sondeos, con el fin de sugerir si es el caso las recomendaciones necesarias con el fin de controlar los posibles efectos de la expansividad.

3. ANTECEDENTES

Por solicitud del propietario del predio donde se adelantará el proyecto de construcción de vivienda unifamiliar de 3 niveles, se realizó el estudio de mecánica de suelos en el Municipio de Los Cordobas, departamento de Córdoba, lugar en donde se desarrollará la construcción de la edificación.

4. DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto contempla la construcción de 40 viviendas de interés social urbano en el municipio de Los Córdobas.

5. RECONOCIMIENTO DE CAMPO

La topografía es plana sin variación significativa en los niveles. No existen fuentes de agua cercana al proyecto que comprometan su integridad, no se evidencian grietas en las edificaciones contiguas al lote del proyecto.

Hidrografía El municipio esta cruzado por los ríos Canalete y Los Córdobas y numerosas quebradas que bajan de la Serranía de Abibe, las cuales casi irremediablemente se secan en el verano a causa de la deforestaciónHidrografía El municipio esta cruzado por los ríos Canalete y Los Córdobas y numerosas quebradas que bajan de la Serranía de Abibe, las cuales casi irremediablemente se secan en el verano a causa de la deforestación

El municipio de los córdobas Está ubicado al noroeste del departamento de córdoba, entre los 8 grados y 54 Minutos de latitud norte y los 76 grados 21 segundos de longitud oeste del Meridiano de greenwich. Teniendo como limites: por el Norte con el mar caribe y El Municipio de Puerto Escondido; por el sur con el Municipio de canalete; por el este con el Municipio de Montería por el oeste con el departamento de Antioquia al (al Municipio de Arboletes). Los córdobas pertenecen a la subregión costanera de la cual forma parte Canalete, Puerto escondido, Moñitos, San bernardo del viento y san antero. La cabecera Municipal se encuentra a 57 kilómetros de Montería.

6. CLIMA

Extensión total: 430 Km2 Km2

Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar): 40 Metros Sobre Nivel Mar.
Temperatura media: Temperatura promedio: 31º Cº C
Distancia de referencia: Distancia de Montería 57 Km
Extensión total: 430 Km2 Km2

7. GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA

La zona norte del litoral Caribe cordobés, y en general el litoral Caribe colombiano, afronta severos problemas de erosión que están afectando de manera significativa las actividades productivas y la infraestructura física de las poblaciones que allí se encuentran (Rangel, 2004). El área de estudio, localizada al NW de Colombia sobre la costa del departamento de Córdoba, entre las coordenadas N09° 19'- W76° 06' y N09° 05'-W76°14', enfrenta una fuerte interacción de los procesos hidrodinámicos con las condiciones geológicas y geomorfológicas del sector, que permiten catalogarla como una zona dinámica donde predomina el retroceso general de la línea de costa.

8. MARCO GEOLOGICO REGIONAL

La zona de estudio se caracteriza por presentar una época de verano (diciembre-abril) con presencia de fuertes vientos procedentes del N-NE cuyas velocidades alcanzan hasta 23 nudos, presentándose lluvias escasas que no sobrepasan los 50 mm/mes. En la época de invierno los vientos son variables en velocidad y dirección y las lluvias son abundantes alcanzando promedios de hasta 270 mm/mes (Molares et al., 2001). En este sector y en general para el Caribe colombiano se siente el efecto de la contracorriente de Panamá, con desplazamientos reportados del orden de 0.7 a 12 nudos dependiendo de la época climática (Restrepo, 2001). El oleaje, controlado principalmente por los vientos del N-NE durante la época de verano, muestra alturas de ola que no sobrepasan los 1.5 m (Javelaud, 1987). Las corrientes litorales tienen una tendencia predominante SW, que cambia temporalmente a NE por la influencia de la contracorriente de Panamá, que se siente a mayores latitudes durante la época húmeda (julio-octubre).

