INGEOESTUDIOS
Ingeniería - Laboratorio de Suelos y Pavimentos

ALCALDIA MUNICIPAL
RIOHACHA DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA

ESTUDIO GEOTECNICO

"CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE POZOS ARTESIANOS MEDIANTE LA EJECUCIÓN DE ESTRUCTURAS EN CONCRETO PARA LA INSTALACIÓN DE TANQUES PLÁSTICOS DE 5.000 LITROS, ASÍ COMO LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE PANELES SOLARES Y BOMBAS PARA LA CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA, EN LAS COMUNIDADES DEL RESGUARDO INDÍGENA DE ALTA Y MEDIA GUAJIRA, UBICADAS EN EL MUNICIPIO DE RIOHACHA, DISTRITO ESPECIAL, TURÍSTICO Y CULTURAL"

LOCALIZACION

RESGUARDO INDIGENA
ALTA Y MEDIA
ZONA RURAL DEL
MUNICIPIO DE RIOHACHA
DEPARTAMENTO DELA GUAJIRA

JUNIO 2024

AV. del Río No 5-62 Teléfono 4234643 Fax 4319260 - Celular 300 8143622E-mail ingeoestudios@hotmail.com
Santa Marta D.T.C.H.

INGEOESTUDIOS
Ingeniería - Laboratorio de Suelos y Pavimentos

Señores
ALCALDIA MUNICIPAL RIOHACHA
Ciudad

Ref.: Estudio Geotécnico

"CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE POZOS ARTESIANOS MEDIANTE LA EJECUCIÓN DE ESTRUCTURAS EN CONCRETO PARA LA INSTALACIÓN DE TANQUES PLÁSTICOS DE 5.000 LITROS, ASÍ COMO LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE PANELES SOLARES Y BOMBAS PARA LA CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA, EN LAS COMUNIDADES DEL RESGUARDO INDÍGENA DE ALTA Y MEDIA GUAJIRA, UBICADAS EN EL MUNICIPIO DE RIOHACHA, DISTRITO ESPECIAL, TURÍSTICO Y CULTURAL"

Adjunto a la presente le enviamos el informe correspondiente al estudio de suelos en referencia.

Reiteramos a usted nuestra disposición para colaborar en cualquier información con respecto a este estudio.

Atentamente.



HERIBERTO FUENTES HERRERA
Ingeniero Civil.
C.C. No. 10.532.094
MAT. No. 19202 - 02774.

CONTENIDO

1 GENERALIDADES.
1.1 OBJETIVO Y ALCANCE DEL ESTUDIO.
1.2 LOCALIZACIÓN.
2 INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO.
2.1 CARACTERISTICAS DEL SITIO.
2.1.1 GEOMETRIA Y EXTENSION
2.1.2 ACCIDENTES GEOMORFOLOGICOS
2.1.3 CARACTERISTICAS DE LAS EDIFICACIONES ADYACENTES
2.2 CONDICIONES DEL ENTORNO
2.2.1 PAISAJE NATURAL DEL DEPARTAMENTO
2.2.2 SISMICIDAD
2.3 CARACTERISTICAS DEL PROYECTO
2.4 EXPLORACION DE CAMPO
2.5 ENSAYOS DE LABORATORIO
3 GEOTÉCNIA DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.
3.1 ESTRATIGRAFÍA.
3.2 NIVEL FREÁTICO.
3.3 INTERPRETACION GEOTECNICA
3.4 DISCUSION DE LOS RESULTADOS.
4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.
4.1. ADECUACION DEL TERRENO
4.2 TIPO DE CIMENTACION
4.3 PROFUNDIDAD DE CIMENTACION
4.4 CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE
4.5 ASENTAMIENTOS

4.6 CONSIDERACIONES GENERALES
4.6.1 EXCAVACIONES
4.6.2 RELLENOS
4.6.3 OTRAS CONSIDERACIONES
4.7 ASPECTOS PRINCIPALES DEL ESTUDIO
5 LIMITACIONES
6 ANEXOS

1 GENERALIDADES

En un lote de terreno ubicado en comunidad indígena Alta y Media zona rural del municipio de Riohacha, se proyecta la construcción del Proyecto **"CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE POZOS ARTESIANOS MEDIANTE LA EJECUCIÓN DE ESTRUCTURAS EN CONCRETO PARA LA INSTALACIÓN DE TANQUES PLÁSTICOS DE 5.000 LITROS, ASÍ COMO LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE PANELES SOLARES Y BOMBAS PARA LA CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA, EN LAS COMUNIDADES DEL RESGUARDO INDÍGENA DE ALTA Y MEDIA GUAJIRA, UBICADAS EN EL MUNICIPIO DE RIOHACHA, DISTRITO ESPECIAL, TURÍSTICO Y CULTURAL"**

Por lo anterior, la Alcaldía Municipal de Riohacha solicito la ejecución de un estudio de los materiales del sitio.

El estudio mencionado se realizó en el mes de JUNIO de 2024 y en el presente trabajo se muestran los resultados, conclusiones y recomendaciones obtenidas delanálisis geotécnico.

1.1 OBJETIVOS Y ALCANCE DEL ESTUDIO

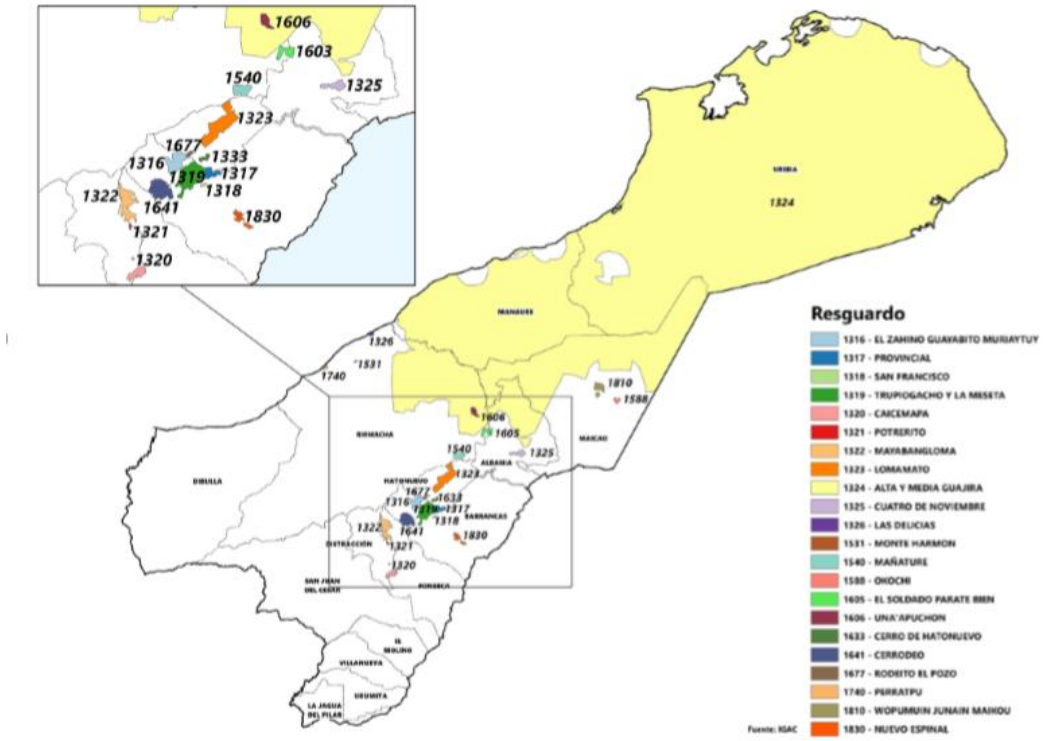
En el cuerpo del informe inicialmente se relaciona toda la información previaobtenida, se hace referencia a las características del sitio y del entorno en general, a las características del proyecto a ejecutar y a la investigación de campo realizadacon los respectivos ensayos de laboratorio. Seguidamente se desarrolla el análisis de los datos obtenidos, tanto en campo comoen laboratorio; se determinan las características del sub-suelo, su estratigrafía y serealiza una interpretación geotécnica.
Por último, se define el tipo de cimentación más adecuada para la obra en referencia, se trata lo concerniente al proceso constructivo de la misma; se presentan las conclusiones y recomendaciones que garanticen el adecuado comportamiento del sistema y la estabilidad de las estructuras proyectadas.

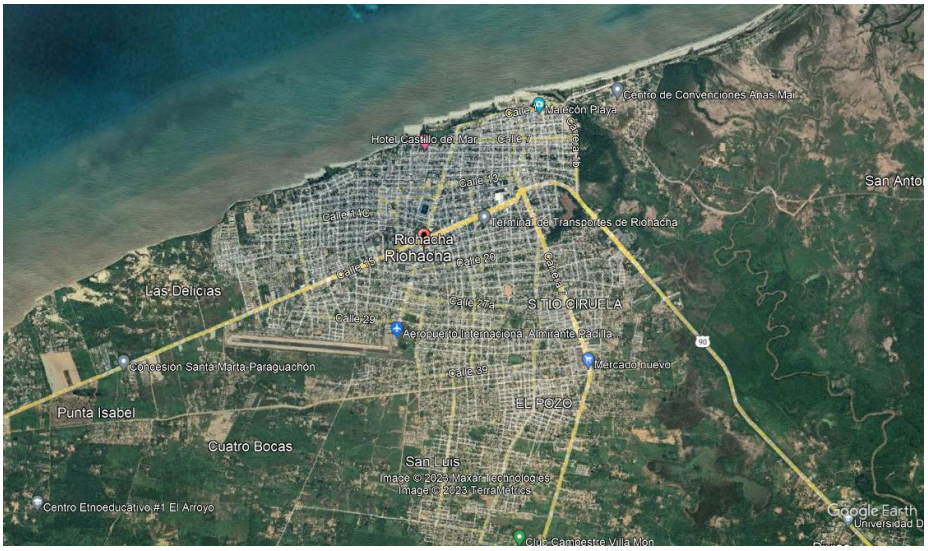
LOCALIZACION
El proyecto está ubicado en la comunidad indígena de Alta y Media zona rural del municipio de Riohacha departamento de la Guajira.
Coordenadas:

