

ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE JARDINERAS CON ESPACIOS PEATONALES, INSTALACIÓN DE JUEGOS INFANTILES Y JUEGOS BIOSALUDABLES Y CANCHA CON LOSA DE PISO Y CUBIERTA, TARIMA Y GRADERIAS EN EL PARQUE PRINCIPAL EN EL MUNICIPIO DE SANTA ROSA DEL SUR DEPARTAMENTO DE BOLIVAR.



ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE JARDINERAS CON ESPACIOS PEATONALES, INSTALACIÓN DE JUEGOS INFANTILES Y JUEGOS BIOSALUDABLES Y CANCHA CON LOSA DE PISO Y CUBIERTA, TARIMA Y GRADERIAS EN EL PARQUE PRINCIPAL EN EL MUNICIPIO DE SANTA ROSA DEL SUR DEPARTAMENTO DE BOLIVAR.

MUNICIPIO DE SANTA ROSA DEL SUR
DEPARTAMENTO DE BOLIVAR.

Elaborado por:
LEIXER ALFONSO RIVERO LONDOÑO
INGENIERO CIVIL – MAGISTER EN GEOTECNIA



Valleduparr

Abril del 2025.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	8
1. LOCALIZACION DEL PROYECTO	13
2. OBJETIVOS	15
3. METODOLOGIA.....	16
4. DESCRIPCION GENERAL DE LA PROBLEMÁTICA Y NECESIDADES	17
5. EXPLORACIÓN DE CAMPO Y ENSAYOS DE LABORATORIO	18
5.1 PRUEBAS DE CAMPO	18
5.2. ENSAYOS DE LABORATORIO	30
6. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA.....	33
6.1 GEOLOGIA REGIONAL.....	33
6.1. GEOLOGIA LOCAL	35
6.2. GEOLOGIA ESTRUCTURAL.....	36
6.1. GEOMORFOLOGIA.....	37
7. ESTRATIGRAFIA Y AGUA EN EL SUELO.	39
7.1 PERFIL ESTRATIGRAFICO	39
7.2 . AGUAS SUPERFICIALES, NIVEL FREÁTICO Y HUMEDADES.....	41
8 ANALISIS GEOTÉCNICO.....	42
8.1. CAPACIDAD DE SOPORTE	42

8.2 CAPACIDAD ADMISIBLE DE DISEÑO Y ASENTAMIENTOS.	44
8.3 CONDICIONES ESPECIALES DEL SUBSUELO	44
8.3.1.1 Amenaza sísmica según la Norma NSR-10.....	45
9.4 ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS	47
9.5 COEFICIENTE DE REACCIÓN DEL SUELO (COEFICIENTE DE BALASTRO)	50
8.6. COEFICIENTE DE PRESION DE TIERRA (K_o, K_a y K_p):.....	51
9. RECOMENDACIONES.....	52
10. CONCLUSIONES.....	53
11. BIBLIOGRAFIA	54