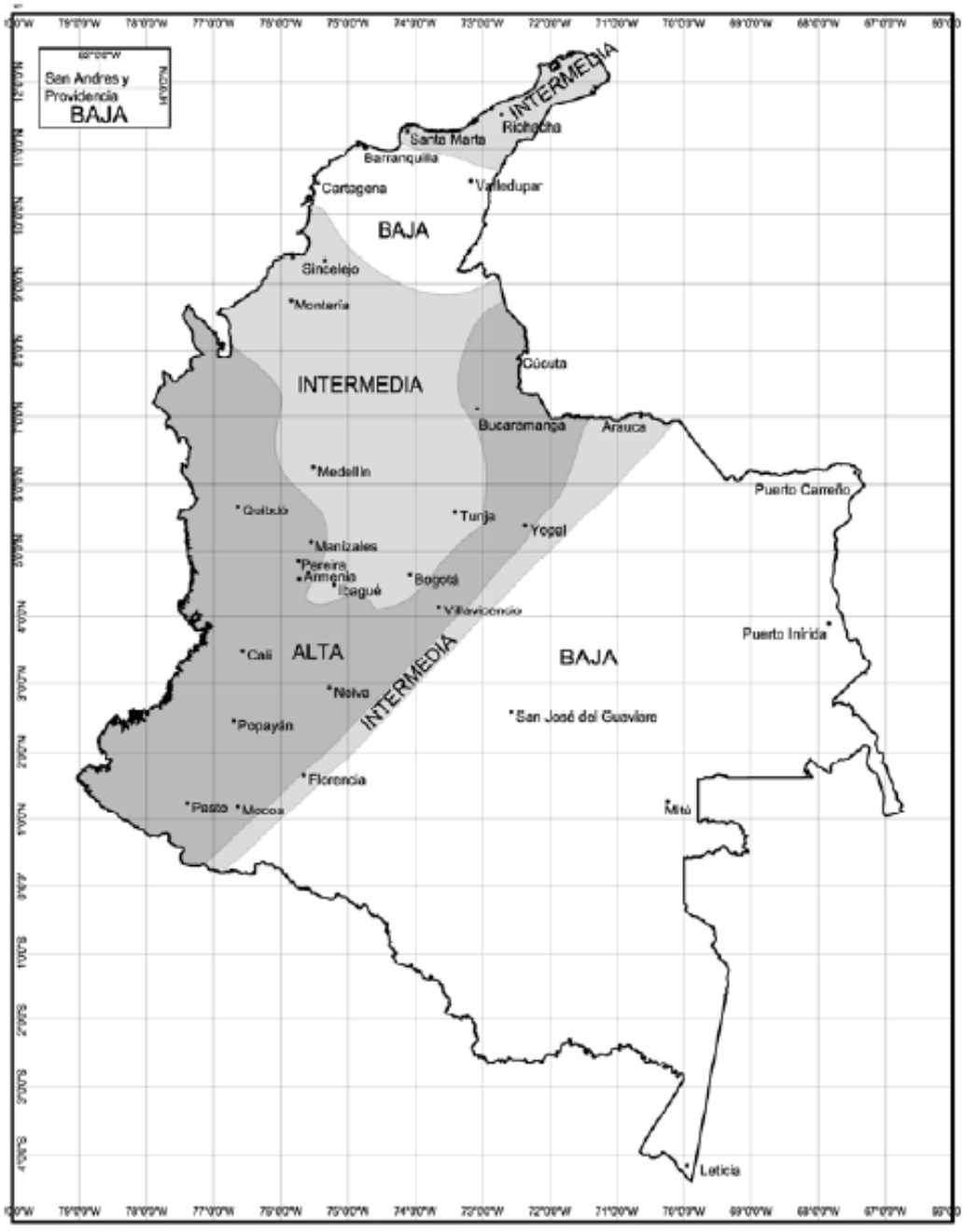
En los aspectos geológicos, la caracterización de los materiales encontrados en los acantilados permitió su correlación con el conjunto de rocas sedimentarias que afloran al norte del departamento de Córdoba y cuyas edades van desde el Mioceno Medio hasta el Holoceno. Entre ellas se tienen:

• Unidad Litoestratigráfica Broqueles, Ngb, (GEOTEC, 2001). Aflora en los alrededores de Paso Nuevo- La Rada, Broqueles-Río Cedro y en el sector sur de río Cedro-Norte de río Mangle. Son principalmente arenitas de grano medio a grueso, color anaranjado a grisáceo, intercaladas con arcillolitas con algunos niveles delgados de óxidos de hierro. La arcillolitas se presentan en capas delgadas ondulosas paralelas en las que se intercalan niveles con alto contenido en óxidos de hierro de color amarillo ocre.

• Unidad Litoestratigráfica Moñitos, Ngmn, (GEOTEC, 2001). Compuesta por una secuencia netamente lutítica, con lentes de arenitas calcáreas e intercalaciones de limolitas. Las lutitas se presentan en capas delgadas a muy gruesas con una laminación plana paralela. Esta unidad aflora principalmente en el sector norte del río Cedro.

• Unidad Litoestratigráfica Cedro. Propuesta en este trabajo como una unidad litoestratigráfica nueva, a diferencia de lo propuesto en estudios anteriores que la catalogan como un depósito coralino. Se define así al estrato de coral que suprayace de manera discordante las rocas de la unidad Moñitos. Aflora desde el norte del río Cedro hasta el sur de Santander de la Cruz y Punta el Coquito. Es un estrato coralino de 1 m de espesor compuesto por corales Diploria clivosa y Siderastrea radians (Pral. y Erhardt, 1985) en posición de vida, con diámetros que varían entre 5 cm y 3 m.