		COORDENADAS					
		LATITUD			LONGITUD		
#	COMUNIDAD	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
1	CHIVOLO	11	21	50.8	-72	47	55.7
2	JULULEN	11	23	16,102	-72	48	9,9
3	LA BOCA	11	23	52,84	-72	46	0,77
4	KARRAISIRA	11	29	45.3	-72	52	13.8
5	ALAPALEN	11	40	41,02	-72	88	31,3
6	LOS CARDONALES	11	28	42,802	-72	52	30,5
7	MACUREMA	11	26	40,6	-72	44	52.1
8	TABLAZO 2	11	28	51,2	-72	49	30,698
9	PALMARETO	11	29	28	-72	50	24,4
10	OLOMANA	11	26	47,8	-72	49	23,999



RESGUARDO INDIGENA ALTA Y MEDIA





2. INVESTIGACION DEL SUBSUELO

Para el desarrollo de la investigación, se recopiló y evaluó toda la información geotécnica pertinente, la información sobre las condiciones del sitio y las características del proyecto. Con este propósito, se realizó una inspección de campo y revisaron estudios de suelos ejecutados en la zona de interés

2.1. CARACTERÍSTICAS DEL SITIO

2.1.1. GEOMETRÍA Y EXTENSIÓN

El terreno donde se desarrollarán las obras es de forma geométrica irregular.

2.1.2. ACCIDENTES GEOMORFOLÓGICOS

La superficie del terreno es totalmente plana.

Las condiciones de drenaje se consideran aceptables en términos generales y la vegetación del sitio es.

El terreno presenta una diferencia de nivel de unos 0.20 metros aproximadamente entre la cota más alta y la más baja, durante la exploración de campo no se detectaron cavernas, corrimientos u otros accidentes similares que representen riesgos para el proyecto, pero se apreciaron excavaciones rellenadas con basuras.

2.1.3. CARACTERÍSTICAS DE LAS EDIFICACIONES ADYACENTES

En los alrededores del lugar se observaron edificaciones o viviendas de un nivel.

OBJETIVOS Y ALCANCES DE LOS ESTUDIOS

El estudio de suelos nos ayuda a conocer las características geo-mecánicas de los materiales existentes en el suelo del proyecto, como también su estratigrafía y profundidad del nivel freático, Obteniendo esto por medio de los ensayos realizados tanto en el campo como en el laboratorio. Se realizará un análisis geotécnico con el fin de definir el tipo de cimentación adecuada para soportar la estructura proyectada, teniendo cuenta los análisis del subsuelo para poder llevar a cabo la adecuada ejecución de las obras. Complementándose con el ensayo S.P.T, que a partir del cual se puede correlacionar la capacidad de soporte, que tienen estos suelos con el fin de diseñar de manera adecuada la cimentación de la obra proyectada. Para esto, se consideraron las especificaciones del título A, y H del reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10, que indica cómo se debe realizar el estudio geotécnico, y que consideraciones se deben tener en cuenta para la ejecución del proyecto. Para la correcta realización del estudio, se contempla el análisis de las siguientes actividades: - Localización y generalidades del proyecto - Localización de la exploración del subsuelo - Caracterizar en profundidad el tipo de suelo del proyecto, de acuerdo a los resultados de campo y de laboratorio.

- Determinar los aspectos sísmicos a los que posiblemente será sometida la estructura.

- Determinar la capacidad portante del suelo de fundación.

- Realizar recomendaciones y conclusiones con indicaciones sobre el tipo de cimentación recomendado.

SISMICIDAD Y ASPECTOS GEOLÓGICOS.

Sismicidad en el municipio de Riohacha De acuerdo a la NSR-10 (Normas Sismo Resistentes Colombianas), el municipio de Riohacha en el departamento de la Guajira, categoriza en una zona de amenaza sísmica intermedia (Aa = 0.10, Av = 0.15, Ae = 0.07, Ad = 0.04) en la Tabla 1, se presentan los valores de Aa, Av, Ae, y Ad, para cada municipio del departamento de la Guajira.

Departamento de la Guajira

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Riohacha	44001	0.10	0.15	Intermedia	0.07	0.04
Albania	44035	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
Barrancas	44078	0.15	0.10	Intermedia	0.08	0.04
Dibulla	44090	0.15	0.10	Intermedia	0.08	0.04
Distracción	44098	0.15	0.10	Intermedia	0.08	0.04
El Molino	44110	0.10	0.10	Baja	0.06	0.04
Fonseca	44279	0.15	0.10	Intermedia	0.07	0.04
Hatonuevo	44378	0.15	0.10	Intermedia	0.08	0.04
La Jagua del Pilar	44420	0.10	0.10	Baja	0.05	0.03
Maicao	44430	0.10	0.15	Intermedia	0.07	0.04
Manaure	44560	0.10	0.15	Intermedia	0.07	0.04
San Juan del Cesar	44650	0.15	0.10	Intermedia	0.05	0.03
Uribia	44847	0.15	0.15	Intermedia	0.08	0.04
Urumita	44855	0.10	0.10	Baja	0.06	0.03
Villanueva	44874	0.10	0.10	Baja	0.05	0.03

Aa representa la aceleración horizontal pico efectiva para diseño, Av representa la velocidad horizontal pico efectiva para diseño. En la Ilustración 3 se muestra el municipio de Riohacha en el mapa de zonas de amenaza sísmicas aplicable a edificaciones, en donde se localiza en una zona de amenaza sísmica intermedia.

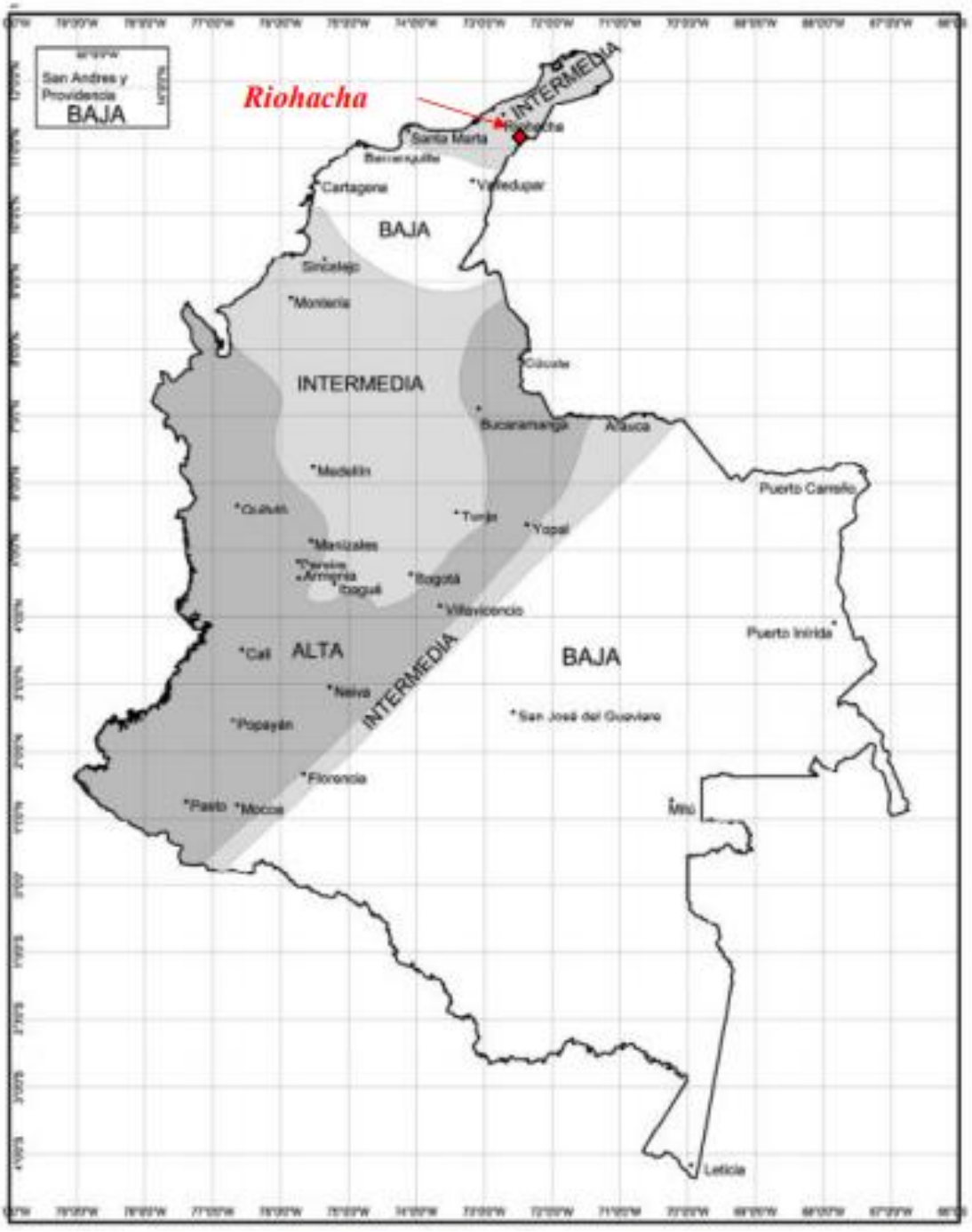


Ilustración No. 3

Perfil De Suelo El procedimiento que se emplea para definir el tipo de perfil de suelo se basa en los valores de los parámetros del suelo de los 30 metros superiores del perfil, medidos en el sitio que se describen en la NSR 10, de acuerdo a la consistencia del suelo en los apiques realizados, de acuerdo a los parámetros indicados en las siguientes tablas. se infiere que el tipo de perfil es = E, asumiendo que a esta profundidad el número de golpes N en promedio menor que 15.

