
 EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA	ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE AULAS EN LA INSTITUCION EDUCATIVA PALO ALTO EN EL MUNICIPIO DE SAN ONOFRE EN EL DEPARTAMENTO DE SUCRE	ING INGENIERIA S.A.S
		DICIEMBRE 2020

ING INGENIERIA S.A.S


**ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE AULAS EN
FORTALECIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA DE LAS INSTITUCIONES
EDUCATIVAS DEL MUNICIPIO DE SAN ONOFRE,
DEPARTAMENTO DE SUCRE - BPIN 20211301011396 -
INSTITUCIÓN EDUCATIVA PALO ALTO SEDE PRINCIPAL**

CARTAGENA, DICIEMBRE DE 2020

 <p>EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA</p>	<p>ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE AULAS EN LA INSTITUCION EDUCATIVA PALO ALTO EN EL MUNICIPIO DE SAN ONOFRE EN EL DEPARTAMENTO DE SUCRE</p>	<p>ING INGENIERIA S.A.S</p> <hr/> <p>DICIEMBRE 2020</p>
--	--	---

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCION	4
2. ALCANCE DEL ESTUDIO GEOTECNICO	8
2.1. EXPLORACION DEL SUB-SUELO	
2.2. ENSAYOS DE LABORATORIOS DE SUELOS	
2.3. ANALISIS DE INGENIERIA	
3. CARACTERISTICAS DEL SITIO	10
3.1. PERFIL ESTRATIGRAFICO	
3.1.1 Estratigrafía en la zona de Aulas	
3.1.2 Estratigrafía en la zona de Aula y Bateria sanitaria	
3.2. NIVEL FREATICO	
3.3 CONDICIONES GEOTECNICAS ESPECIALES – IDENTIFICACION DE SUELOS EXPANSIVOS, COLAPSABLES	
4. CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS DE LA ZONA	14
4.1 GEOLOGIA.	
4.1.1. Geologia regional	
4.1.2 Geologia local	
4.1.3 Geologia estructural	
4.2 UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	
4.3 ANÁLISIS DE ACELERACIÓN SÍSMICA	
5. ANALISIS DE INGENIERIA	20
5.1. PARAMETROS DE DISEÑO	

 <p>EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA</p>	<p>ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE AULAS EN LA INSTITUCION EDUCATIVA PALO ALTO EN EL MUNICIPIO DE SAN ONOFRE EN EL DEPARTAMENTO DE SUCRE</p>	<p>ING INGENIERIA S.A.S</p> <hr/> <p>DICIEMBRE 2020</p>
--	--	---

5.2. ESTIMATIVOS DE CARGA

5.3. CAPACIDAD SUPERFICIAL PORTANTE DEL SUBSUELO

5.4 ASENTAMIENTOS ESPERADOS CIMENTACION SUPERFICIAL

5.5 COEFICIENTE DE REACCION DE LA SUBRASANTE, K_s

5.6 ANALISIS DE LICUEFACCION DE LOS SUELOS

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. 23

6.1. SOLUCION DE CIMENTACION SUPERFICIAL

6.1.1 Cimentación Superficial

6.1.2 Recomendaciones Especiales

6.1.3 Excavaciones seguras y construcción


6.2 OBRAS DE DRENAJES

7. CONSIDERACIONES SISMICAS 25

8. LIMITACIONES. 26

Anexo

- Acta de grado de maestría en geotecnia
- Ensayos de Laboratorio: Parámetros de Consolidación, registro de perforación, granulometrías.

 <p>EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA</p>	<p>ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE AULAS EN LA INSTITUCION EDUCATIVA PALO ALTO EN EL MUNICIPIO DE SAN ONOFRE EN EL DEPARTAMENTO DE SUCRE</p>	<p>ING INGENIERIA S.A.S</p> <hr/> <p>DICIEMBRE 2020</p>
---	---	---

ING INGENIERIA S.A.S

ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE AULAS EN LA INSTITUCION EDUCATIVA PALO ALTO EN EL MUNICIPIO DE SAN ONOFRE DEL DEPARTAMENTO DE SUCRE

SAN ONOFRE - SUCRE

1. INTRODUCCION

Este informe muestra los resultados de la evaluación geotécnica del sitio en donde se proyecta la construcción de Dos (2) Bloques de aulas y Batería sanitaria localizada en la Institución Educativa Palo Alto en el Municipio de San Onofre en el Departamento de Sucre.

ING INGENIERIA S.A.S de acuerdo con el Contrato suscrito cuyo objeto es: *“Estudios y Diseños a nivel de Factibilidad y de Ingeniería de Detalle, la estructuración técnica, financiera, y legal de los proyectos de infraestructura educativa, identificados dentro de los planes de acción para la transformación regional - “Par, del Programa de Desarrollo con enfoque Territorial PDET, Priorizadas por la Agencia de Renovación de Territorio ART”* contrato con **EV INGENIERIA S.A.S**, los estudios y diseños geotécnicos, para determinar el sistema de cimentación a construir y las recomendaciones geotécnicas para la construcción de la misma.

Existen **Dos (2) unidad** de construcción de acuerdo con la definición del Título H de la NSR-10, la unidad de Un piso correspondiente a las aulas y la batería sanitaria, por ser estas unidades de un solo nivel, se clasifican de **categoría Baja**, se requieren para estas Unidades de construcción **Tres (3) sondeos de Seis (6) m de profundidad como Mínimo**, para la primera unidad y **Dos (2) sondeos de Seis (6) m** para la batería sanitaria.

Realizándose en la institución Educativa, Cinco (5) sondeos de Seis (6) m de profundidad en la zona de aulas y batería sanitaria. Tal y como se muestra en la siguiente localización del proyecto con sus respectivos sondeos.


 EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA	ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE AULAS EN LA INSTITUCION EDUCATIVA PALO ALTO EN EL MUNICIPIO DE SAN ONOFRE EN EL DEPARTAMENTO DE SUCRE	ING INGENIERIA S.A.S
		DICIEMBRE 2020

Imagen 1. Tabla H.3.1-1 y Tabla H.3.2-1 Título H, NSR10

Tabla H.3.1-1
Clasificación de las unidades de construcción por categorías

Categoría de la unidad de construcción	Según los niveles de construcción	Según las cargas máximas de servicio en columnas (kN)
Baja	Hasta 3 niveles	Menores de 800 kN
Media	Entre 4 y 10 niveles	Entre 801 y 4,000 kN
Alta	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4,001 y 8,000 kN
Especial	Mayor de 20 niveles	Mayores de 8,000 kN

Tabla H.3.2-1
Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción
Categoría de la unidad de construcción

Categoría Baja	Categoría Media	Categoría Alta	Categoría Especial
Profundidad Mínima de sondeos: 6 m. Número mínimo de sondeos: 3	Profundidad Mínima de sondeos: 15 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 25 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 30 m. Número mínimo de sondeos: 5

En este estudio se presentan las recomendaciones para el diseño y construcción de la cimentación más conveniente, de acuerdo a los resultados obtenidos en la exploración del sub-suelo y los ensayos de laboratorio.