• Unidad Litoestratigráfica Morrocoy-El Pantano, Ngmp, (GEOTEC, 2001). Es una unidad constituida por capas gruesas de arenitas friables que gradan a limolitas, lodolitas y arcillolitas en láminas gruesas. En algunos casos se encuentran lentes de arenitas calcáreas de grano medio a fino. Aflora al sur del río mangle y en el corregimiento de Cristo Rey. Las Unidades Geomorfológicas encontradas al norte del Departamento de Córdoba son de origen fluvial y marino, y en ellas predominan los procesos erosivos sobre los procesos



ZONAS DE AMENAZA SISMICA

Figura 3 - Mapa de zonificación sísmica de Colombia

La Norma Colombiana de construcciones sismo resistentes ubica a Los Cordobas en una zona de amenaza sísmica Intermedia, los coeficientes sísmicos tienen las siguientes magnitudes:

Municipio	**Código Municipio**	**A_a**	**A_v**	**Zona de amenaza**	**A_e**	**A_d**

				Sísmica		
Los Córdobas	23419	0.10	0.20	Intermedia	0.08	0.05
…	…	…	…	…	…	…

Aa = 0.10 (Coeficiente de aceleración pico efectiva
Av = 0.20 (Coeficiente que representa la velocidad horizontal pico de diseño).
Ad = 0.05 (Coeficiente que representa la aceleración pico efectiva para el umbral De daño).
Ae = 0.08 (Coeficiente de aceleración pico efectiva para diseño con seguridad Limitada).

Verificaión cualitativa			Verificación cualitativa	Verificación Cualitativa	Verifiación Cualitativa	VERIFICACION SI CUMPLE SUELO TIPO E				VERIFICACION SUELO TIPO D		VERIFICACION SUELO C		PERFIL DE SUELO
Suelo tipo F1			Suelo tipo F2	Suelo tipo F3	Suelo tipo F4	Arcillas Blandas			Perfil suelo con	Perfil suelo rígido con		Perfiles de suelos muy densos o roca blanda		
Suelo Licuable	Suelo dispersivo o débilmente cementados	Arcillas sensitivas	Turba y arcilla orgánicas o muy orgánicas H>3m	Arcillas de muya alta plasticidad	Arcillas de rigidez mediana a blanda H>36m	H>3m	w>=40%	IP>20	Vs<180m/seg	360>Vs>=180m/s	50>Nprom>=15 o 50KPa>Su prom >=15KPa	760>Vs>=360m/s	Nprom>=50 o Su prom >=100KPa	
NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI	NO	NO	D

El perfil del suelo es D según la normatividad NSR 2010.

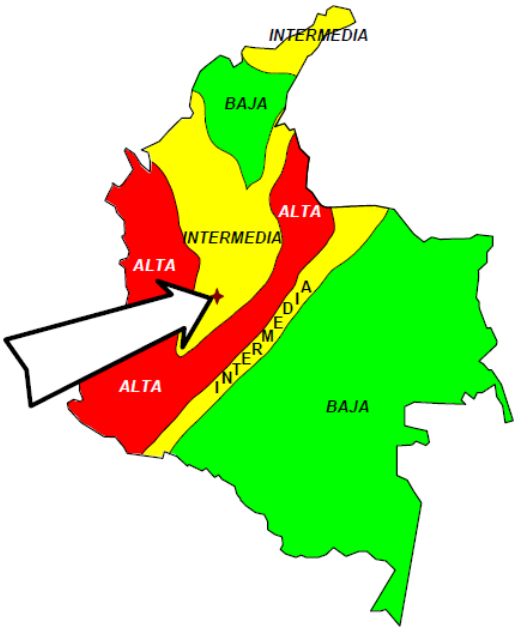
Tabla A.2.4-1
Clasificación de los perfiles de suelo

Tipo de perfil	Descripción	Definición
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360\ m/s > \overline{v}_s \geq 180\ m/s$
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > \overline{N} \geq 15$, o $100\ kPa\ (\approx 1\ kgf/cm^2) > \overline{s}_u \geq 50\ kPa\ (\approx 0.5\ kgf/cm^2)$

Localización epicentral de sismos recientes cercanos con magnitud mayor a 4



Registro de la RSNC de sismo reciente próximo con magnitud mayor a 4



Zona de amenaza sísmica en la que se ubica el proyecto

9. PROGRAMA DE EXPLORACION Y ENSAYOS DE LABORATORIO

La exploración de campo consistió en tres (3) sondeos ubicados en el área del predio a construir. La profundidad de exploración fue de 6.0m para el sondeo 1 al 3 de cada sondeo y 5 sondeos de 2 metros de profundidad.

La exploración en campo se realizó mediante la utilización de un equipo La exploración en campo se realizó mediante la utilización de un equipo de penetración estándar o SPT, es un

tipo de prueba de penetración dinámica, empleada para ensayar el terreno con lavado en los se quiere realizar un reconocimiento geotécnico. Consiste en contar el número de golpes necesarios para que se introduzca a una determinada profundidad una cuchara (cilíndrica y hueca) muy robusta (diámetro exterior de 51 milímetros e interior de 35 milímetros, lo que supone una relación de áreas superior a 100), que permite tomar una muestra, naturalmente alterada, en su interior. El peso de la masa está normalizado, así como la altura de caída libre, siendo de 63'5 kilopondios y 76 centímetros respectivamente. De cada perforación se obtuvo muestras representativas del terreno cada metro de profundidad aproximadamente, con el fin de llevarlas al laboratorio para realizarles las pruebas necesarias para identificar las propiedades y características del terreno de fundación

Los ensayos de laboratorio realizados a las muestras extraídas en campo se desarrollaron acorde al procedimiento estandarizado de las siguientes normas:

ENSAYO	NORMA	EQUIPOS
Tamizado mecánico	I.N.V. E-123-07	Tamices de malla cuadrada, horno, recipientes, balanzas con sensibilidad de 0.01g y 0.1%
Límite líquido	I.N.V. E-125-07	Cazuela de Casagrande, vidrio, espátula, ranurador, recipientes, balanza y horno
Límite plástico	I.N.V. E-126-07	Balanza, recipientes, horno, agua destilada, vidrio o superfice para para enrollamiento
Determinación de la Humedad	I.N.V. E-122-07	Horno, balnaza, recipientes
Compresión inconfinada	I.N.V. E-152-07	Aparato de compresión, balanza, horno

El programa de exploración en campo y las pruebas de laboratorio contemplan lo siguiente:

PROGRAMA DE EXPLORACIÓN	CANTIDAD
Perforaciones con equipo de Barrenado manual	8
Pruebas de compresión simple	0
SPT realizadas	28
Contenido de humedad	28
Límites de Atterberg	28
Granulometrías	28

Tabla 1 – Programa de exploración y ensayos

10. PERFIL ESTRATIGRAFICO

Los perfiles estratigráficos de los sondeos se anexan en los documentos que hacen parte del presente informe.

En dichos perfiles se muestra la información geotécnica básica necesaria para la elaboración del presente estudio, tales como espesor del estrato, clasificación, humedades naturales y pesos unitarios húmedos.
A continuación se realiza la descripción de las perforaciones realizadas.

SONDEO 1

MUESTRA	PERFIL	PROFUNDIDAD, M	DESCRIPCION	% HN	GOLPES	PENETROMETRO Kg/cm.	LIMITES %			CLASIFICACIÓN	
							LL	LP	IP	USC	AASHO
		0,0 - 0,30	Capa vegetal								
1 STP	GC	0,30 - 1,00	Grava arcillosa color roja	4.20	8 - 10 - 12		54.55	22.91	31.63	GC	A - 2 - 6
2 STP	CL - ML	1,50 - 2,00	Limo arcilloso color amarilla con gravas	8.80	11 - 12 - 12		42.50	24.94	17.56	CL - ML	A - 6
3 STP	CL - ML	2,50 - 3,00	Limo arcilloso color amarilla con gravas	12.37	12 - 14 - 15		43.52	21.86	21.65	CL - ML	A - 6
4 STP	CL - ML	3,50 - 4,00	Limo arcilloso color amarilla con gravas	10.20	14 - 15 - 17		46.80	17.28	29.51	CL - ML	A - 6
5 STP	CL - ML	4,50 - 5,00	Limo arcilloso color amarilla con gravas	13.20	16 - 18 - 22		38.97	21.72	17.25	CL - ML	A - 6
6 STP	CL - ML	5,50 - 6,00	Limo arcilloso color amarilla con gravas	15.40	17 - 19 - 24		42.57	22.67	19.91	CL - ML	A - 6

SONDEO 2

MUESTRA	PERFIL	PROFUNDIDAD, M	DESCRIPCION	% HN	GOLPES	PENETROMETRO Kg/cm.	LIMITES %			CLASIFICACIÓN	
							LL	LP	IP	USC	AASHO
		0,0 - 0,30	Capa vegetal								
1 STP	CL	0,30 - 1,00	Arcilla mediana de color amarilla con gravas	19.30	11 - 12 - 14		46.29	32.54	13.75	CL	A - 6
2 STP	CL	1,50 - 2,00	Limo arcilloso amarilla con pequeñas gravas	13.04	12 - 14 - 16		43.88	21.85	22.04	CL	A - 7 - 6
3 STP	ML - CL	2,50 - 3,00	Limo arcilloso amarilla con pequeñas gravas	16.67	12 - 14 - 15		42.17	22.31	19.85	ML - CL	A - 6
4 STP	ML - CL	3,50 - 4,00	Limo arcilloso amarilla con pequeñas gravas	19.13	13 - 14 - 15		37.92	23.98	13.94	ML - CL	A - 6
5 STP	ML - CL	4,50 - 5,00	Limo arcilloso amarilla con pequeñas gravas	20.64	15 - 18 - 20		37.00	22.05	14.95	ML - CL	A - 6
6 STP	ML - CL	5,50 - 6,00	Limo arcilloso amarilla con pequeñas gravas	24.07	16 - 19 - 21		39.94	22.94	17.00	ML - CL	A - 6

SONDEO 3

MUESTRA	PERFIL	PROFUNDIDAD, M	DESCRIPCION	% HN	GOLPES	PENETROMETRO Kg/cm.	LIMITES %			CLASIFICACIÓN	
							LL	LP	IP	USC	AASHO
		0,0 - 0,30	Capa vegetal								
1 STP	CL - ML	0,30 - 1,00	Limo arcilloso amarilla con pequeñas gravas	13.56	8 - 9 - 11		40.22	25.72	14.50	CL - ML	A - 6
2 STP	ML	1,50 - 2,00	Limo arcilloso amarilla con gravas	14.25	10 - 11 - 12		35.70	18.50	17.20	ML	A - 6
3 STP	ML - CL	2,50 - 3,00	Limo arcilloso amarilla con gravas	15.81	12 - 14 - 14		28.67	18.04	10.63	ML - CL	A - 6
4 STP	ML - CL	3,50 - 4,00	Limo arcilloso amarilla con gravas	11.93	14 - 15 - 20		34.76	22.04	12.72	ML - CL	A - 6
5 STP	ML - CL	4,50 - 5,00	Limo arcilloso amarilla con vetas gravas	15.73	16 - 18 - 20		41.54	21.42	20.12	ML - CL	A - 6
6 STP	ML - CL	5,50 - 6,00	Limo arcilloso amarilla con gravas	17.05	17 - 19 - 22		34.77	20.79	13.98	ML - CL	A - 6