Clasificación de los perfiles de suelo

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\overline{v}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s > $\overline{v}_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	760 m/s> $\overline{v}_s \geq 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\overline{N} \geq 50$, o $\overline{s}_u \geq 100$ kPa (≈1 kgf/cm²)
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 (≈1 kgf/cm²) > $\overline{s}_u \geq 50$ kPa (≈0.5 kgf/cm²)
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	180 m/s > $\overline{v}_s$
	perfil que contiene un espesor total **H** mayor de 3 m de arcillas blandas	**IP** > 20 **w** ≥ 40% 50 kPa (≈0.50 kgf/cm²) > $\overline{s}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo **F** requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F_1 — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F_2 — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (**H** > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F_3 — Arcillas de muy alta plasticidad (**H** > 7.5 m con Índice de Plasticidad **IP** > 75) F_4 — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (**H** > 36 m)	

Tabla 2. Clasificación del perfil de suelo del sitio, Tomado de la NSR-10 Título A

Criterios para clasificar suelos dentro de los perfiles de suelo tipos C, D o E

Tipo de perfil	$\overline{v}_s$	$\overline{N}$ o $\overline{N}_{ch}$	$\overline{s}_u$
C	entre 360 y 760 m/s	mayor que 50	mayor que 100 kPa (≈ 1 kgf/cm²)
D	entre 180 y 360 m/s	entre 15 y 50	entre 100 y 50 kPa (0.5 a 1 kgf/cm²)
E	menor de 180 m/s	menor de 15	menor de 50 kPa (≈0.5 kgf/cm²)

Ilustración 4. Perfil de suelo de acuerdo al ensayo SPT.

En la Tabla 1 se presentan valores de coeficiente Fa, para los periodos corto del espectro de diseño, en la Tabla 2, se muestran los valores de Fv para periodos intermedios de diseño.

Tabla N.1

Valores del coeficiente F_a, para la zona de periodos cortos del espectro

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_a \leq 0.1$	$A_a = 0.2$	$A_a = 0.3$	$A_a = 0.4$	$A_a \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Nota: Para el perfil tipo F debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.

Tabla No. 2

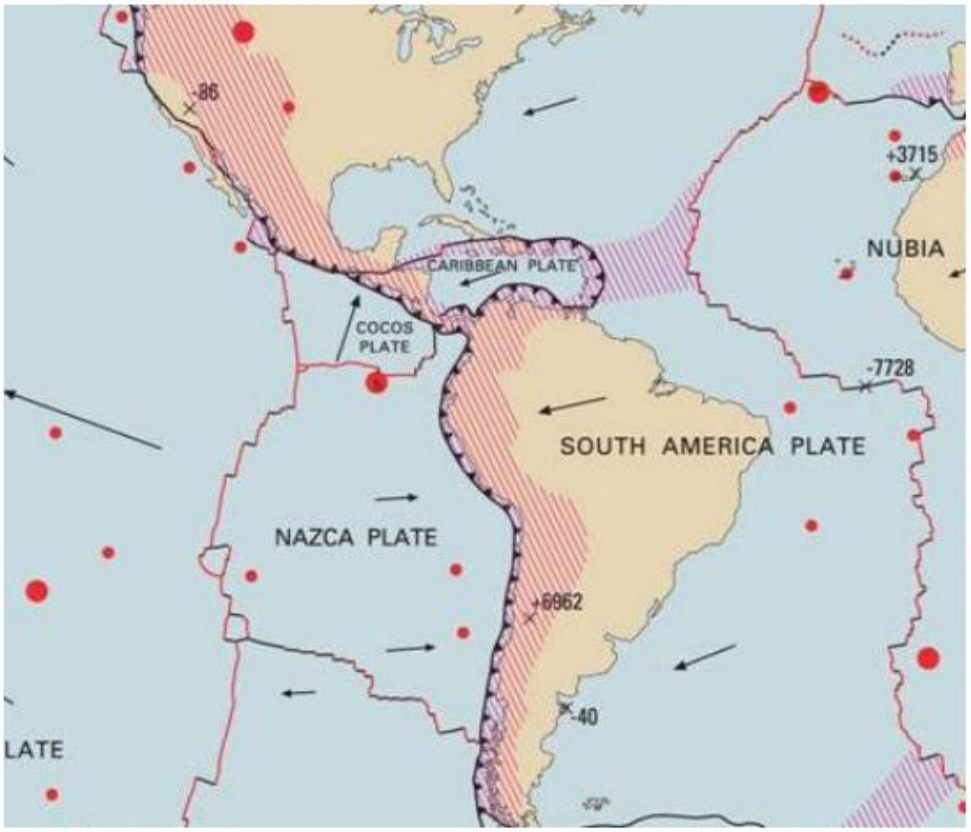
Valores del coeficiente F_v, para la zona de períodos intermedios del espectro

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_v \leq 0.1$	$A_v = 0.2$	$A_v = 0.3$	$A_v = 0.4$	$A_v \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Nota: Para el perfil tipo F debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.

Para el caso particular del sitio el valor de **Fa=2.5, y Fv=3.35.**

Sismicidad En Colombia está localizada en una de las zonas sísmicamente más activas de la Tierra, la cual se conoce con el nombre de Anillo Sísmico Circumpacífico, el cual bordea todo el Océano Pacífico y donde ocurren la gran mayoría de los sismos que se registran en el mundo. Dentro del territorio colombiano se encuentran tres placas tectónicas importantes, la placa Suramericana, la Placa de Nazca y la Placa Caribe.



Localización Tectónica de Colombia

En general los sismos se dividen en: superficiales, cuando ocurren a profundidades menores de 70 km, de foco intermedio, entre 70 y 300 km, y Profundos cuando su profundidad es mayor de 300 km. Existen registros de sismos hasta profundidades de 700 km. Desde el punto de vista de los efectos del sismo, definitivamente, entre más superficial, mayor su predisposición de producir daños. En aquellas regiones de la Tierra donde existen cadenas montañosas importantes, suelen presentarse sismos dentro de toda la gama de profundidades, mientras en aquellas regiones donde la corteza terrestre es delgada, hay una mayor preponderancia de los sismos superficiales. La geología estructural del país ha sido estudiada con diferentes grados de detalle.

En general los sistemas principales de fallamiento han sido identificados gracias a estudios mineros y de exploración petrolera. Además, se han realizado exploraciones geológicas detalladas para los grandes proyectos hidroeléctricos. También existen numerosos trabajos sobre tectónica colombiana realizados por el servicio geológico colombiano (SGC).

El fallamiento predominante en el país tiene dirección norte sur, coincidiendo con la dirección de las tres cordilleras. El principal accidente sismo tectónico es la zona de subducción en el Océano Pacífico. Es causada por el doblamiento de la placa de Nazca cuando subduce bajo la placa suramericana. Hay evidencia de su existencia en la costa colombiana del Pacifico desde los 8º de latitud norte hasta un punto al sur de la línea ecuatorial.

Su capacidad de producir sismos extremadamente fuertes ha sido conocida de tiempo atrás. El sismo del 12 de diciembre de 1979 definitivamente fue producido por ella.

La zona de subducción tiene capacidad de producir sismos hasta profundidades de 120 a 130 km. Además de la zona de subducción existen en el territorio nacional un gran número de fallas geológicas sísmicamente activas. La magnitud del sismo es una medida única de la energía liberada por él. Es una medición instrumental y se calcula a partir del sismograma.

Fue definida por C. Richter en 1935 de ahí su nombre de magnitud de Richter. Su definición original era para sismos locales, o cercanos, como el logaritmo en base 10 de la amplitud de la máxima onda sísmica, expresada en milésimos de milímetro, registrada en un sismógrafo localizado a 100 km del epicentro.

Existe un procedimiento para ajustar la medición cuando el registro se toma a distancias diferentes de 100 km. La definición original de la magnitud de Richter, también conocida como magnitud local (ML), no especificaba el tipo de ondas a utilizar en la determinación de la amplitud, pues simplemente indicaba que debía ser la mayor amplitud. La magnitud local es muy sensitiva al tipo de instrumento empleado y a la distancia a la cual se realizó el registro.

No obstante, estas limitaciones la magnitud local correlaciona de una manera bastante buena con el daño que produce el sismo a las edificaciones, por esta razón se sigue calculando su valor en muchos casos. Posteriormente se desarrollaron otras escalas de magnitud, dentro de las cuales se cuentan la magnitud de ondas de cuerpo (mb) (o magnitud de onda P) la magnitud de ondas de superficie (Ms) y la magnitud de momento sísmico (Mw).

Tabla 5. Estadística En Sismicidad En Colombia. Fuente Servicio geológico colombiano SGC

N	FECHA			LAT	LONG	Z	Mw	RMS	GAP	NF	UBICACION	MUERTOS
	AA	M	D									
	1906	Ene	31			?	8.9				Costa Pacífica cerca a Tumaco	400
	1967	Feb	9			60	6.3				Huila	98
	1967	Jul	29			160	6.0				Santander	5
	1979	Nov	23			80	6.4				Quindío, Risaralda y Caldas	55
	1979	Dic	12			40	7.8				Costa Pacífica cerca a Tumaco	500
	1983	Mar	31			12	5.5				Popayán	300
	1992	Oct	18			15	7.2				Murindó, límite Antioquia Chocó	30
	1994	Jun	6			< 20	6.4				Páez, límite Cauca Huila	500-1000
	1995	Ene	19			15	6.5				Tauramena, Casanare	10
	1995	Feb	8			90	6.4				Calima, Valle	5
	1999	Ene	25			< 15	5.9				Quindío	700

N: Número del evento

FECHA: Mes Día Año.