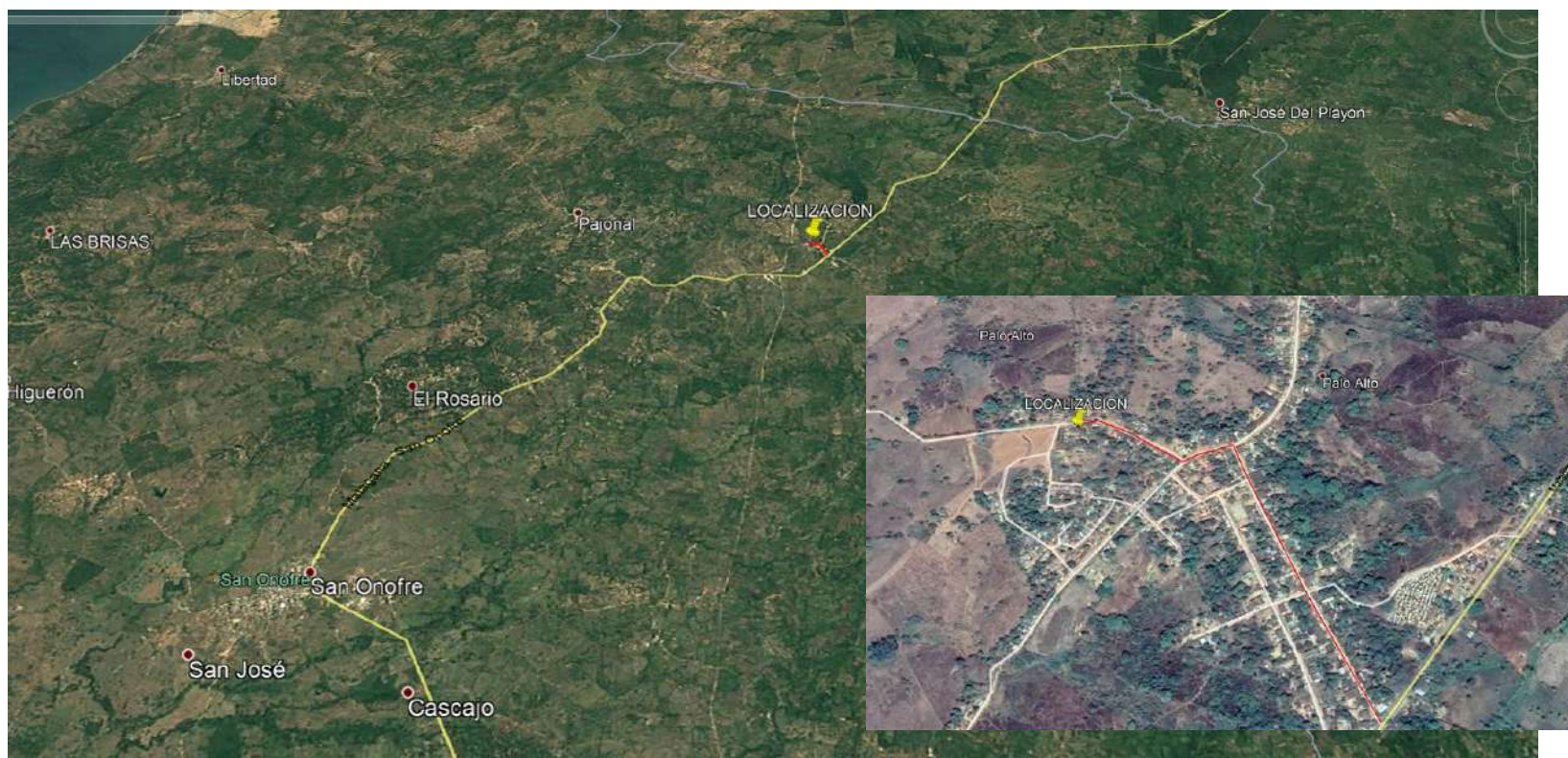
EMIRO VANEGAS GOMEZ
INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA

**ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA
CONSTRUCCION DE AULAS EN LA INSTITUCION
EDUCATIVA PALO ALTO EN EL MUNICIPIO DE SAN
ONOFRE EN EL DEPARTAMENTO DE SUCRE**

ING INGENIERIA S.A.S

DICIEMBRE 2020

Figura 1. Localización general del proyecto.



Tomado de Google Earth



EMIRO VANEGAS GOMEZ
INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA

ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA
CONSTRUCCION DE AULAS EN LA INSTITUCION
EDUCATIVA PALO ALTO EN EL MUNICIPIO DE SAN
ONOFRE EN EL DEPARTAMENTO DE SUCRE


ING INGENIERIA S.A.S

DICIEMBRE 2020

Figura 2. Localización de Sondeos en el proyecto.



Tomado de Google Earth

 EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA	ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE AULAS EN LA INSTITUCION EDUCATIVA PALO ALTO EN EL MUNICIPIO DE SAN ONOFRE EN EL DEPARTAMENTO DE SUCRE	ING INGENIERIA S.A.S
		DICIEMBRE 2020

2. ALCANCE DEL ESTUDIO GEOTECNICO

Con el propósito de conocer el estado actual del sub-suelo, sus características índices y capacidad portante del terreno, así como las recomendaciones de interacción suelo - estructura necesaria para orientar el diseño de la cimentación de la nueva estructura, se realizaron los siguientes trabajos:

2.1. EXPLORACION DEL SUB-SUELO

En la exploración del sub-suelo se ejecutaron Treinta (30) m lineales de perforación, distribuidos según las conveniencias del proyecto en Cinco (5) sondeos de Seis (6) de profundidad cada uno, referenciados como sondeos S-1 a S-5.

El sistema empleado para la exploración fue de percusión y lavado, utilizando tuberías de revestimiento de 2 1/2 pulgadas de diámetro.

En los sondeos se ejecutaron ensayos de penetración estándar (E.P.E.) recuperando muestras alteradas de suelos cada 1.0 m, para su posterior identificación y clasificación en el laboratorio. Para este ensayo se utilizó un martillo de 140 lbs que corre sobre una guía de 30 pulgadas de longitud, con el cual se hinca un toma-muestra partido (Split Spoon) y se controla el número de golpes por pie de penetración.

Las tablas 1 y 2, presentan un resumen de las consideraciones geotécnicas descritas en los diferentes registros de perforación para establecer las propiedades mecánicas de los diferentes estratos encontrados en cada perforación en mención.

Tabla No. 1 Compacidad Relativa de las Arenas

Resistencia a la Penetración N (golpes/pie)	Términos Descriptivos		Densidad Relativa D-(%)	Angulo de Fricción Interna - ϕ Grados
0 – 4	A	Muy suelta	0 – 15	25 – 30
4 – 10	B	Suelta	15 – 35	28 – 32
10 – 30	C	Media	35 – 65	32 – 36
30 – 50	D	Compacta	65 – 85	36 – 41
> 50	E	Muy compacta	85 – 100	41 – 43

Según Terzaghi y Peck, 1948. Mecánica de Suelos. Lambe.


 EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA	ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE AULAS EN LA INSTITUCION EDUCATIVA PALO ALTO EN EL MUNICIPIO DE SAN ONOFRE EN EL DEPARTAMENTO DE SUCRE	ING INGENIERIA S.A.S
		DICIEMBRE 2020

Tabla No. 2 Resistencia al Corte de Suelos Cohesivos

Resistencia a la Penetración N (golpes/pie)	Descripción de la Consistencia	Resistencia a la Compresión Simple Ton/m2	Peso Unitario Saturado Ton/m3
0 – 2	Muy blando	1.5 – 2.5	1.50 – 1.60
2 – 4	Blando	2.5 – 5.0	1.60 - 1.92
4 – 8	Firme	5.0 – 10.0	1.76 - 2.08
8 – 15	Resistente	10.0 – 20.0	1.92 - 2.24
15 – 30	Dura	20.0 – 40.0	
> 30	Muy dura	> 40.0	> 2.08

Según Terzaghi y Peck, 1948. Mecánica de Suelos. Lambe.