SONDEO 4

MUESTRA	PERFIL	PROFUNDIDAD, M	DESCRIPCION	% HN	GOLPES	PENETROMETRO Kg/cm.	LIMITES %			CLASIFICACIÓN	
							LL	LP	IP	USC	AASHO
		0,00 - 0,50 m	Capa vegetal								
1 SH	ML - CL	1,00 m	Limo arcilloso amarilla con vetas gris claro	28.63	3 - 2 - 3	2.50	44.83	34.14	10.69	ML - CL	A - 7 - 6
2 SH	CL	2,00 m	Arcilla mediana plasticidad con amarilla	21.79	4 - 7 - 8	2.50	44.83	26.21	18.62	CL	A - 7 - 6
			No se encontro nivel freatico a esta profundidad								

SONDEO 5

MUESTRA	PERFIL	PROFUNDIDAD, M	DESCRIPCION	% HN		PENETROMETRO Kg/cm.	LIMITES %			CLASIFICACIÓN	
							LL	LP	IP	USC	AASHO
		0,50 M	Capa vegetal								
1 SH	CL - ML	1,00 M	Limo arcilloso amarilla con vetas gris claro	29.30	P3 - 3 - 3	0.00	44.45	29.56	14.89	CL - ML	A - 7 - 6
2 SH	CL	2,00 m	Arcilla mediana plasticidad con amarilla	22.79	7 - 5 - 5	0.00	45.32	24.35	20.96	CL	A - 7 - 6

SONDEO 6

MUESTRA	PERFIL	PROFUNDIDAD, M	DESCRIPCION	% HN	GOLPES	PENETROMETRO Kg/cm.	LIMITES %			CLASIFICACIÓN	
							LL	LP	IP	USC	AASHO
		0,00 - 1,00 m	Capa vegetal								
1 SH	ML - CL	1,50 - 2,00	Limo arcilloso amarilla con vetas gris claro	28.14	3 - 2 - 3	0.00	44.26	31.24	13.02	ML - CL	A - 6
2 SH	CL	2,00 - 3,00	Arcilla carmelita con vetas gris	21.62	5 - 4 - 6	0.00	45.29	25.00	20.30	CL	A - 7 - 6

SONDEO 7

MUESTRA	PERFIL	PROFUNDIDAD, M	DESCRIPCION	% HN		PENETROMETRO Kg/cm.	LIMITES %			CLASIFICACIÓN	
							LL	LP	IP	USC	AASHO
		0,00 - 0,50 m	Capa vegetal								
1 SH	CL	0,50 - 1,00	Arcilla amarilla con vetas gris claro	18.75	12 - 15-17	0.00	38.61	23.57	15.05	CL	A - 6
2 SH	CL	1,00 - 2,00	Arcilla mediana amarilla con vetas gris	19.56	18-21-22	0.00	39.67	20.92	18.75	CL	A - 6

SONDEO 8

MUESTRA	PERFIL	PROFUNDIDAD, M	DESCRIPCION	% HN		PENETROMETRO Kg/cm.	LIMITES %			CLASIFICACIÓN	
							LL	LP	IP	USC	AASHO
		0,00 - 0,50 m	Capa vegetal								
1 SH	CL	1,00 m	Limo arcilloso amarilla con vetas gris claro	15.68	3 - 3 - 3	1.75	38.27	22.76	15.51	CL	A - 6
2 SH	CL	2,00 m	Arcilla mediana plasticidad con amarilla	19.72	12-22-17	1.75	39.10	21.67	17.43	CL	A - 6

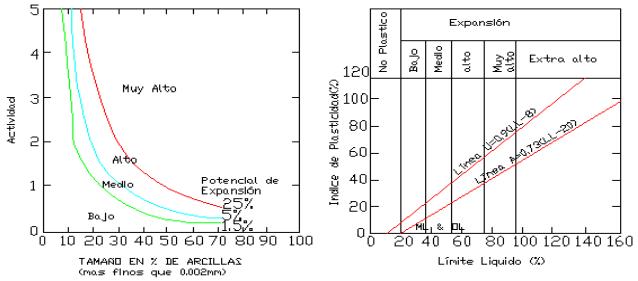
11. RESUMEN DE LOS ANALISIS E INTERPRETACION GEOTECNICA

Como resultado de la tabulación de información producto de los ensayos de laboratorio y la obtenida en campo se puede inferir que los suelos de la zona hasta la profundidad de exploración de acuerdo a las muestras extraídas y ensayadas están conformado por material fino con intercalaciones de suelo granular.
Se deduce que los suelos finos conforman el 100.0% de la masa de suelo subyacente para el apoyo de la edificación.
No se encontró nivel freático a profundidades de 4.0m para los sondeo 1 al 3.
Es importante anotar que los trabajos de exploración fueron realizados en época de invierno.