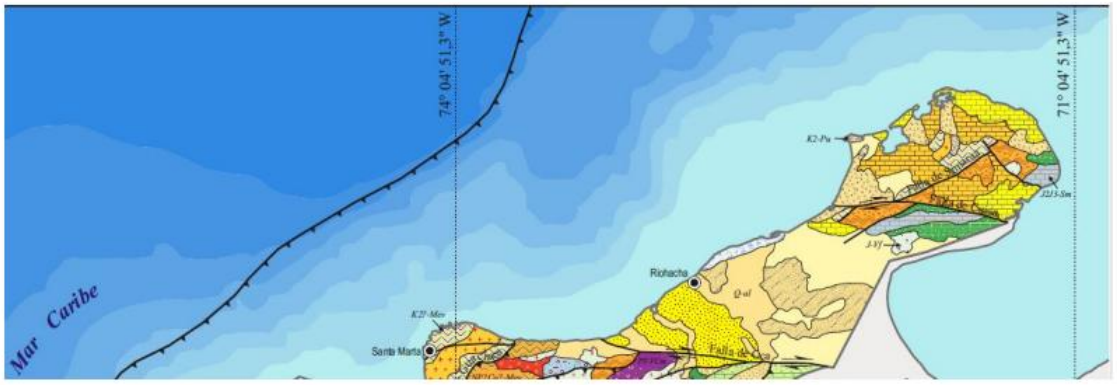
LAT: Latitud en grados.

LONG: Longitud en grados.

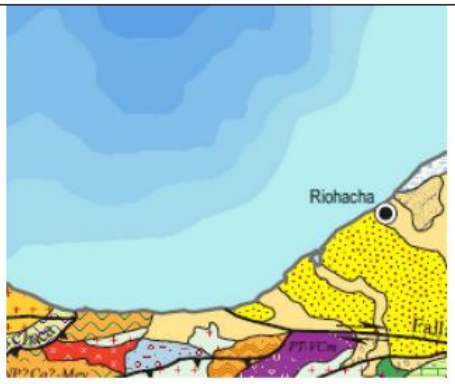
Z: Profundidad en kilómetros.

Sup: Indica una profundidad entre 0 y 5 km. Según el SGC, los sismos se deben a que la falla geológica llamada Oca ha tenido mucha actividad durante este tiempo. Esta comienza en el mar Caribe, pasa por Dibulla, el área rural de Riohacha, Albania y zona sur de Maicao y llega hasta Venezuela.

Aspectos Geológicos Regionales del sitio de estudio. El Departamento de La Guajira está situado en el extremo norte de Colombia, en la parte más septentrional de la América del Sur, donde interactúan las placas del Caribe y Suramérica; dicha interacción, sumada a los eventos orogénicos que han afectado el territorio colombiano, ha causado que las unidades geológicas que afloran en el área presenten diferentes estilos estructurales relacionados a cada uno de dichos eventos. Estos bloques están constituidos por unidades de roca que comprenden un amplio rango de edades y ambientes de formación, con edades asignadas desde el Proterozoico hasta el Reciente. Desde el punto de vista geológico, se reconoce la existencia de tres bloques geológico estructurales que hacen parte del departamento: 1) El área al norte de la Falla Oca, que comprende la península de La Guajira, dividida en dos zonas denominadas alta y baja Guajira. 2) El área entre las fallas Oca y Santa Marta - Bucaramanga en la cual se distingue la Sierra Nevada de Santa Marta. Y 3) una zona que comprende la serranía de Perijá y el valle de los ríos Cesar y Ranchería. Dos trenes estructurales dominan la tectónica regional de La Guajira: uno regional de dirección N-NE a N-E, presente a todo lo largo de Los Andes de Colombia, las evidencias superficiales indican que las fallas de este sistema fueron activas hasta finales del Cretácico y principios del Paleógeno. Un tren estructural E-W a NW-SE compuesto por fallas de movimiento dextral con una importante componente vertical, que se caracteriza por cortar y desplazar el tren regional N-NE a N-E; la estructura más importante de este sistema es la Falla Oca que representa el límite sur del sistema; este tren tuvo su mayor actividad durante el Eoceno - Oligoceno. Los principales recursos minerales que se explotan son carbón, sal y materiales de la construcción. La Guajira presenta grandes ventajas para la exploración y la extracción de recursos minerales con relación a otras regiones del país, como la variedad de litología, la ubicación geográfica, costas sobre el océano Atlántico, un mercado potencial con los países del Caribe y Venezuela, además de la infraestructura existente y la fácil implementación de ésta. El Departamento de La Guajira tiene una configuración de unidades de paisaje variable desde planicies costeras y playas hasta valles y zonas de alta montaña cada una de ellas con unidades geomorfológicas particulares que implican un origen diferente. Por su posición geográfica, características geológicas, tectónicas y climáticas, se encuentra expuesto a diferentes fenómenos naturales como sismos, deslizamientos locales, inundaciones, huracanes, procesos de desertificación y erosión, y tempestades que han causado pérdidas tanto de vidas humanas como económicas. La evolución geológica de la región está ligada, hasta finales del Cretácico y principios del Paleógeno, a los eventos que originaron la parte norte de Los Andes, momento en el cual el paso de la Placa Caribe por el borde noroccidental de Suramérica causa la acreción de algunos terrenos que corresponden a las litologías aflorantes al occidente de la Falla Sevilla y de las fallas Simarúa - Ororio. A partir del Eoceno temprano - medio, los bloques que la 17 conforman, en particular la Sierra Nevada de Santa Marta y la península de La Guajira, tuvieron un importante cambio causado por el choque de la Placa Caribe contra la Placa Suramericana, que desligó parcialmente estos bloques de la evolución de la parte norte de la Cordillera de Los Andes, y generó la apertura de la Cuenca del Bajo Magdalena y los sistemas de fallas de Santa Marta - Bucaramanga y las de dirección E-W como Oca y Cuisa)



La morfología corresponde al sector fronterizo del país con Venezuela y limítrofe con el Mar Caribe en el departamento de La Guajira, presenta las unidades hidrogeológicas que componen la zona, sectorizando el área de estudio de acuerdo a formaciones permeables como sedimentos no consolidados, sedimentos semiconsolidados, rocas consolidadas con permeabilidad primaria y rocas consolidadas con permeabilidad secundaria; y por otro lado las formaciones impermeables como rocas sedimentarias e ígneas y metamórficas.



Depósitos aluviales (Q). En esta unidad se agrupan Terrazas, Llanuras, de Piedemonte y aluviones que han sido generados por la principal arteria fluviales de la región como son el río Ranchería y sus afluentes. Difieren en su posición topográfica de las zonas de acumulación de los abanicos y en los valles. De igual manera su granulometría es variable con predominio de material grueso sobre los finos.

Q-al: Depósitos aluviales y llanuras aluviales.
Q1-e: De Dunas.
Q1-t: Terrazas aluviales.

Aspectos geológicos locales La unidad cronoestratigráfica superficial de la zona de estudio corresponde a (N1- St) arcillolitas limolitas arenitas y conglomerados de la edad del Mioceno. De acuerdo al servicio geológico colombiano (ver la Ilustración 6). Se muestra la ubicación en el mapa geológico del sitio de estudio en la zona de sur de la cabecera municipal de Riohacha.

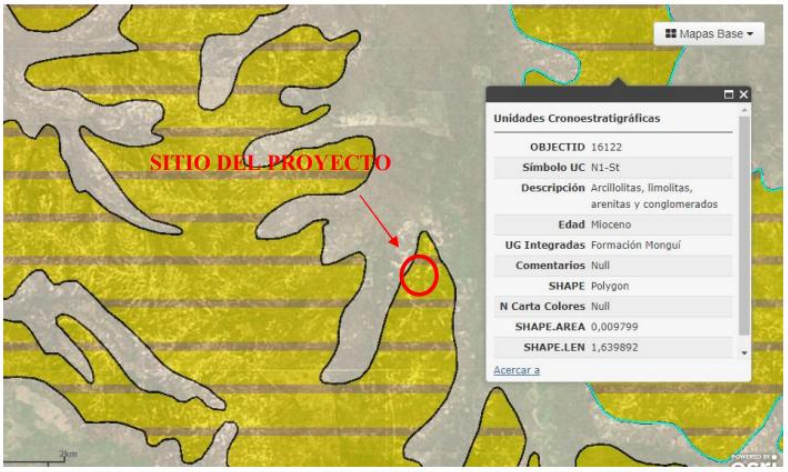


Ilustración 6. Mapa de geología local en la zona de estudio. Basado en el mapa geológico de Colombia 2015. Tomado de SGC.

El suelo encontrado en el sitio corresponde a suelos arenosos de tamaño de grano similar, indicando un posible depósito aluvial (Q-al), la compacidad del suelo es media. El sitio del proyecto se localiza cerca a la unidad cronoestratigráfia superficial Q-al que corresponde a depósitos aluviales y llanuras aluviales, posiblemente el sitio sea una zona de transición entre las dos unidades, el suelo tiende a ser arcilloso en profundidad tal vez debido a llanuras aluviales.

EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

Ensayos de Campo En la fase exploratoria se realizan diez (10) perforaciones de seis metros de profundidad, en forma de calicata a cielo abierto, en la Ilustración 2 se presenta la imagen de la localización de los sondeos realizados, y en la Tabla 7 se presentan las coordenadas del sondeo y su profundidad alcanzada. Se infiere una resistencia aproximada del suelo a profundidades de 0.50, 1.0, 2.0, y 3.0, 4.0, 5.0 y 6.0 metros, mediante correlaciones a partir del ensayo S.P.T (Ensayo de Penetración Estándar). En el anexo I, se presentan los registros de laboratorio, y en el anexo II se presenta el registro fotográfico de la fase campo En la perforación realizada, también se tomaron muestras de los diferentes estratos, que fueron analizadas posteriormente en el laboratorio, para determinar sus parámetros y propiedades físicas.