Anexos a este informe se encuentran los registros de perforación de cada uno de los sondeos efectuados, teniendo en cuenta lo descrito en las anteriores Tablas.


2.2. ENSAYOS DE LABORATORIOS DE SUELOS

Para clasificar y determinar las propiedades físicas y mecánicas de los tipos de suelos presentes en el sitio en estudio se ejecutaron diferentes ensayos de laboratorio de suelos sobre testigos recuperados en cada estrato del sub-suelo. Estos ensayos consistieron en análisis granulométricos, humedades naturales y límites de Atterberg. Los resultados obtenidos se muestran en un cuadro resumen anexo a este informe.

Anexo se presentan ensayos de Compresión Inconfinada realizado a las muestras tomadas con SPT, en la que se observa que las cohesiones no drenadas, $C_u = Q_{ult}/2$, tienen magnitudes superiores a las determinadas con base en la correlación $C_u = 0.6N$, razón por la cual, de manera conservadora se tomó las obtenidas por correlaciones para la determinación de la capacidad admisible de los suelos.

2.3. ANALISIS DE INGENIERIA

En esta etapa se procedió a una evaluación preliminar de las condiciones geomorfológicas y geotécnicas del sitio proyectado, basado en la información obtenida en el campo y relacionada con los ensayos de laboratorios, con el propósito de suministrar las recomendaciones que han de seguirse en el diseño y construcción de las cimentaciones de las estructuras proyectadas.

	EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA	ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE AULAS EN LA INSTITUCION EDUCATIVA PALO ALTO EN EL MUNICIPIO DE SAN ONOFRE EN EL DEPARTAMENTO DE SUCRE	ING INGENIERIA S.A.S
			DICIEMBRE 2020

3. CARACTERISTICAS DEL SITIO

3.1. PERFIL ESTRATIGRAFICO

En los registros de perforación anexos al presente informe se presenta en forma gráfica y detallada la estratigrafía obtenida a partir de los sondeos y ensayos de laboratorio efectuados. A partir de esta información, para efectos de diseño, se ha obtenido el perfil estratigráfico, en la cual se ha tenido en cuenta los niveles del terreno en los sondeos localizados.

3.1.1 Estratigrafía en la zona de Aulas

En este sitio se realizaron los sondeos S-1 a S-3, la estratigrafía es variable en cuanto a resistencia y conformación, encontrándose la siguiente estratigrafía para cada uno de los sondeos:

Sondeo S-1

En este sitio se encuentra desde la superficie y hasta 2.0 m, una Arcilla de Baja Plasticidad Parda clara con vetas grises y oxido de Consistencia Resistente ($8 < N < 15$) a Dura ($15 < N < 30$), de allí y hasta la profundidad explorada de Seis (6) m, se encuentra una Arcilla de Baja Plasticidad Parda Amarillenta con vetas grises y oxido de Consistencia Muy Dura ($N > 30$).

Sondeo S-2

En este sitio se encuentra desde la superficie y hasta 1.0 m, una Arcilla de Alta Plasticidad Parda clara con vetas grises y oxido de consistencia Resistente ($8 < N < 15$), de ese estrato y hasta la profundidad explorada de Seis (6) m, se encuentra una Arcilla de Baja Plasticidad Parda clara con vetas grises y oxido de Consistencia Dura ($15 < N < 30$) a Muy Dura ($N > 30$).

Sondeo S-3

En este sitio se encuentra desde la superficie y hasta 2.0 m, una Arcilla de Baja Plasticidad Parda Rojiza con vetas grises y oxido de consistencia Dura ($15 < N < 30$), de ese estrato y hasta la profundidad explorada de Seis (6) m, se encuentra una Arcilla de baja plasticidad Parda clara con vetas grises y oxido de Consistencia Muy Dura ($N > 30$).

3.1.2 Estratigrafía en la zona de Aula y Bateria sanitaria

En este sitio se realizaron los sondeos S-4 a S-5, encontrándose la siguiente estratigrafía por sondeos.



Sondeo S-4

En este sitio se encontró desde la superficie y hasta 2.0 m, una Arcilla de Alta Plasticidad Gris clara con vetas grises y oxido de Consistencia Resistente ($8 < N < 15$) a Dura ($15 < N < 30$), desde ese estrato y hasta 6.0 m, se encuentra una Arcilla de Baja Plasticidad parda clara con vetas grises y oxido de Consistencia Muy Dura ($N > 30$).

Sondeo S-5

En este sitio se encontró desde la superficie y hasta 2.0 m, una Arcilla de Alta Plasticidad Gris Clara con vetas grises y oxido de Consistencia Resistente ($8 < N < 15$), desde ese estrato y hasta 6.0 m, se encuentra una Arcilla de Alta Plasticidad gris clara con vetas grises y oxido de Consistencia Dura ($15 < N < 30$) a Muy Dura ($N > 30$).

Sondeos Realizados





EMIRO VANEGAS GOMEZ
INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA

**ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA
CONSTRUCCION DE AULAS EN LA INSTITUCION
EDUCATIVA PALO ALTO EN EL MUNICIPIO DE SAN
ONOFRE EN EL DEPARTAMENTO DE SUCRE**

ING INGENIERIA S.A.S

DICIEMBRE 2020





3.2. NIVEL FREATICO

En ninguno de los sitios explorados se detectó la presencia del nivel freático. Ver registros de perforación.


3.3 CONDICIONES GEOTECNICAS ESPECIALES – IDENTIFICACION DE SUELOS EXPANSIVOS, COLAPSABLES

No existen en la zona del proyecto condiciones geotécnicas especiales, a pesar de presentarse Arcillas de Alta plasticidad por tener el límite líquido menor a 60, la expansividad en la zona del proyecto es Marginal. Para proteger la cimentación se plantea un relleno por debajo de los niveles de pisos y cimentación de 40 cm en material de zahorra o recebo compactado, el cual debe cumplir con especificaciones de Subbase Invias.

Adicionalmente dada la topografía plana en la zona del proyecto no se presentan zonas susceptibles a colapso. En revisión de las estructuras existentes no se observan ningún tipo de problemas asociados a la geotecnia en la zona.

Grado de Expansión	LL %	IP %	τ nat (Ton/pie ²)
Elevado	> 60	> 35	> 4
Marginal	50-60	25-35	1.5-4
Bajo	< 50	< 25	< 1.5

Determinación de suelos expansivos – INV-132 – Norma Invias.

 EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA	ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE AULAS EN LA INSTITUCION EDUCATIVA PALO ALTO EN EL MUNICIPIO DE SAN ONOFRE EN EL DEPARTAMENTO DE SUCRE	ING INGENIERIA S.A.S
		DICIEMBRE 2020

4. CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS DE LA ZONA

4.1 GEOLOGIA.

4.1.1. Geología regional

La estratigrafía de la plancha 37 comprende unidades de roca con edades el cretáceo superior al terciario en las llamadas series de cansona y el Carmen, en parte de cubiertas por depósitos recientes. En cuanto a la morfología del área que corresponde a la plancha se describe una morfología de montañas en la parte oriental del área haciendo parte de la llamada Serranía de San Jacinto o Montes de María y la caracterizan sus altas pendientes y valles profundos, con alturas máximas de hasta 800m en el cerro Maco; la Serranía se encuentra alargada en la dirección NE formado fuertes cuchillas.