11.1 EXPANSIVIDAD

Esta condición geotécnica especial consiste en la propiedad de los suelos de contraerse cuando pierden humedad y de expandirse cuando la ganan.

De los criterios para evaluar la expansividad se procedió con el propuesto por Abduljauwad y Al-Sulaimani, basado en criterios que se registraron en gráficas donde se relacionan la expansividad con la actividad y el porcentaje de arcillas; la expansiviad con la succión y el contenido de agua del suelo; la expansión con el índice de plasticidad y el porcentaje de arcillas; la expansión con el límite líquido y el índice de plasticidad.



La evaluación de la susceptibilidad a la expansión de estos estratos se realizó con el análisis de los resultados de los límites de Atterberg y la ubicación de los mismos en la carta de plasticidad y siguiendo los criterios de Abduljauwad y Al-Sulaimani.

11.2 *POTEL DE COLAPSO*

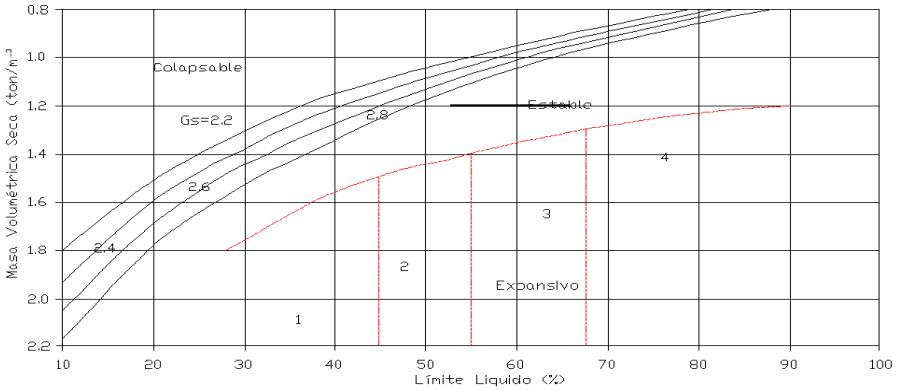
Tabla H.9.1-1
Clasificación de suelos expansivos

Potencial de expansión	Expansión (%) medida en consolidómetro bajo presión vertical de 0.07 kgf/cm^2	Límite líquido LL , en (%)	Límite de contracción en (%)	Índice de plasticidad, IP , en (%)	Porcentaje de partículas menores de una micra (μ)	Expansión libre EL en (%), medida en probeta
Muy alto	> 30	> 63	< 10	> 32	> 37	> 100
Alto	20 – 30	50 – 63	6 – 12	23 – 45	18 – 37	> 100
Medio	10 –20	39 – 50	8 – 18	12 –34	12 – 27	50 100
Bajo	< 10	< 39	> 13	< 20	< 17	< 50

Se evaluó la posibilidad de que los suelos que conforman la estratigrafía del sitio sean colapsables.

Es de recordar de acuerdo a lo anotado en la NSR10 en el capítulo H.6.3 que son suelos colapsables aquellos depósitos formados por arenas y limos, en algunos casos cementados por, arcillas y sales (carbonato de calcio), que si bien resisten cargas considerables en su estado seco, sufren pérdidas de su conformación estructural, acompañadas de severas reducciones en el volumen exterior cuando se aumenta su humedad o se saturan.

Analíticamente podemos decir que un suelo es colapsable cuando el volumen de vacíos iguala la cantidad de agua en el punto del límite líquido.



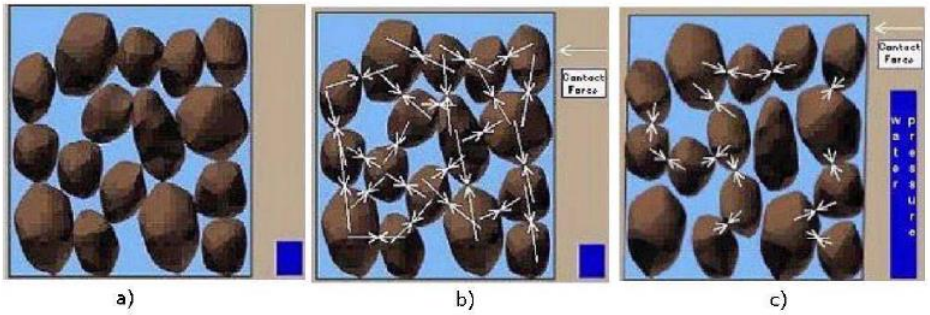
Los estratos de suelo no poseen depósitos formados por arenas y limos o limo-yesíferos o limo arenosos de naturaleza metaestable, tal y como se cosignan en los perfiles anexos al presente informe con lo cual se puede concluir que el potencial de colapso no se requiere evaluar analíticamente.