Sitio de construcción de los pozos

		COORDENADAS					
		LATITUD			LONGITUD		
#	COMUNIDAD	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
1	CHIVOLO	11	21	50.8	-72	47	55.7
2	JULULEN	11	23	16,102	-72	48	9,9
3	LA BOCA	11	23	52,84	-72	46	0,77
4	KARRAISIRA	11	29	45.3	-72	52	13.8
5	ALAPALEN	11	40	41,02	-72	88	31,3
6	LOS CARDONALES	11	28	42,802	-72	52	30,5
7	MACUREMA	11	26	40,6	-72	44	52.1
8	TABLAZO 2	11	28	51,2	-72	49	30,698
9	PALMARETO	11	29	28	-72	50	24,4
10	OLOMANA	11	26	47,8	-72	49	23,999

ESTRUCTURAS DE LA VECINDAD

Cerca de la zona donde se realizarán la construcción de los tanques en el área rural de Riohacha la Guajira, se encuentran algunas estructuras existentes como viviendas, las estructuras mencionadas no presentan daños estructurales, lo que indica un buen balance suelo estructura.

NIVEL FREÁTICO

No se detecta presencia del nivel freático en la exploración realizada, ni presencia de cuerpos de aguas grandes, muy cercanos.

ESTUDIOS EN EL LABORATORIO.

En el análisis del laboratorio se pudieron detallar las características especiales de los suelos, elaborando ensayos generales de clasificaciones, en donde se determina la humedad, los límites de consistencia, las gradaciones, y pesos unitarios. De acuerdo a los ensayos de laboratorio y la información obtenida en el campo se logra determinar que el sitio tiene una estratigrafía homogénea, con poca variabilidad en los suelos del sitio.

RESULTADOS

De acuerdo a la exploración realizada, a los ensayos de laboratorio ejecutados y a los respectivos análisis geotécnicos, se presentan los parámetros y propiedades de los suelos correspondientes a cada uno de los sitios donde se construirán los diez tanques de almacenamiento de agua, distribuidos en las comunidades: Chivolo, Jululen, La boca, Karraisira, Alapalen, Los cardonales, Macurema, Tablazo 2, Palmareto, Olomana. En todos los puntos de estudio se realizaron apiques justo en el sitio específico donde se proyecta la construcción del tanque respectivo. En términos generales, el perfil estratigráfico encontrado en cada uno de los apiques inicia con una capa de arena arcillosa de color grisáceo, hasta una profundidad aproximada de 2.4 metros; posteriormente, esta cambia a una arena gravillo-arcillosa de color marrón grisáceo, de compacidad media a densa, hasta alcanzar los 6.0 metros de profundidad. No se encontró presencia de aguas subterráneas (nivel freático) dentro del rango explorado en ninguno de los sitios. Las propiedades físicas y mecánicas de los suelos se determinaron a partir de las muestras obtenidas en siete profundidades diferentes en cada tanque (0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0 y 6.0 metros), donde se evaluaron la humedad natural, los límites de consistencia (límite líquido y límite plástico), la plasticidad calculada, el porcentaje de finos (% pasa malla #200), la clasificación del suelo de acuerdo con el método USC (Unified Soil Classification System) y AASHTO, el índice de grupo, la compresibilidad y expansión, el ángulo de fricción interna, la cohesión, el peso unitario y el módulo de reacción. En las tablas correspondientes a cada comunidad (Tanques 1 a 10), se encuentra de manera detallada la caracterización de los suelos encontrados, lo cual constituye una base técnica fundamental para el diseño estructural y la cimentación de las obras.

ESTRUCTURA 1 - **TANQUE 1 – CHIVOLO**

DESCRIPCIÓN	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
PROFUNDIDAD DE TOMA DE MUESTRA (m)	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
HUMEDAD NATURAL (%)	6.8	9.8	8.1	8.1	4.3	5.4	4.9
LÍMITE LÍQUIDO (%)	26.8	26.5	26.6	26.3	24.8	24.9	24.0
LÍMITE PLÁSTICO (%)	19.6	18.8	19.1	19.0	19.3	19.4	19.0
PLASTICIDAD (%)	7.2	7.7	7.6	7.3	5.5	5.5	5.0
% PASA MALLA #200	44.0	44.7	44.2	43.5	22.8	22.5	21.6
CLASIFICACIÓN (USC)	SC	SC	SC	SC	SM-SC	SM-SC	SM-SC
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	A-4	A-4	A-4	A-4	A-2-4	A-2-4	A-2-4
ÍNDICE DE GRUPO	2	2	2	2	2	0	0
COMPRESIBILIDAD Y EXPANSIÓN	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA	MUY BAJA	MUY BAJA
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA (°)	25-35°	25-35°	25-35°	25-35°	25-35°	25-35°	25-35°
COHESIÓN (Ton/m²)	-	-	-	-	-	-	-
PESO UNITARIO (g/cm³)	1.6-1.7	1.6-1.7	1.6-1.7	1.6-1.7	1.6-1.7	1.7-1.8	1.7-1.8
MÓDULO DE REACCIÓN (K) Kg/cm²	-	-	-	-	-	-	-
NIVEL FREÁTICO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

ESTRUCTURA 2 - **TANQUE 2 – JULULEN**

DESCRIPCIÓN	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
PROFUNDIDAD DE TOMA DE MUESTRA (m)	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
HUMEDAD NATURAL (%)	7.1	9.4	8.3	7.8	4.5	5.6	5.1
LÍMITE LÍQUIDO (%)	26.7	26.2	26.8	26.5	24.7	25.0	24.2
LÍMITE PLÁSTICO (%)	19.5	18.9	19.0	18.7	19.1	19.3	18.9
PLASTICIDAD (%)	7.2	7.3	7.8	7.8	5.6	5.7	5.3
% PASA MALLA #200	44.2	44.9	44.4	43.6	23.0	22.7	21.9
CLASIFICACIÓN (USC)	SC	SC	SC	SC	SM-SC	SM-SC	SM-SC
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	A-4	A-4	A-4	A-4	A-2-4	A-2-4	A-2-4
ÍNDICE DE GRUPO	2	2	2	2	2	0	0
COMPRESIBILIDAD Y EXPANSIÓN	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA	MUY BAJA	MUY BAJA
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA (°)	25-35°	25-35°	25-35°	25-35°	25-35°	25-35°	25-35°
COHESIÓN (Ton/m²)	-	-	-	-	-	-	-
PESO UNITARIO (g/cm³)	1.6-1.7	1.6-1.7	1.6-1.7	1.6-1.7	1.6-1.7	1.7-1.8	1.7-1.8
MÓDULO DE REACCIÓN (K) Kg/cm²	-	-	-	-	-	-	-
NIVEL FREÁTICO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

ESTRUCTURA 3 - **TANQUE 3 – LA BOCA**

DESCRIPCIÓN	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
PROFUNDIDAD DE TOMA DE MUESTRA (m)	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
HUMEDAD NATURAL (%)	7.0	9.7	8.0	8.2	4.4	5.3	5.0
LÍMITE LÍQUIDO (%)	26.6	26.3	26.5	26.1	24.9	24.7	24.2
LÍMITE PLÁSTICO (%)	19.2	18.9	19.2	19.0	19.3	19.1	18.8
PLASTICIDAD (%)	7.4	7.4	7.3	7.1	5.6	5.6	5.4
% PASA MALLA #200	43.9	44.6	44.0	43.4	23.1	22.3	21.7
CLASIFICACIÓN (USC)	SC	SC	SC	SC	SM-SC	SM-SC	SM-SC
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	A-4	A-4	A-4	A-4	A-2-4	A-2-4	A-2-4

ÍNDICE DE GRUPO	2	2	2	2	2	0	0
COMPRESIBILIDAD Y EXPANSIÓN	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA	MUY BAJA	MUY BAJA
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA (°)	25-35°	25-35°	25-35°	25-35°	25-35°	25-35°	25-35°
COHESIÓN (Ton/m²)	-	-	-	-	-	-	-
PESO UNITARIO (g/cm³)	1.6-1.7	1.6-1.7	1.6-1.7	1.6-1.7	1.6-1.7	1.7-1.8	1.7-1.8
MÓDULO DE REACCIÓN (K) Kg/cm²	-	-	-	-	-	-	-
NIVEL FREÁTICO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

ESTRUCTURA 4 - **TANQUE 4 - KARRAISIRA**

DESCRIPCIÓN	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
PROFUNDIDAD DE TOMA DE MUESTRA (m)	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
HUMEDAD NATURAL (%)	6.9	9.5	8.0	8.0	4.2	5.3	5.0
LÍMITE LÍQUIDO (%)	26.9	26.4	26.6	26.2	24.6	24.8	24.3
LÍMITE PLÁSTICO (%)	19.4	18.8	19.1	18.9	19.2	19.3	18.9
PLASTICIDAD (%)	7.5	7.6	7.5	7.3	5.4	5.5	5.4
% PASA MALLA #200	44.3	44.5	44.1	43.3	22.7	22.4	21.8
CLASIFICACIÓN (USC)	SC	SC	SC	SC	SM-SC	SM-SC	SM-SC
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	A-4	A-4	A-4	A-4	A-2-4	A-2-4	A-2-4
ÍNDICE DE GRUPO	2	2	2	2	2	0	0
COMPRESIBILIDAD Y EXPANSIÓN	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA	MUY BAJA	MUY BAJA
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA (°)	25-35°	25-35°	25-35°	25-35°	25-35°	25-35°	25-35°
COHESIÓN (Ton/m²)	-	-	-	-	-	-	-
PESO UNITARIO (g/cm³)	1.6-1.7	1.6-1.7	1.6-1.7	1.6-1.7	1.6-1.7	1.7-1.8	1.7-1.8
MÓDULO DE REACCIÓN (K) Kg/cm²	-	-	-	-	-	-	-
NIVEL FREÁTICO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