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Perforación y Ensayo de Penetración Estándar en el Sondeo 1. E1002838: N.1372286. Sector para Columnas norte de la cubierta. Esquina Noroccidental de la cancha con Carrera 13.	26
Tabla 2: Perforación y Ensayo de Penetración Estándar en el Sondeo 2. E1002854: N.1372252. Sector para Columnas norte de la cubierta. Esquina Nororiental de la cancha con Carrera 13.	27
Tabla 3: Perforación y Ensayo de Penetración Estándar en el Sondeo 3. E1002846: N.1372247. Sector para Tarima y Gradería Oriental. Detrás de la portería Oriental.	27
Tabla 4: Perforación y Ensayo de Penetración Estándar en el Sondeo 4. E1002822: N.1372257. Sector para Gradería Sur. Junto a la gradería sur existente.	28
Tabla 5: Perforación y Ensayo de Penetración Estándar en el Sondeo 5. E1002830: N.1372281. Sector para Gradería Occidental y Juegos Biosaludables. Detrás de la portería Occidental.	28
Tabla 6: Número de golpes/pie en los Sondeos realizados en campo.	29
Tabla 7: Numero de golpes sin corregir (N) y Número de golpes corregido (N ₆₀), Ensayo de Penetración Estándar.	29
Tabla 8: Resumen resultados ensayos de laboratorios del Sondeo 1. E1002838: N.1372286. Sector para Columnas norte de la cubierta. Esquina Noroccidental de la cancha con Carrera 13.	30
Tabla 9: Resumen resultados ensayos de laboratorios del Sondeo 2. E1002854: N.1372252. Sector para Columnas norte de la cubierta. Esquina Nororiental de la cancha con Carrera 13.	30
Tabla 10: Resumen resultados ensayos de laboratorios del Sondeo 3. E1002846: N.1372247. Sector para Tarima y Gradería Oriental. Detrás de la portería Oriental.	31
Tabla 11: Resumen resultados ensayos de laboratorios del Sondeo 4. E1002822: N.1372257. Sector para Gradería Sur. Junto a la gradería sur existente.	31
Tabla 12: Resumen resultados ensayos de laboratorios del Sondeo 5. E1002830: N.1372281. Sector para Gradería Occidental y Juegos Biosaludables. Detrás de la portería Occidental.	32
Tabla 13: Capacidad portante de los sectores sondeados.	43
Tabla 14: Parámetros Elásticos de los suelos.	48
Tabla 15: Valores de coeficiente de balasto de acuerdo a la textura del material del suelo del estrato de cementación.	50
Tabla 16: Valores de coeficiente de balasto de acuerdo a la capacidad admisible encontrada en la cimentación.	50

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localización en el parque principal, ubicada en Santa Rosa del sur, Departamento de Bolívar.	13
Figura 2: Proyección del parque principal en el casco urbano del Municipio de Santa Rosa del sur, Departamento de Bolívar. Topografía Suministrada.	14
Figura 3. Localización esquemática de los sondeos.....	18
Figura 4 : Valores de Cn	25
Figura 5 : Corrección por eficiencias de martillos de la prueba SPT.....	25
Figura 6. Geología regional según Plancha núm. 85. En el círculo blanco a la izquierda se observa la zona en estudio del actual proyecto.	33
Figura 7: Perfil Estratigráfico del Sondeo Geo-técnico # 1. E1002838: N.1372286. Sector para Columnas norte de la cubierta. Esquina Noroccidental de la cancha con Carrera 13.	39
Figura 8: Perfil Estratigráfico del Sondeo Geo-técnico # 2. E1002854: N.1372252. Sector para Columnas norte de la cubierta. Esquina Nororiental de la cancha con Carrera 13.....	39
Figura 9: Perfil Estratigráfico del Sondeo Geo-técnico # 3. E1002846: N.1372247. Sector para Tarima y Gradería Oriental. Detrás de la portería Oriental.	40
Figura 10: Perfil Estratigráfico del Sondeo Geo-técnico # 4. E1002822: N.1372257. Sector para Gradería Sur. Junto a la gradería sur existente.....	40
Figura 11: Perfil Estratigráfico del Sondeo Geo-técnico # 5. E1002830: N.1372281. Sector para Gradería Occidental y Juegos Biosaludables. Detrás de la portería Occidental.	41
Figura 12. Espectro elástico de diseño.....	46
Figura 13: Distribución de esfuerzos y deformaciones en el estrato resistente, objeto de la cimentación, el asentamiento máximo registrado es de 0.0826 Centímetros. ..	49

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1: Ejecución de perforación y Ensayo de Penetración Estándar en el Sondeo 1 E1002838: N.1372286. Sector para Columnas norte de la cubierta. Esquina Noroccidental de la cancha con Carrera 13.	19
Fotografía 2: Ejecución de perforación y Ensayo de Penetración Estándar en el Sondeo 2. E1002854: N.1372252. Sector para Columnas norte de la cubierta. Esquina Nororiental de la cancha con Carrera 13.....	20

Fotografía 3: Ejecución de perforación y Ensayo de Penetración Estándar Sondeo 3. E1002846: N.1372247. Sector para Tarima y Gradería Oriental. Detrás de la portería Oriental.	21
Fotografía 4: Ejecución de perforación y Ensayo de Penetración Estándar Sondeo 4. E1002822: N.1372257. Sector para Gradería Sur. Junto a la gradería sur existente.	22
Fotografía 5: Ejecución de perforación y Ensayo de Penetración Estándar Sondeo 5. E1002830: N.1372281. Sector para Gradería Occidental y Juegos Biosaludables. Detrás de la portería Occidental.	23
Fotografía 6. En la fotografía se observa la Unidad Volcanoclastica de Noreán (J1-2n). Fuente: Trabajo de Campo.	35
Fotografía 7: Se aprecia la Geomorfología local relativamente plana presentada en la zona de estudio.	38