4.1.2 Geología local

La formación Mucacal corresponde a areniscas cuarzosas de color gris amarillo de grano grueso conglomeráticas con granos subangulares de cuarzo, líticos y feldespatos en una matriz arcillosa; en capas medias con estratificación plano paralela, interestratificación de lodolitas de color gris verdoso, en capas de 50-60cm, con niveles de 10-20cm de areniscas cuarzosas con una matriz arcillosa (INGEOMINAS, 2014).


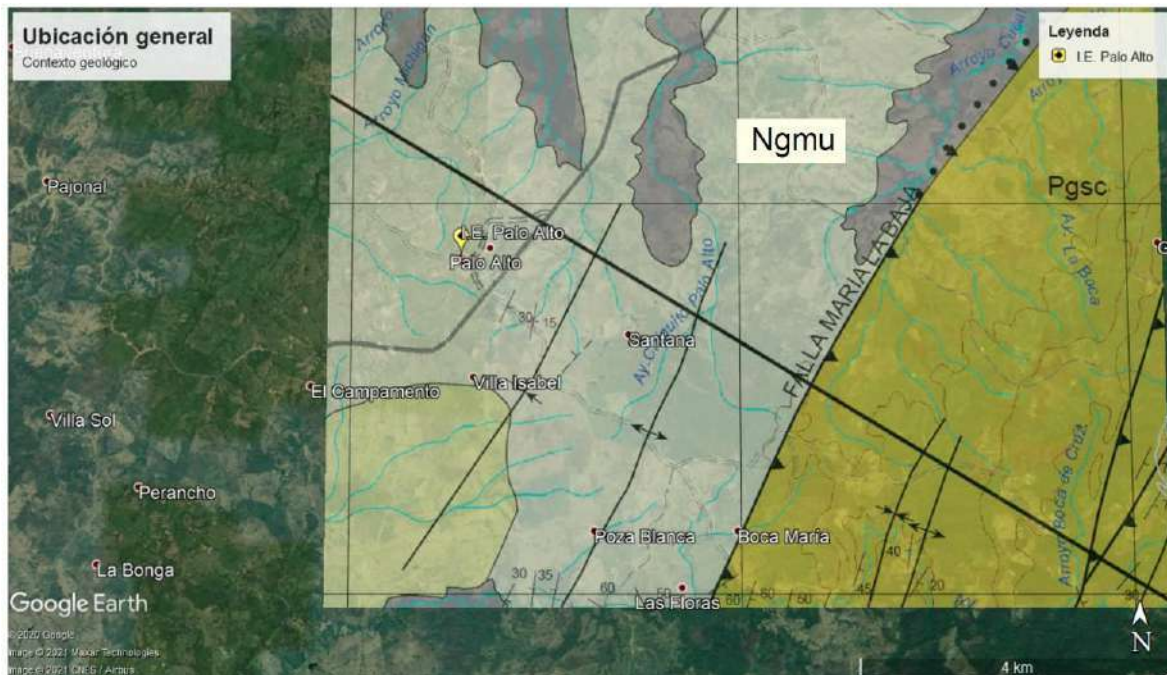
 EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA	ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE AULAS EN LA INSTITUCION EDUCATIVA PALO ALTO EN EL MUNICIPIO DE SAN ONOFRE EN EL DEPARTAMENTO DE SUCRE	ING INGENIERIA S.A.S
		DICIEMBRE 2020

Figura 3. Ubicación de la Institución en el contexto geológico. Tomado de (INGEOMINAS, 2014).



Fuente: Imagen tomada y modificada de Google Earth, 2021.

4.1.3 Geología estructural

Para la llamada serranía de San Jacinto se identifican anticlinales y sinclinales apretados cortados generalmente por fallas de corrimientos; este hecho más la homogeneidad litoestratigráfica de las diferentes formaciones hace que la geología estructural no sea muy clara, sin embargo, se identifica un patrón estructural en el área de trabajo que sigue una orientación N-S a N-E (INGEOMINAS, 1996).

El rasgo estructural más particular lo constituye el buzamiento persistente hacia el oriente produciendo una estructura monoclinal en toda la parte occidental de la plancha (INGEOMINAS, 1996).

La región occidental de la plancha 37 se ubica dentro del llamado cinturón fragmentado de San Jacinto, limitado al occidente por el lineamiento de Sinú perteneciendo junto con el cinturón del Sinú a la región inestable o geoclinal de la zona costera occidental: al oriente limitada por la falla de cabalgamiento de Bolívar, la cual limita la Serranía de San Jacinto con la depresión de San Onofre (INGEOMINAS, 1996).




4.2 UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

San Onofre se ubica en la subregión del Golfo de Morrosquillo, en el departamento de Sucre. Esta subregión está bordeada por las playas del Golfo de Morrosquillo y a parte de San Onofre la conforman los municipios de Coveñas, San Antonio de Palmito, Toluvié y Santiago de Tolú. Además, ocupa un área de 1.886 km². Es una zona de bosque seco tropical, en donde la intervención humana ha favorecido la formación de sabanas antrópicas de llanuras. En el municipio de San Onofre se localiza un terreno de bosque muy seco tropical y porciones de sabanas antrópicas de lomerío y de montañas. Se localizan en el litoral costero los ecosistemas de manglar y lagunas costeras (MinTrabajo, 2014).

Figura 4. San Onofre, Geomorfología y Unidad de Paisaje. Tomado de (MinTrabajo, 2014).



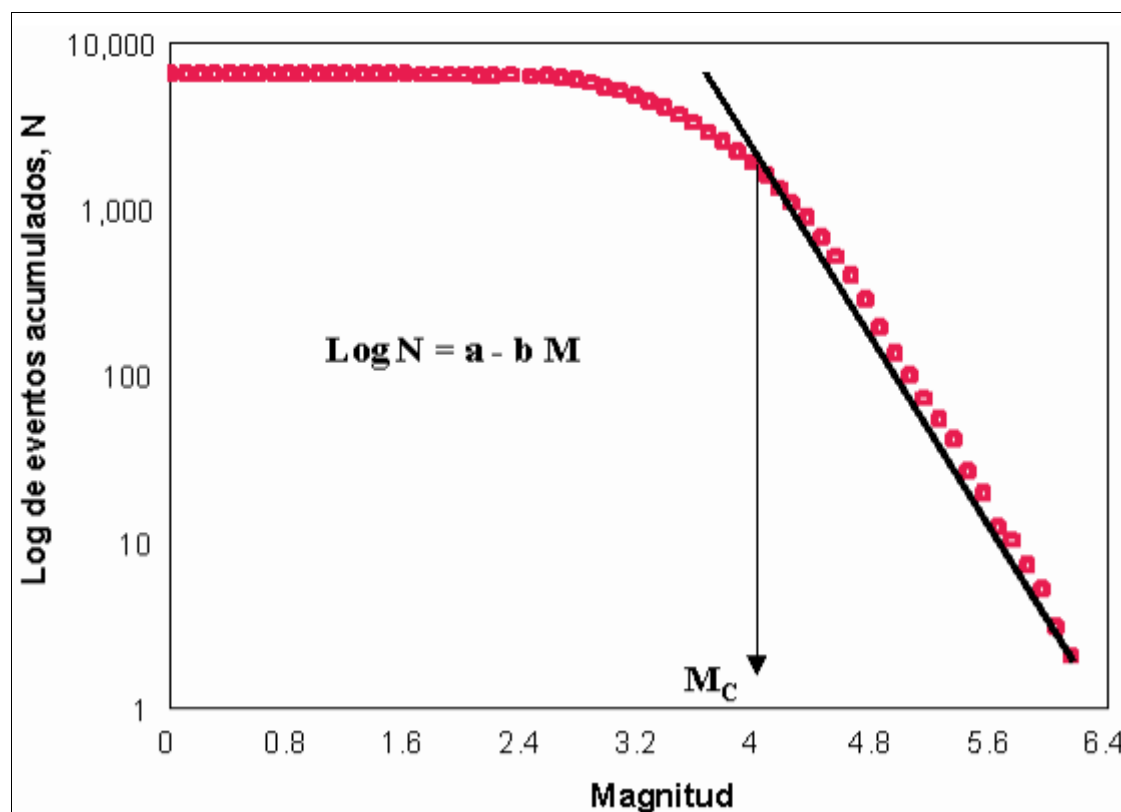
 <p>EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA</p>	<p>ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE AULAS EN LA INSTITUCION EDUCATIVA PALO ALTO EN EL MUNICIPIO DE SAN ONOFRE EN EL DEPARTAMENTO DE SUCRE</p>	<p>ING INGENIERIA S.A.S</p> <hr/> <p>DICIEMBRE 2020</p>
---	---	---