ESTRUCTURA 5 - **TANQUE 5 - ALAPALEN**

DESCRIPCIÓN	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
PROFUNDIDAD DE TOMA DE MUESTRA (m)	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
HUMEDAD NATURAL (%)	7.1	9.6	8.3	8.0	4.5	5.6	4.8
LÍMITE LÍQUIDO (%)	26.5	26.7	26.6	26.2	24.7	24.5	24.1
LÍMITE PLÁSTICO (%)	19.2	18.9	19.0	18.7	19.3	19.0	18.8
PLASTICIDAD (%)	7.3	7.8	7.6	7.5	5.4	5.5	5.3
% PASA MALLA #200	44.2	44.5	44.1	43.7	23.0	22.6	21.5
CLASIFICACIÓN (USC)	SC	SC	SC	SC	SM-	SM-SC	SM-SC

					SC		
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	A-4	A-4	A-4	A-4	A-2-4	A-2-4	A-2-4
ÍNDICE DE GRUPO	2	2	2	2	2	0	0
COMPRESIBILIDAD Y EXPANSIÓN	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA	MUY BAJA	MUY BAJA
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA (°)	25-35°	25-35°	25-35°	25-35°	25-35°	25-35°	25-35°
COHESIÓN (Ton/m²)	-	-	-	-	-	-	-
PESO UNITARIO (g/cm³)	1.6-1.7	1.6-1.7	1.6-1.7	1.6-1.7	1.6-1.7	1.7-1.8	1.7-1.8
MÓDULO DE REACCIÓN (K) Kg/cm²	-	-	-	-	-	-	-
NIVEL FREÁTICO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

ESTRUCTURA 6 - **TANQUE 6 - LOS CARDONALES**

DESCRIPCIÓN	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
PROFUNDIDAD DE TOMA DE MUESTRA (m)	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
HUMEDAD NATURAL (%)	6.6	9.2	8.1	8.0	4.6	5.2	4.9
LÍMITE LÍQUIDO (%)	26.7	26.4	26.8	26.1	24.6	24.4	24.0
LÍMITE PLÁSTICO (%)	19.1	18.6	19.2	18.8	19.1	18.9	18.7
PLASTICIDAD (%)	7.6	7.8	7.6	7.3	5.5	5.5	5.3
% PASA MALLA #200	44.3	44.2	44.0	43.6	22.9	22.7	21.6
CLASIFICACIÓN (USC)	SC	SC	SC	SC	SM-SC	SM-SC	SM-SC
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	A-4	A-4	A-4	A-4	A-2-4	A-2-4	A-2-4
ÍNDICE DE GRUPO	2	2	2	2	2	0	0
COMPRESIBILIDAD Y EXPANSIÓN	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA	MUY BAJA	MUY BAJA
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA (°)	25-35°	25-35°	25-35°	25-35°	25-35°	25-35°	25-35°
COHESIÓN (Ton/m²)	-	-	-	-	-	-	-
PESO UNITARIO (g/cm³)	1.6-1.7	1.6-1.7	1.6-1.7	1.6-1.7	1.6-1.7	1.7-1.8	1.7-1.8
MÓDULO DE REACCIÓN (K) Kg/cm²	-	-	-	-	-	-	-
NIVEL FREÁTICO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

ESTRUCTURA 7 - **TANQUE 7 - MACUREMA**

DESCRIPCIÓN	1	2	3	4	5	6	7
PROFUNDIDAD DE TOMA DE MUESTRA (m)	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
HUMEDAD NATURAL (%)	7.0	9.7	8.0	8.3	4.3	5.3	5.0
LÍMITE LÍQUIDO (%)	26.6	26.4	26.6	26.2	24.5	24.4	24.0
LÍMITE PLÁSTICO (%)	19.3	18.9	19.1	18.8	19.1	19.0	18.8
PLASTICIDAD (%)	7.3	7.5	7.5	7.4	5.4	5.4	5.2
% PASA MALLA #200	44.0	44.5	44.2	43.3	22.8	22.5	21.6

CLASIFICACIÓN (USC)	SC	SC	SC	SC	SM-SC	SM-SC	SM-SC
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	A-4	A-4	A-4	A-4	A-2-4	A-2-4	A-2-4
ÍNDICE DE GRUPO	2	2	2	2	2	0	0
COMPRESIBILIDAD Y EXPANSIÓN	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA	MUY BAJA	MUY BAJA
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA (°)	25-35°	25-35°	25-35°	25-35°	25-35°	25-35°	25-35°
COHESIÓN (Ton/m²)	-	-	-	-	-	-	-
PESO UNITARIO (g/cm³)	1.6-1.7	1.6-1.7	1.6-1.7	1.6-1.7	1.6-1.7	1.7-1.8	1.7-1.8
MÓDULO DE REACCIÓN (K) Kg/cm²	-	-	-	-	-	-	-
NIVEL FREÁTICO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

ESTRUCTURA 8 – **TANQUE 8 - TABLAZO 2**

DESCRIPCIÓN	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
PROFUNDIDAD DE TOMA DE MUESTRA (m)	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
HUMEDAD NATURAL (%)	7.2	9.5	8.2	8.0	4.4	5.1	5.0
LÍMITE LÍQUIDO (%)	26.7	26.5	26.6	26.2	24.6	24.5	24.2
LÍMITE PLÁSTICO (%)	19.0	18.8	19.1	18.9	19.2	19.0	18.8
PLASTICIDAD (%)	7.7	7.7	7.5	7.3	5.4	5.5	5.4
% PASA MALLA #200	44.1	44.6	44.3	43.5	22.7	22.3	21.8
CLASIFICACIÓN (USC)	SC	SC	SC	SC	SM-SC	SM-SC	SM-SC
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	A-4	A-4	A-4	A-4	A-2-4	A-2-4	A-2-4
ÍNDICE DE GRUPO	2	2	2	2	2	0	0
COMPRESIBILIDAD Y EXPANSIÓN	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA	MUY BAJA	MUY BAJA
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA (°)	25-35°	25-35°	25-35°	25-35°	25-35°	25-35°	25-35°
COHESIÓN (Ton/m²)	-	-	-	-	-	-	-
PESO UNITARIO (g/cm³)	1.6-1.7	1.6-1.7	1.6-1.7	1.6-1.7	1.6-1.7	1.7-1.8	1.7-1.8
MÓDULO DE REACCIÓN (K) Kg/cm²	-	-	-	-	-	-	-
NIVEL FREÁTICO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

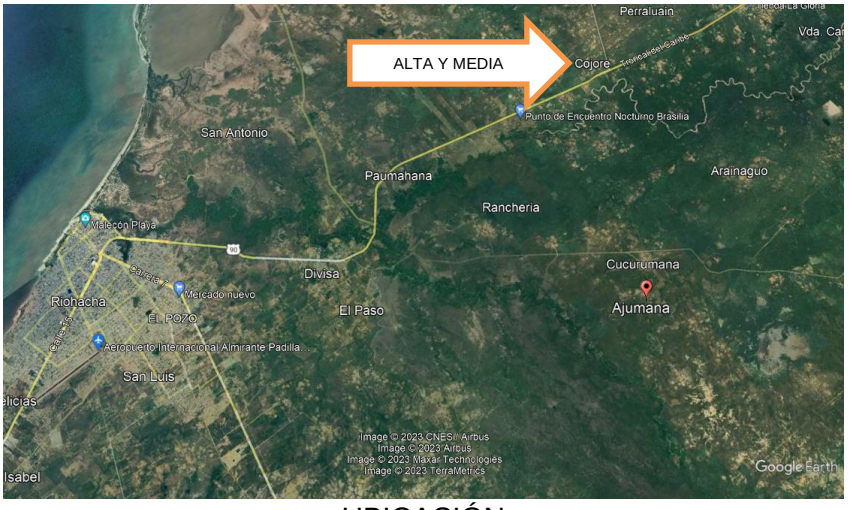
ESTRUCTURA 9 - **TANQUE 9 - PALMARETO**

DESCRIPCIÓN	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
PROFUNDIDAD DE TOMA DE MUESTRA (m)	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
HUMEDAD NATURAL (%)	6.9	9.3	8.0	8.2	4.3	5.5	4.8
LÍMITE LÍQUIDO (%)	26.8	26.4	26.7	26.3	24.7	24.3	24.0
LÍMITE PLÁSTICO (%)	19.4	18.9	19.0	18.9	19.3	19.1	19.0
PLASTICIDAD (%)	7.4	7.5	7.7	7.4	5.4	5.2	5.0
% PASA MALLA #200	44.0	44.5	44.2	43.4	22.5	22.4	21.7

CLASIFICACIÓN (USC)	SC	SC	SC	SC	SM-SC	SM-SC	SM-SC
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	A-4	A-4	A-4	A-4	A-2-4	A-2-4	A-2-4
ÍNDICE DE GRUPO	2	2	2	2	2	0	0
COMPRESIBILIDAD Y EXPANSIÓN	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA	MUY BAJA	MUY BAJA
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA (°)	25-35°	25-35°	25-35°	25-35°	25-35°	25-35°	25-35°
COHESIÓN (Ton/m²)	-	-	-	-	-	-	-
PESO UNITARIO (g/cm³)	1.6-1.7	1.6-1.7	1.6-1.7	1.6-1.7	1.6-1.7	1.7-1.8	1.7-1.8
MÓDULO DE REACCIÓN (K) Kg/cm²	-	-	-	-	-	-	-
NIVEL FREÁTICO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