Con base en lo anterior se descarta por completo que ninguno de los estratos encontrados presente este tipo de problemas.

11.2 POTENCIAL DE LICUACION

Se define la amenaza por licuación como la pérdida de resitencia súbita del suelo debido a las cargas dinámicas impuestas a éste durante un evento sísmico y que, en consecuencia puede tener impactos negativos en las estructuras construidas sobre este.
El término licuación corresponde a un fenómeno donde la resistencia al corte de una masa de suelo decrece debido al incremento de las presines interstciales que se producen ante la aplicación de cargas monotónicas, cíclicas o dinámicas en condiciones no drenadas. Dicho fenómeno se presenta durante sismos severos y ocurren principalmente arenas, arenas finas limosas y limos no plásticos, saturados y sueltos, que tienden a densificarse cuando son sometidas a cargas cíclicas o monotónicas. Esta tendencia a la densificación ocurre cuando el suelo esta saturado y el drenaje es lento o totalmente inexistente, causa el crecimiento de la presión de poros, en exceso de su estado estático, y el decrecimiento correlativo del esfuerzo efectivo, incluso hasta anularlo, en estas condiciones, el suelo puede perder toda su resistencia y rigidez con lo cual sobreviene la flotación de las partículas y la pérdida de la resistencia al esfuerzo

cortante y su comportamiento se asemeja al de un líquido viscoso, de ahí el término de licuación.



a) Ensamblaje de un depósito de Suelo antes de un terremoto b) Presión de Poros Baja y altas Fuerzas de contacto entre Partículas c)Disminución de las fuerzas de Contacto en las Partículas a causa del aumento de la presión de Poros, permitiendo la ocurrencia de la Licuación.

Es importante reconocer que la licuación no ocurre de manera aleatoria y que por el contrario se requieren ciertos ambientes geológicos e hidrológicos, y que ocurre principalmente en depósitos recientes de arena y limo con altos niveles freáticos. Los más susceptibles están constituidos por los depósitos del Holoceno (con una edad inferior a los 10.000 años), pero es muy raro que se presente en depósitos de suelos de edad anteriora los del Pleistoceno.

Entre más reciente, suelto y saturado sea un depósito de suelos granulares, será mucho más susceptible a la licuación. Son más susceptibles las arenas finas relativamente uniformes. Son menos susceptibles los depósitos bien gradados con tamaños hasta de gravas, aunque éstas últimas ocasionalmente se licúan. Son más susceptibles los suelos con partículas redondeadas que aquellos con partículas angulares. El contenido de finos y su plasticidad reducen la susceptibilidad a la licuación.

Las muestras extraídas son densas y cohesivas, factores inhibitorios de los procesos de licuación. Las muestras extraídas no son susceptibles a la licuación.

11.3 MANEJO DE AGUAS

Los trabajos de excavación deben ser realizados preferiblemente en la época de verano con el fin de simplificar las actividades del proceso constructivo, aunque esto no quiere decir que no se puedan realizar en época de invierno. En el caso de ser necesario, utilizar

motobombas para evacuar las aguas freáticas y de lluvias que eventualmente puedan caer en el sitio en el momento de realizar los trabajos. Para tal fin debe realizarse las excavaciones con una pequeña pendiente hacia algún punto donde se pueda realizar la instalación de la bomba con el fin de facilitar la evacuación de aguas lluvias.

11.4 CALCULO DE PARAMETROS GEOTECNICOS

Para obtener los parámetros geotécnicos necesarios para los cálculos se realizaron ensayos de laboratorio y de campo y se emplearon algunas correlaciones, las cuales se mencionan a continuación:

Módulo de elasticidad en arenas (kN/m2)

El módulo de elasticidad en las arenas encontradas en el sitio se calculo con la siguiente ecuación en donde el N corresponde al valor del SPT en campo.

$$Es = 766N$$

Módulo de elasticidad en arcillas (ton/m2)

En las arcillas el módulo de elasticidad de puede calculas con la siguiente ecuación, la cual corresponde a un valor medio para arcillas normalmente consolidadas.

$$Es = 375Cu$$

Presión de Pre-consolidación (Pc):

Para determinar el Pc se utilizó la siguiente ecuación que fue planteada por los investigadores Nagaraj y Murthy en el año 1985. En ella el valor de Pc se obtiene en unidades de kN/m2.

$$\log P_c = \frac{1.122 - \left(\frac{e_o}{e_L}\right) - 0.0463 \log P_o}{0.188}$$

Donde

$$e_L = \left[\frac{LL(\%)}{100}\right] G_s$$

e_o es la relación de vacíos in situ
Po es el esfuerzo efectivo en la profundidad (kN/m2)
LL es el límite líquido
Gs es la gravedad específica.

De igual manera se obtuvo otra expresión del Pc en función de la cohesión no drenada (Cu) y del índice de plasticidad (IP):

$$Pc = \frac{Cu}{0.11 + 0.0037\ IP}$$

Indice de Compresibilidad (Cc):
Para calcular este índice se utilizaron cuatro ecuaciones diferentes que se muestran a continuación:

$$Cc = 0.009(LL - 10)$$

Donde
LL corresponde a límite líquido
e_o corresponde a la relación de vacíos inicial
ω_n es la humedad natural
Con estos valores se realizó un promedio y se determinó el Cc con el cual se trabajo en los cálculos.