Nota: Dadas las condiciones geomorfológicas en la zona del proyecto, no se presentan condiciones que indiquen que la zona es susceptible a problemas de remoción de masas.

4.3 ANÁLISIS DE ACELERACIÓN SÍSMICA

La variación de espacio-temporal de los parámetros de recurrencia sísmica puede estudiarse siguiendo los lineamientos de la distribución frecuencia-magnitud de Gutenberg-Richter, la cual describe la relación entre la ocurrencia y la magnitud de los sismos. La Figura 5 representa gráficamente la relación de recurrencia (Bendito, Rivero, & Lobo, 2002).

Figura 5. Relación de recurrencia típica de acuerdo a la distribución Gutenberg-Richter.



En un análisis probabilístico de amenaza sísmica, las relaciones de recurrencia proporcionan una herramienta que incorpora la descripción completa de la historia de sismicidad, la cual se refiere a la extensión de tiempo donde todos los eventos sísmicos,



dentro de un rango de magnitudes, son reportados y aparecen en un catálogo, el problema más importante asociado a la base de datos usada para su definición. Por lo tanto, la capacidad de detección de las redes sismológicas se convierte en un factor determinante en la información instrumental de una región (Bendito, Rivero, & Lobo, 2002).

La metodología empleada consistió en la determinación del total de eventos registrados para un área representativa circundante al área de estudio, luego se procedió a clasificarlos según su magnitud y profundidad.

Para la construcción de las gráficas de recurrencia se tuvo en cuenta la magnitud registrada en las bases de datos para eventos sísmicos, relacionándola con la frecuencia con que se registraron los mismos, obteniendo preliminarmente a través de la distribución Gutenberg-Richter lo que se muestra en la Gráfica 1.

Gráfica 1. Relación de recurrencia típica para el área de interés.

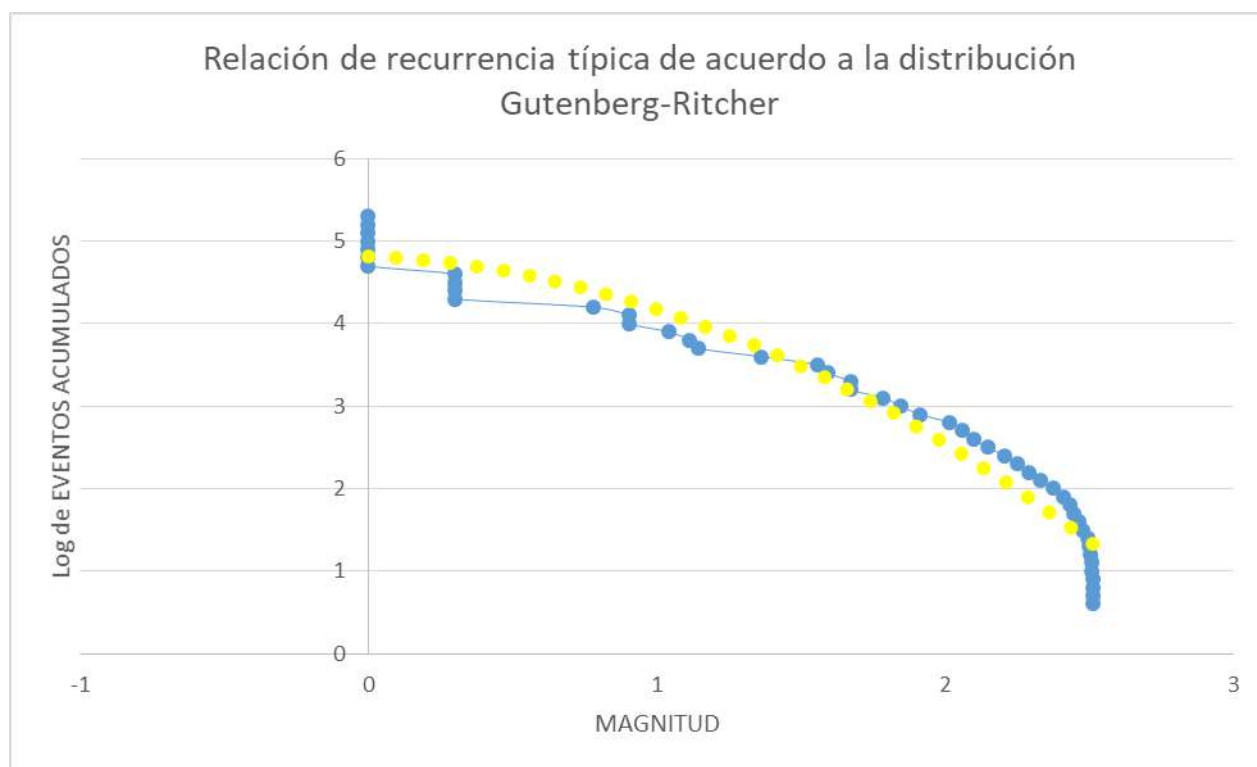
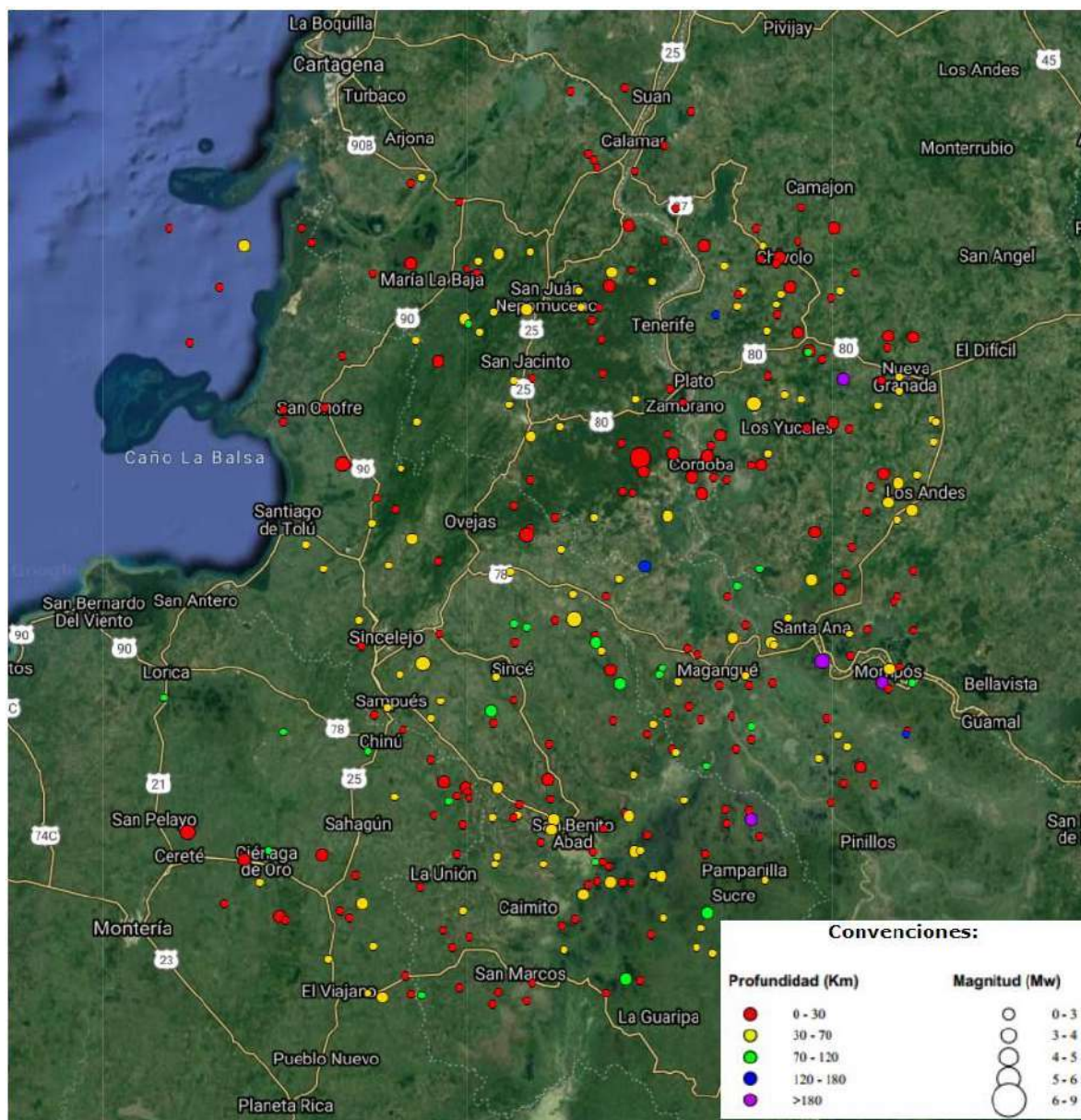