ESTRUCTURA 10 - **TANQUE 10 - OLOMANA**

DESCRIPCIÓN	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
PROFUNDIDAD DE TOMA DE MUESTRA (m)	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
HUMEDAD NATURAL (%)	6.8	9.0	8.2	8.1	4.3	5.4	5.0
LÍMITE LÍQUIDO (%)	26.6	26.3	26.7	26.1	24.5	24.2	24.0
LÍMITE PLÁSTICO (%)	19.2	18.7	19.0	18.8	19.0	18.9	18.7
PLASTICIDAD (%)	7.4	7.6	7.7	7.3	5.5	5.3	5.3
% PASA MALLA #200	44.2	44.7	44.4	43.6	22.5	22.2	21.6
CLASIFICACIÓN (USC)	SC	SC	SC	SC	SM-SC	SM-SC	SM-SC
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	A-4	A-4	A-4	A-4	A-2-4	A-2-4	A-2-4
ÍNDICE DE GRUPO	2	2	2	2	2	0	0
COMPRESIBILIDAD Y EXPANSIÓN	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA	MUY BAJA	MUY BAJA
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA (°)	25-35°	25-35°	25-35°	25-35°	25-35°	25-35°	25-35°
COHESIÓN (Ton/m²)	-	-	-	-	-	-	-
PESO UNITARIO (g/cm³)	1.6-1.7	1.6-1.7	1.6-1.7	1.6-1.7	1.6-1.7	1.7-1.8	1.7-1.8
MÓDULO DE REACCIÓN (K) Kg/cm²	-	-	-	-	-	-	-
NIVEL FREÁTICO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO



UBICACIÓN
Propiedades del Suelo

Clasificación de Perfil Estratigráfico Chivolo

RESISTENCIA AL CORTE DE LOS SUELOS DE FUNDACIÓN

Durante el proceso de las perforaciones, se realizó el ensayo SPT (Stándar Penetration Test), por medio de los resultados de este ensayo se pueden correlacionar varias características parámetros y propiedades del suelo. Para determinar la capacidad portante del suelo, se requieren los parámetros de resistencia del suelo.

Se determinan los parámetros de resistencia del suelo en términos de la cohesión efectiva del suelo (c') y el ángulo de fricción interna del suelo e términos efectivos. El suelo de fundación para la estructura, se establece a 1.5 m de profundidad mínima desde la superficie, en la Tabla 10, se presentan los valores de resistencia al corte de los suelos encontrados.

SONDEO	ESTRATO	SUELO	PROFUNDIDAD (m)	No. GOLPES (N_{45})	(N_{60})	ÁNGULO DE FRICCIÓN (Ø')
SONDEO 1	Arena arcillosa color grisáceo	SC	0.50	7	10	28.1°
	Arena arcillosa color grisáceo	SC	1.00	10	13	29.2°
	Arena arcillosa color grisáceo	SC	2.00	18	19	30.2°
	Arena gravillo arcillosa marrón grisáceo	SC	3.00	19	21	31.2°
	Arena gravillo arcillosa marrón grisáceo	SC	4.00	23	21	31.7°
	Arena gravillo arcillosa marrón grisáceo	SC	5.00	27	23	32.1°
	Arena gravillo arcillosa marrón grisáceo	SC	6.00	30	24	32.4°
SONDEO 2	Arena arcillosa color grisáceo	SC	0.50	8	11	28.3°
	Arena arcillosa color grisáceo	SC	1.00	11	14	29.4°
	Arena arcillosa color grisáceo	SC	2.00	15	17	30.0°
	Arena gravillo arcillosa marrón grisáceo	SC	3.00	20	20	31.5°
	Arena gravillo arcillosa marrón grisáceo	SC	4.00	26	23	32.1°

	Arena gravillo arcillosa marrón grisáceo	SC	5.00	33	26	32.4°
	Arena gravillo arcillosa marrón grisáceo	SC	6.00	35	27	33.2°
SONDEO 3	**Arena arcillosa color grisáceo**	**SC**	**0.50**	**9**	**12**	**28.5°**
	Arena arcillosa color grisáceo	**SC**	**1.00**	**12**	**15**	**29.7°**
	Arena arcillosa color grisáceo	**SC**	**2.00**	**17**	**19**	**30.5°**
	Arena gravillo arcillosa marrón grisáceo	**SC**	**3.00**	**21**	**22**	**31.6°**
	Arena gravillo arcillosa marrón grisáceo	**SC**	**4.00**	**25**	**24**	**32.0°**
	Arena gravillo arcillosa marrón grisáceo	**SC**	**5.00**	**30**	**26**	**32.6°**
	Arena gravillo arcillosa marrón grisáceo	**SC**	**6.00**	**33**	**28**	**33.0°**
SONDEO 4	Arena arcillosa color grisáceo	SC	0.50	7	10	28.2°
	Arena arcillosa color grisáceo	SC	1.00	10	13	29.3°
	Arena arcillosa color grisáceo	SC	2.00	16	18	30.1°
	Arena gravillo arcillosa marrón grisáceo	SC	3.00	22	21	31.4°
	Arena gravillo arcillosa marrón grisáceo	SC	4.00	26	24	32.1°
	Arena gravillo arcillosa marrón grisáceo	SC	5.00	31	27	32.8°
	Arena gravillo arcillosa marrón grisáceo	SC	6.00	34	28	33.1°
SONDEO 5	**Arena arcillosa color grisáceo**	**SC**	**0.50**	**8**	**11**	**28.4°**
	Arena arcillosa color grisáceo	**SC**	**1.00**	**11**	**14**	**29.6°**
	Arena arcillosa color grisáceo	**SC**	**2.00**	**17**	**19**	**30.3°**
	Arena gravillo arcillosa marrón grisáceo	**SC**	**3.00**	**22**	**21**	**31.5°**
	Arena gravillo arcillosa marrón grisáceo	**SC**	**4.00**	**28**	**25**	**32.3°**
	Arena gravillo arcillosa marrón grisáceo	**SC**	**5.00**	**34**	**28**	**33.0°**
	Arena gravillo arcillosa marrón grisáceo	**SC**	**6.00**	**36**	**29**	**33.3°**
SONDEO 6	Arena arcillosa color grisáceo	SC	0.50	9	12	28.6°
	Arena arcillosa color grisáceo	SC	1.00	13	16	29.9°
	Arena arcillosa color grisáceo	SC	2.00	18	20	30.4°
	Arena gravillo arcillosa marrón grisáceo	SC	3.00	23	22	31.8°
	Arena gravillo arcillosa marrón grisáceo	SC	4.00	29	26	32.6°
	Arena gravillo arcillosa marrón grisáceo	SC	5.00	36	29	33.2°
	Arena gravillo arcillosa marrón grisáceo	SC	6.00	38	30	33.5°
SONDEO 7	Arena arcillosa color grisáceo	SC	0.50	8	11	28.3°
	Arena arcillosa color grisáceo	SC	1.00	12	15	29.8°
	Arena arcillosa color grisáceo	SC	2.00	16	19	30.2°
	Arena gravillo arcillosa marrón grisáceo	SC	3.00	21	21	31.4°
	Arena gravillo arcillosa marrón grisáceo	SC	4.00	27	25	32.3°
	Arena gravillo arcillosa marrón grisáceo	SC	5.00	32	27	33.0°
	Arena gravillo arcillosa marrón grisáceo	SC	6.00	35	29	33.4°
SONDEO 8	Arena arcillosa color grisáceo	SC	0.50	7	10	28.0°
	Arena arcillosa color grisáceo	SC	1.00	10	13	29.1°
	Arena arcillosa color grisáceo	SC	2.00	15	17	30.0°
	Arena gravillo arcillosa marrón grisáceo	SC	3.00	20	20	31.3°
	Arena gravillo arcillosa marrón grisáceo	SC	4.00	26	24	32.0°
	Arena gravillo arcillosa marrón grisáceo	SC	5.00	31	27	32.7°
	Arena gravillo arcillosa marrón grisáceo	SC	6.00	34	29	33.1°
SONDEO 9	Arena arcillosa color grisáceo	SC	0.50	9	12	28.4°
	Arena arcillosa color grisáceo	SC	1.00	12	15	29.7°
	Arena arcillosa color grisáceo	SC	2.00	18	21	30.6°
	Arena gravillo arcillosa marrón grisáceo	SC	3.00	24	23	31.9°

	Arena gravillo arcillosa marrón grisáceo	SC	4.00	30	27	32.6°
	Arena gravillo arcillosa marrón grisáceo	SC	5.00	35	29	33.3°
	Arena gravillo arcillosa marrón grisáceo	SC	6.00	37	30	33.5°
SONDEO 10	Arena arcillosa color grisáceo	SC	0.50	8	11	28.2°
	Arena arcillosa color grisáceo	SC	1.00	11	14	29.3°
	Arena arcillosa color grisáceo	SC	2.00	17	20	30.4°
	Arena gravillo arcillosa marrón grisáceo	SC	3.00	23	22	31.7°
	Arena gravillo arcillosa marrón grisáceo	SC	4.00	29	26	32.5°
	Arena gravillo arcillosa marrón grisáceo	SC	5.00	34	28	33.2°
	Arena gravillo arcillosa marrón grisáceo	SC	6.00	36	30	33.4°

La resistencia es deducida en correlación con la experiencia en materiales de características semejantes, ya que para un cálculo más preciso es necesario elaborar ensayos de corte directo y/o triaxial. Para realizar estos ensayos se debe extraer una muestra inalterda, resultado difícil de obtener en arenas semisueltas. Para el efecto, se realizó la prueba de penetración estándar (SPT), que da resultados con confiabilidad aceptable y es un ensayo in situ.