Indice de recompresibilidad (Cs):
Para calcular este índice se utilizaron dos ecuaciones planteadas por los investigadores Nagaraj y Murthy en el año 1985 y Martin y otros en el año 1995 para suelos de Richmond en Virginia, respectivamente.

$$Cs = 0.00463\left(\frac{LL}{100}\right)G_s$$

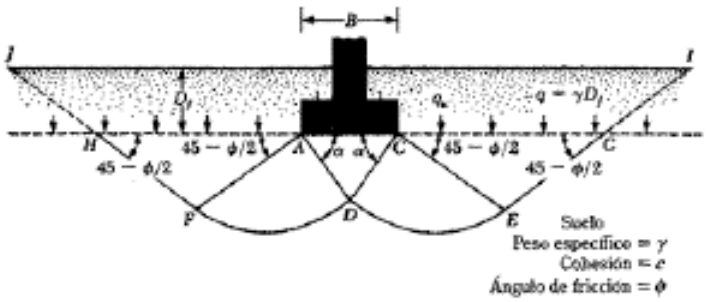
$$Cs = 0.00045(LL + 11.9)$$

Donde
LL corresponde a límite líquido
Gs es la gravedad específica de los sólidos

12. CIMENTACION RECOMENDADA Y CAPACIDAD PORTANTE

De acuerdo con la naturaleza del suelo y la tipología de la estructura, se recomienda transmitir las cargas generadas por la construcción de la edificación.

TEORIA DE LA CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA SEGÚN TERZAGHI



La ecuación de la capacidad última de carga es la siguiente:

$$qu = C\,N_c + q\,N_q + \frac{1}{2}\,\gamma\,B\,N_\gamma$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

donde:

Ángulo de F. I. (φ°):	6	Nq:	1.72
Cohesión (Kg.f / cm²):	0.5	Nc:	6.81
Pu (Kg.f):	30000	Nγ:	0.57

Peso específico por estrato:

N°	Altura (m)	γ (Tn/m3)
Suelo 1	1	1.6

Df (m): 1 q (Kp/cm²): 0.16

Capacidad ultima de carga (qu) (Kp/cm²): 3.75

Considerando un factor de seguridad de 3

Capacidad admisible de carga (q adm) (Kp/cm²):	1.25
Dimensión calculada de la zapata (B) (m):	1.55

$\frac{CNc}{Fs}$ Nc = 5.14 Fs = 3.0 Cc = 0.009 (LL-10)

CALCULO ASENTAMIENTO

qa = 1.7 Kg/cm²

B = 100

E = 100

μ= 0.25

Fa = 1.0

$$\text{Asentamiento elástico} = \frac{1-u^2}{E} \times qa \times B \times Fa$$

Asentamiento = 1.6 cm.

Cálculo Tipo Suelo

N = 20
$Vs = 80N^{0.37}$
Vs = 200 m/seg
H = 30 m
Ta = 4H/Vs = 0.6 seg.

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Nivel de fundación recomendado 2.00 metros para las estructuras elevadas que se puedan construir en el lote, tales como torres de miradores, estructuras de oficios varios, entre otros
- Para los cimientos de las viviendas se recomiendan vigas de cimentación.
- Capacidad portante recomendada 17.6 T/m²
- Cimentación a utilizar en las estructuras elevadas: cimentación aislada con viga de amarre en ambos sentido.

- Zona de riesgo sísmico intermedio.

- Tipo de suelo para cálculo sísmico Suelo Tipo D.

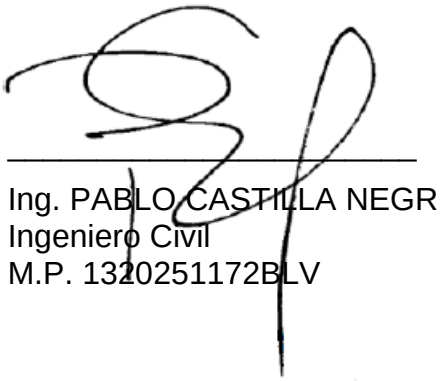
- Asentamiento esperado 1.6 cm.

14. LIMITACIONES

Este informe y las recomendaciones que aquí se consignan se realizan con base en las perforaciones realizadas en campo y con las muestras obtenidas y llevadas a laboratorio, a las cuales se les practicaron los ensayos respectivos anteriormente descritos.

Es posible que se encuentren algunas situaciones en el subsuelo no identificadas con los sondeos realizados a pesar de que se considera que la exploración realizada es adecuada y suficiente para obtener la información geotécnica necesaria.

Si por cualquier motivo durante los trabajos de construcción surgen variaciones y se observan otras condiciones del subsuelo se solicita que se comuniquen al responsable de esta consultoría con el fin de realizar los ajustes que sean del caso.



Ing. PABLO CASTILLA NEGRETE
Ingeniero Civil
M.P. 1320251172BLV

Ensayos de laboratorio

Fotos