Figura 6. Esquema de ubicación de eventos sísmicos evaluados a 100km a la redonda con centro en la ubicación del proyecto. Tomado y modificado del Servicio Geológico Colombiano.



 <p>EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA</p>	<p>ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE AULAS EN LA INSTITUCION EDUCATIVA PALO ALTO EN EL MUNICIPIO DE SAN ONOFRE EN EL DEPARTAMENTO DE SUCRE</p>	<p>ING INGENIERIA S.A.S</p> <hr/> <p>DICIEMBRE 2020</p>
---	---	---

5. ANALISIS DE INGENIERIA

5.1. PARAMETROS DE DISEÑO

Los parámetros utilizados en la determinación de la capacidad portante del subsuelo fueron la cohesión y el peso unitario de los materiales que conforman cada estrato, obtenidos a partir de los ensayos de laboratorio y de correlaciones existentes entre estos parámetros y la resistencia a la penetración estándar. Se utilizaron los criterios de capacidad superficial desarrollados por Hansen (1970). Anexo las memorias de cálculo.

Los parámetros requeridos para el estimativo de asentamientos fueron obtenidos a partir de correlaciones entre estos parámetros y las propiedades índices de los suelos.

Anexo se presentan ensayos de Compresión Inconfinada realizado a las muestras tomadas con SPT, en la que se observa que las cohesiones no drenadas, $C_u = Q_{ult}/2$, tienen magnitudes superiores a las determinadas con base en la correlación $C_u = 0.6N$, razón por la cual, de manera conservadora se tomó las obtenidas por correlaciones para la determinación de la capacidad admisible de los suelos.

Los criterios de los Módulos edométricos, se realizó con base en correlaciones del módulo elástico y la relación de poisson de los suelos.


De acuerdo a la teoría de la elasticidad, se puede determinar el Modulo Edométricos, teniendo en cuenta la relación de poisson, tal y como se observa en la siguiente formula:

$$E_{do} = E^*(1-\nu)/(1-\nu-\nu^2)$$

Los criterios establecidos para determinar los parámetros de deformación de las arcillas, se basó en una relación de recompresión (RR) y relación de compresión (CR), los cuales son criterios para calcular los asentamientos por consolidación con base en el Módulo Edométricos de los suelos

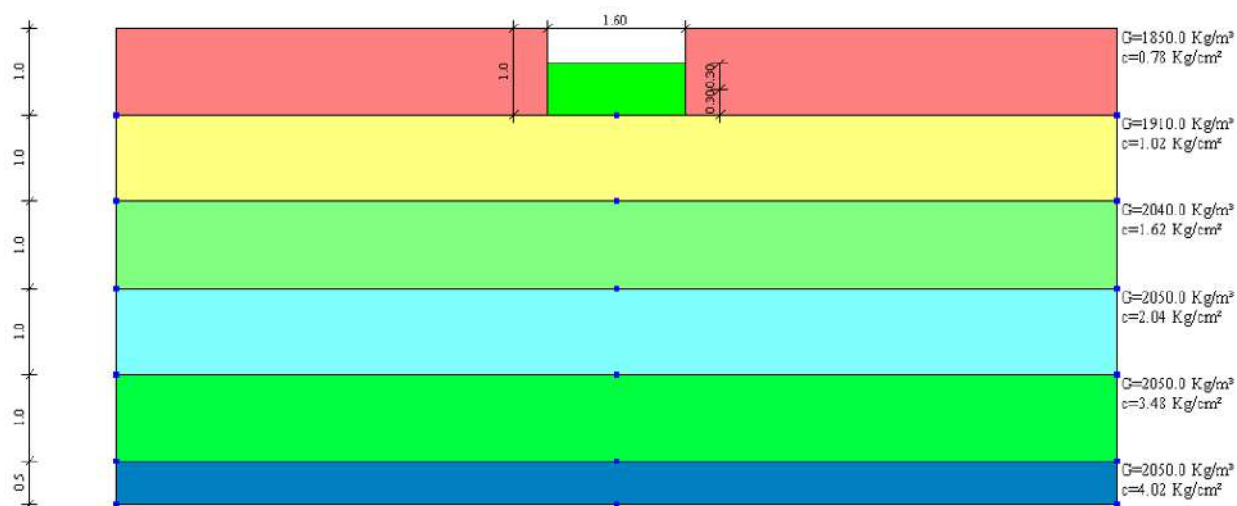
Para el cálculo de los asentamientos elásticos, se tiene en cuenta el Modulo elástico del suelo debajo de la zapata, y para los asentamientos por consolidación se tienen en cuenta los módulos edométricos de los distintos estratos.

Nota: los parámetros para determinar las capacidades admisibles de los suelos, se realizaron con base en el análisis de la condición No drenada de los suelos.

 EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA	ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE AULAS EN LA INSTITUCION EDUCATIVA PALO ALTO EN EL MUNICIPIO DE SAN ONOFRE EN EL DEPARTAMENTO DE SUCRE	ING INGENIERIA S.A.S
		DICIEMBRE 2020

5.2. ESTIMATIVOS DE CARGA

Las estructuras a construir están conformadas por edificaciones de Un nivel por lo cual las cargas máximas transmitidas al suelo son del orden de 23.3 Ton para las columnas más cargada, de acuerdo a la Información suministrada por el Ingeniero Estructural. Esta carga se utilizó con el fin de evaluar la capacidad portante admisible y los asentamientos esperados de la estructura a construir.



5.3. CAPACIDAD SUPERFICIAL PORTANTE DEL SUBSUELO

El análisis de capacidad portante del subsuelo para el uso de cimentación superficial fue efectuado utilizando los criterios propuestos por Hansen (1970), para suelos de naturaleza Arcillosa estableciéndose las siguientes capacidades admisibles, asentamientos y Módulo de reacción del Suelo (Ks) para cada uno de los sondeos.


 EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA	ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE AULAS EN LA INSTITUCION EDUCATIVA PALO ALTO EN EL MUNICIPIO DE SAN ONOFRE EN EL DEPARTAMENTO DE SUCRE	ING INGENIERIA S.A.S
		DICIEMBRE 2020

Tabla No. 3 Capacidad admisible, asentamientos y Modulo de Reacción del suelo para cimentaciones Superficiales

Sondeo No	Profundidad Desplante (m)	Dimensión Zapata (mxm)	Carga Ultima (Kg/cm ²)	Carga Admisible (Kg/cm ²)	Asentamientos Elásticos (cm)	Asentamientos por Consolidación (cm)	Asentamientos Totales (cm)	Ks (Kg/cm ³)
AULAS								
1	1.0	1.60 x 1.60	7.78	2.59	0.29	0.20	0.50	3.1
2	1.0	1.60 x 1.60	7.33	2.44	0.31	0.24	0.55	2.9
3	1.0	1.60 x 1.60	13.16	4.39	0.17	0.20	0.37	5.2
AULA Y BATERIA SANITARIA								
4	1.0	1.60 x 1.60	7.79	2.60	0.29	0.35	0.64	3.1
5	1.0	1.60 x 1.60	5.99	2.00	0.38	0.32	0.70	2.4

Para el diseño de la cimentación superficial se tendrán en cuenta los parámetros del sondeo S-2, y S-5, por ser los más desfavorables dentro de las unidades de construcción, con un Factor de Seguridad de Carga de 3.0.


En cuanto a los factores de seguridad indirectos mínimos para una cimentación superficial, el **Título H de la NSR-10** en su **parágrafo 4.7** para el Diseño, establece un Factor de seguridad de 3.0 para un análisis de cargas Muerta + Carga Viva normal, el cual, a criterio del geotecnista, se considera adecuado.

En este orden de ideas, la capacidad admisible para cargas verticales (muerta más viva normal) recomendada para cimentaciones superficiales es 2.44 kg/cm² para la edificación de Un piso, correspondiente a las Aulas, cuyas zapatas estarán desplantadas a 1.0 m de profundidad medidos a partir de la superficie del terreno natural.

Para la Aula y la Batería sanitaria, se contempla una carga admisible (muerta más viva normal) recomendada para cimentaciones superficiales de 2.0 kg/cm², cuyas zapatas estarán cimentadas a 1.0 m de profundidad.

5.4 ASENTAMIENTOS ESPERADOS CIMENTACION SUPERFICIAL

El análisis de asentamientos inmediatos para cimientos superficiales se efectuó utilizando la teoría de Elasticidad y la consolidación unidimensional de suelos, teniendo en cuenta los distintos sondeos para zapatas aisladas, con Carga de 23.3 Ton por columna, se presentarán asentamientos máximos inmediatos de 0.38 cm y con respecto al tiempo de 0.32 cm, asentamientos totales máximo del orden de 0.70 cm.

 EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA	ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE AULAS EN LA INSTITUCION EDUCATIVA PALO ALTO EN EL MUNICIPIO DE SAN ONOFRE EN EL DEPARTAMENTO DE SUCRE	ING INGENIERIA S.A.S
		DICIEMBRE 2020

5.5 COEFICIENTE DE REACCION DE LA SUBRASANTE, K_s

Para determinar el K_s se tomaron los criterios de diseños contemplados en la práctica normal de la Ingeniería de suelos, la formula utilizada es la siguiente:

$$k'_s = 0.65 \sqrt[12]{\frac{E_s B^4}{E_f I_f} \frac{E_s}{1 - \mu^2}}$$

La raíz doceava de cualquier valor por 0.65 tiende a un valor cercano a uno, para un propósito más práctico la ecuación de Vesic se reduce a:

$$k_s = \frac{E_s}{(1 - \mu^2) * B}$$

Anexo a la hoja de Cálculo de los asentamientos se referencian los distintos K_s para el estrato de suelo más desfavorable.

5.6 ANALISIS DE LICUEFACCION DE LOS SUELOS

No se realizó análisis de licuefacción porque los suelos que predominan son Arcillas de Baja y alta Plasticidad de Consistencia Resistente ($8 < N < 15$) a Muy Duras ($N > 30$), adicionalmente no existe presencia del nivel freático.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.


6.1. SOLUCION DE CIMENTACION SUPERFICIAL

6.1.1 Cimentación Superficial

La cimentación de las estructuras será de tipo superficial, conformada por zapatas aisladas unidas mediante vigas de amarre. La profundidad de las excavaciones para la solución de cimentación será de 1.0 m, medidos a partir del terreno natural.

La zapata estará soportada por un concreto pobre de 5 cm de espesor, el cual servirá como base para la colocación de la misma.

Las zapatas de cimentación (y rellenos de concreto pobre) deberán dimensionarse de tal manera que la presión de contacto no exceda de 24.4 T/m², para la edificación de Un

 EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA	ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE AULAS EN LA INSTITUCION EDUCATIVA PALO ALTO EN EL MUNICIPIO DE SAN ONOFRE EN EL DEPARTAMENTO DE SUCRE	ING INGENIERIA S.A.S
		DICIEMBRE 2020

piso y de 20 Ton/m² para la batería sanitaria. En el cálculo de las presiones de contacto deberán incluirse, el peso de la viga y de los rellenos de concreto pobre y granular como parte de las cargas.

Se debe realizar un relleno de 40 cm con material granular el cual se colocará por debajo de los niveles de piso y en las vigas de amarre de la nueva estructura a construir.

En concordancia con el Numeral H.2.2.2.1 de la NSR-10, se aclara que el sistema estructural a contemplar está conformado por zapatas aisladas unidas, mediante vigas de amarre, las cuales estarán desplantadas a 1.0 m de profundidad, medidos a partir del terreno natural, no se contemplan ningún tipo de problemas asociados a la excavación dada la buena resistencia de los estratos encontrados.

6.1.2 Recomendaciones Especiales


Durante la construcción de la obra deberá llevarse a cabo un registro continuo de los asentamientos sufridos por la estructura. El chequeo de los asentamientos deberá efectuarse de acuerdo con el incremento de las cargas de la estructura y en el registro deberá consignarse el avance de la obra hasta la fecha del chequeo. El registro de los asentamientos deberá ser enviado a esta empresa cada vez que se haga un chequeo, con el fin de evaluar la evolución de los asentamientos que se estimaron.