SISTEMA DE CIMENTACIÓN Y CAPACIDAD PORTANTE

Por el tipo de estructura, tanque elevado, el sistema de cimentación corresponde a unas zapatas aisladas, se emplean varias metodologías para el cálculo de capacidad portante, se selecciona la ecuación general de capacidad portante dada por la siguiente ecuación.

$$q_u = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2}\gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

Tomado del libro (Principio de Ingeniería de Cimentaciones de Braja. M. DAS), esta metodología se basa en la formulación inicial desarrollada por Terzagüi, y complementada posteriormente con investigaciones realizadas por otros autores como Meyerhof. La metodología tiene en cuenta la cohesión del suelo, parámetros determinados a partir del ángulo de fricción efectivo, y factores de corrección de acudo a la forma de la cimentación, la profundidad de desplante y las dimensiones de la cimentación. Los parámetros usados para determinar la capacidad de soporte, se correlacionan a partir del número de golpes N, obtenido del ensayo de campo SPT. Usando la metodología de (Alvaro J. Gonzales G.1999, Estimativos de parámetros efectivos de resistencia con el SPT), para determinar C y Ø', se determina como valores promedio conservadores, Ø'=27°, C = 0.0 kPa, en la siguiente tabla se presenta la capacidad de soporte, calculada para el sistema de cimentación propuesto y el tipo de suelo.

CAPACIDAD DE PORTANTE ECUACIÓN GENERAL				
Cohesión C':	0	Peso unitario Suelo(γ):	16	kN/m³
Ángulo de Fricción (Ø'):	27	Profundidad de Desplante:	1,5	m
Nc:	23,94	Base de la Zapata:	1	m
Nq:	13,20	Longitud de la Zapata	1,5	m
Nγ:	14,47	Fs(Indirecto):	3	
Nc:	10,98	Fs(Directo):	1,8	
Nq:	3,94	Nivel Freático:	6	m
Nγ:	2,65	Inclinación de la carga β°:	5	
Qu:	**503**	**kN/m²**		
Qadm(Fs Indirecto):	**168**	**kN/m²**		
Qadm(Fs directo):	**144**	**kN/m²**		
$q_u = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2}\gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$				

Tabla 11. Cálculo de la capacidad portante.

De acuerdo a los resultados obtenidos por la metodología de la ecuación general de capacidad portante, es asumido un valor de capacidad portante admisible de 144kPa, o 1.4 kg/cm², a una profundidad de desplante de 1.5 metros, desde la superficie del suelo natural, después de descapote.

RECOMENDACIONES Y CONSIDERACIONES GENERALES

Valores del perfil de suelo para el Espectro de diseño sísmico

Zona de amenaza sísmica: Intermedia

Aceleración horizontal pico Aa: 0,10

Velocidad pico Av: 0,15

Fa 2.5 Fv 3.35

Perfil del Suelo: E

Ae=0,07 Ad=0,04

De acuerdo con la exploración geotécnica realizada en el sitio de estudio, mediante apiques y sondeos, se identificaron dos estratos principales de suelo, presentes de forma continua en los diez puntos de investigación correspondientes a las comunidades evaluadas.

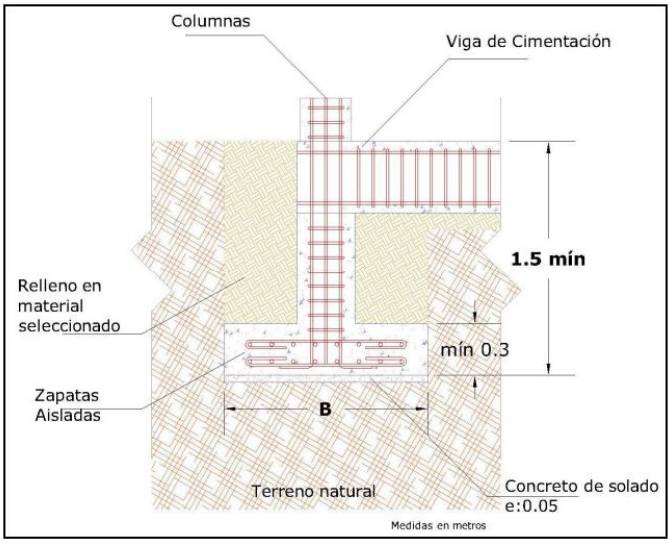
El primer estrato corresponde a una arena arcillosa de color grisáceo, clasificada como SC según el sistema unificado de clasificación de suelos (USC). Este material presenta una

compacidad baja a media, con una compresibilidad baja, y se encuentra en la parte más superficial del perfil, con un espesor promedio de 2.4 metros. Es un estrato homogéneo que se distribuye consistentemente en todos los sectores explorados.

El segundo estrato identificado corresponde a una arena gravillo arcillosa de color marrón grisáceo, también clasificada como SC. Este material muestra una compacidad media a densa, con baja compresibilidad, y se encuentra a partir de los 2.4 m de profundidad, extendiéndose hasta el fondo de los sondeos a 6.0 metros. La transición entre ambos estratos es gradual, sin indicios de materiales orgánicos o suelos blandos.

Durante la investigación no se detectó presencia de nivel freático en ninguna de las excavaciones, hasta la profundidad máxima explorada.

Para el diseño de cimentaciones, se recomienda una profundidad de desplante de 1.5 metros desde la superficie del terreno natural (posterior al descapote), donde se estima una capacidad portante admisible de 1.4 kg/cm². Asimismo, se considera un valor promedio del módulo de reacción del terreno K = 3.5 kg/cm²/cm, útil para el dimensionamiento de cimentaciones tipo zapata aislada. En todos los puntos de análisis, los parámetros obtenidos permiten considerar condiciones adecuadas para este tipo de cimentación, dada la resistencia y compacidad de los suelos explorados.



Las dimensiones definitivas de la cimentación se deben proveer por el ingeniero estructural, teniendo en cuenta las cargas reales de servicio o máximas, obtenidas a partir de las respectivas combinaciones de carga.

El sistema de cimentación se complementa amarrando las zapatas aisladas con un sistema de vigas de cimentación.

En el suelo de fundación se recomienda poner un concreto de solado y limpieza, que garantice el recubrimiento inferior del acero y las dimensiones de los elementos de concreto. Sobre el hombro de las zapatas se debe rellenar con material granular seleccionado y compactado Este material debe ser de tipo granular con poco o nada de plasticidad. Se debe tener especial cuidado con la instalación del acero de todos los elementos de cimentación, así como el vaciado de concreto, debido a la gran concentración de esfuerzos cortantes, axiales y momentos, en estos elementos.

El recubrimiento del acero de refuerzo de los elementos de cimentación, deben tener al menos 7.5 cm de espesor desde el borde la barra más externa. esta medida se recomienda para mitigar la corrosión del acero de refuerzo. inicialmente se recomienda definir los niveles de construcción, y realizar un proceso de limpieza, desmonte, retiro de troncos y raíces, seguido de un descapote de al menos 20 cm. Posteriormente se debe nivelar el terreno. Las excavaciones temporales no deben permanecer descubiertas por un tiempo prolongado, y se debe tratar de impedir la saturación de los cortes, se pueden realizar cortes verticales mayores a un metro utilizando entibados, evitando poner cargas en los bordes de las excavaciones. Durante la construcción se recomienda desarrollar un adecuado control de calidad para los materiales y procesos constructivos de las estructuras, y así garantizar su calidad.

LIMITACIONES

Los análisis, conclusiones y recomendaciones que se presentan en este informe se fundamentan en la información obtenida en los trabajos de campo de la investigación del subsuelo, y en la información dada por los contratantes. Si durante la construcción del proyecto se encuentran suelos con características distintas a las planteadas en este informe como típicas, deberá informarse al Ingeniero de Suelos y Cimentaciones para llevar a cabo los estudios necesarios y recomendaciones o ajustes adicionales requeridos. Para el correcto funcionamiento del proyecto, el diseño de los elementos de conexiones debe realizarse por un ingeniero hidráulico, el diseño de las dimensiones, y refuerzo de los elementos de las estructuras deben calcularse por un ingeniero Estructural.

La cimentación recomendada sólo es válida para la construcción del tanque semi-elevado en la comunidad indígena rural de La Alta y Media, compuesto por un tanque con pórticos en concreto, para estructuras con cargas o usos distintos se deberá realizar otro estudio. Debe considerarse en el diseño y el procedimiento de la **"CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE POZOS ARTESIANOS MEDIANTE LA EJECUCIÓN DE ESTRUCTURAS EN CONCRETO PARA LA INSTALACIÓN DE TANQUES PLÁSTICOS DE 5.000 LITROS, ASÍ COMO LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE PANELES SOLARES Y BOMBAS PARA LA CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA, EN LAS COMUNIDADES DEL RESGUARDO INDÍGENA DE ALTA Y MEDIA GUAJIRA, UBICADAS EN EL MUNICIPIO DE RIOHACHA, DISTRITO ESPECIAL, TURÍSTICO Y CULTURAL"**

La resistencia de los diferentes materiales, para la conformación de la estructura, deben cumplir con las Normas Técnicas colombianas, donde se podrían considerar los ensayos de seguridad estándar, para el conocimiento de las resistencias de estos, y llevar un control de calidad; con las diferentes solicitaciones de cargas, y realizar un cálculo para garantizar la confiabilidad de la obra.



HERIBERTO FUENTES HERRERA
Ingeniero Civil.
C.C. No. 10.532.094
MAT. No. 19202 - 02774.

REGISTRO FOTOGRAFICO









AV. del Río No 5-62 Teléfono 4234643 Fax 4319260 - Celular 300 8143622E-mail ingeoestudios@hotmail.com
Santa Marta D.T.C.H.







AV. del Río No 5-62 Teléfono 4234643 Fax 4319260 - Celular 300 8143622E-mail ingeoestudios@hotmail.com
Santa Marta D.T.C.H.













HERIBERTO FUENTES HERRERA
Ingeniero Civil.
C.C. No. 10.532.094
MAT. No. 19202 - 02774