6.1.3 Excavaciones seguras y construcción

Dada la naturaleza Arcillosa de los suelos presentes en la zona del proyecto, se determina la Altura crítica (H_{cr}), en la cual se pueden realizar cortes verticales a 90 grados, dada la naturaleza Arcillosa de los suelos, para lo cual se emplea la siguiente formula, de acuerdo a la hipótesis de Rankine para Empuje Activo. Anexo al presente informe se presentan los cálculos estrato por estrato.

$$H_{cr} = \frac{4 C}{\gamma} \tan \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right)$$

De acuerdo a los resultados obtenidos se pueden establecer una altura critica en la condición más desfavorable en los sondeos de 3.35 m, con un factor de seguridad de 3.0, en los suelos Arcillosos. Debido a que las excavaciones de las zapatas serán de 1.0 m, no se esperan que se produzcan problemas asociados a la estabilidad de las excavaciones.

 <p>EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA</p>	<p>ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE AULAS EN LA INSTITUCION EDUCATIVA PALO ALTO EN EL MUNICIPIO DE SAN ONOFRE EN EL DEPARTAMENTO DE SUCRE</p>	<p>ING INGENIERIA S.A.S</p> <hr/> <p>DICIEMBRE 2020</p>
---	---	---

6.2 OBRAS DE DRENAJES

Para evitar humedades en los muros y una disminución de la capacidad portante del suelo, así como disminuir la capacidad expansiva de las arcillas se sugiere implementar las siguientes recomendaciones constructivas:

- a. En las zonas perimetrales a las construcciones, —por lo menos 1.0 m— se harán andenes y cuneta, para convertirlas en zonas duras y evitar la infiltración de agua.
- b. No se deben sembrar árboles grandes junto a la edificación, si se desea se puede hacer la arborización en materas de concreto enterradas o sembrar arbustos cuyos nombres se dan más adelante.
- c. Las tuberías hidráulicas y sanitarias deben hacerse en PVC, para tener la menor cantidad de juntas posibles, y dejarse recubiertas con arena, para que las posibles filtraciones circulen por ahí.
- d. Se deben tener muy buenos drenajes en vías y zonas verdes aledañas a la edificación para evitar que el agua lluvia se empoce y luego infiltre. Se recomienda que el piso de la edificación quede por lo menos 20 cm por encima de las vías aledañas o parqueaderos.
- e. Las aguas lluvias, provenientes de techos, se recogerán con canales y bajantes y se llevarán mediante cunetas revestidas a la vertiente más cercana.


7. CONSIDERACIONES SISMICAS

Para el diseño de las estructuras sismo resistentes se debe tener en cuenta que el proyecto está ubicado en el Municipio de San Onofre en el Departamento de Sucre, la cual está clasificada como una zona de amenaza sísmica Intermedia, **$Aa = 0.10$, $Av=0.15$, $Ae=0.04$ y $Ad=0.03$.**

El **perfil de suelo** según la Norma NSR-10 es **D**, al ser perfiles de suelos con rígidos los cuales cumplen con cualquiera de estas dos condiciones:

- a) $50 > N \geq 15$
- b) $100 \text{ Kpa } (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2) > Su \geq 50 \text{ Kpa } (\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2)$

El grupo de uso es III — Edificaciones de atención a la comunidad.

 EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA	ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE AULAS EN LA INSTITUCION EDUCATIVA PALO ALTO EN EL MUNICIPIO DE SAN ONOFRE EN EL DEPARTAMENTO DE SUCRE	ING INGENIERIA S.A.S
		DICIEMBRE 2020

Nota: muy a pesar de que los estratos en los sondeos a partir de 2.0 m, las arcillas presentan consistencias Muy Duras ($N > 30$), no se considera un perfil de suelo C, dado que no se encuentran estratos de perfiles de suelos muy densos o rocas blandas. Adicionalmente superficialmente y hasta 3.0 m, en el Sondeo S-5, los suelos Arcillosos tienen números de golpes menores a 30.

8. LIMITACIONES.

El presente informe se basó en las condiciones de campo de las muestras obtenidas a distintas profundidades, mediante la ejecución de los sondeos practicados en diferentes sitios del área; podrán presentarse condiciones del subsuelo no encontradas en la investigación, sin embargo, se considera que el alcance de los trabajos de campo y laboratorio fueron los adecuados para definir las condiciones del subsuelo en los sitios del proyecto. Si durante la construcción se encuentran diferencias en las condiciones del subsuelo establecidas como típicas en este informe, se deberán comunicar oportunamente para realizar los ajustes necesarios a las conclusiones y recomendaciones.


EMIRO VANEGAS GOMEZ
Magíster en Geotecnia


JAVIER ANTONIO MILLÁN
 Ingeniero Civil – Matricula 2520232873 CND
 Magíster en geotecnia




EMIRO VANEGAS GOMEZ
INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA

**ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA
CONSTRUCCION DE AULAS EN LA INSTITUCION
EDUCATIVA PALO ALTO EN EL MUNICIPIO DE SAN
ONOFRE EN EL DEPARTAMENTO DE SUCRE**

ING INGENIERIA S.A.S

DICIEMBRE 2020

ANEXO

 EMIRO VANEGAS GOMEZ INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA	ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS PARA LA CONSTRUCCION DE AULAS EN LA INSTITUCION EDUCATIVA PALO ALTO EN EL MUNICIPIO DE SAN ONOFRE EN EL DEPARTAMENTO DE SUCRE	ING INGENIERIA S.A.S
		DICIEMBRE 2020



LA SUSCRITA DIRECTORA DE LA OFICINA DE ADMISIONES Y REGISTRO DE LA
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
APROBADA POR RESOLUCIÓN N° 28 DE FEBRERO 23 DE 1949
NIT. 860.007.386-1

Expide copia de lo pertinente de la siguiente Acta de Grado:

Acta de Grado N° 473 – 98 Libro 10 - Folio 72, del 12 de septiembre de 1998:

“En Santafé de Bogotá, a 12 de septiembre de 1998, se reunieron en la Plazoleta de la Facultad de Ingeniería el doctor CARLOS ANGULO GALVIS, Rector de la Universidad, la doctora MARIA CONSUELO CÁRDENAS DE SANZ DE SANTAMARÍA, Vicerrectora de la Universidad; (...) con el objeto de hacer entrega de los diplomas a los graduandos que cumplieron con los requisitos reglamentarios exigidos por la Universidad para optar al título profesional correspondiente. (...) “Los Decanos de las Facultades de Ingeniería, Ciencias, Economía, Administración, Ciencias Sociales, Artes y Humanidades, Arquitectura, la Vicedecana de la Facultad de Derecho y el Director (E) del Cider, hicieron entrega de los diplomas a sus graduandos en el siguiente orden:”

“(...) *** MAGISTER EN INGENIERIA CIVIL ***

ACUERDO 054 DE FEBRERO 23 DE 1984

3091. EMIRO FELIX VANEGAS GOMEZ C.C. 73575084 Cartagena (...)”

F I R M A D O

CARLOS ANGULO GALVIS – Rector

MARGARITA GÓMEZ – Secretario General (...)


CLEMENCIA NIETO GUZMÁN
 Directora
 Oficina de Admisiones y Registro

BOGOTÁ 16 de julio de 2009
 Héctor C.

Dirección de Admisiones y Registro
 Carrera 1 No. 18A -70 Bogotá, Colombia Tels.: [571] 3394949 – 3394999 Exts.: 2210 – 2216 Fax: [571] 3324469 Apartado aéreo: 4976
<http://admisiones.uniandes.edu.co> - admreg@uniandes.edu.co