INTRODUCCIÓN

JC LABORATORIOS Y GEOTECNIA, realizo un estudio de suelos para el diseño y construcción de jardineras con espacios peatonales, instalación de juegos infantiles y juegos biosaludables y cancha con losa de piso y cubierta, tarima y graderías en el parque principal en el municipio de Santa Rosa del sur Departamento de Bolívar, como requisito necesario para el diseño y construcción del proyecto del parque principal en el municipio de Santa Rosa.

En el presente estudio se darán las propuestas y recomendaciones de acuerdo a las características encontradas en el subsuelo estudiado en lo que corresponde a niveles de cimentación adecuada y manejo de aguas superficiales y sub-superficial de tal manera que se garantice la estabilidad de la estructura.

De acuerdo a las características del proyecto en el predio a intervenir, es necesario establecer las características físicas del terreno natural para ofrecer la estabilidad del proyecto del parque principal en el municipio de Santa Rosa, por lo tanto, se realizaron 5 sondeos con pruebas de SPT, 6 ensayos de PDC o CBR de campo y perforaciones a percusión para la toma de muestras.

Las perforaciones se realizarán a percusión, el objeto de las mismas es caracterizar la estratigrafía del subsuelo, por lo cual se tomarán muestras para enviar al Laboratorio y realizar los ensayos de granulometría, límites de Atterberg, corte directo, humedad natural, peso unitario y compresión inconfiada.

El estudio se enmarcó dentro de los requisitos exigidos por la ley 400 de 1997, descritos en la Norma Sismo Resistente NSR-10 Título H y se inicia con algunas generalidades como la localización, objetivos y descripción del proyecto; posteriormente se enumeran los trabajos realizados tanto en campo como en laboratorio.

LIMITACION

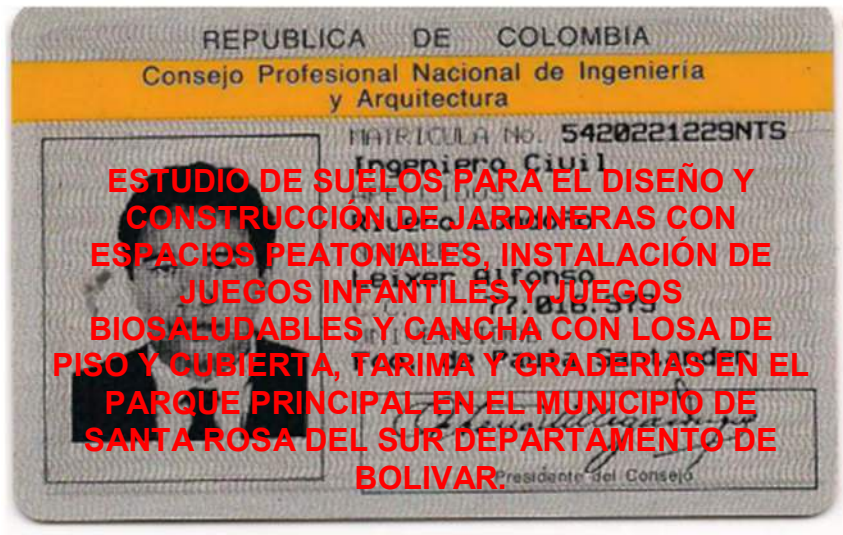
Este estudio e informe geotécnico solo aplica a los suelos ubicados en el parque principal en el municipio de Santa Rosa del sur Departamento de Bolívar, como requisito necesario para el diseño y construcción de las obras proyectadas del parque.

El ingeniero geotecnista da fe de que conoce el sitio y lo ha visitado para efectos del presente estudio.

Cualquier corrección o modificación del presente informe debe ser comunicada a su autor.



LEIXER ALFONSO RIVERO LONDOÑO
INGENIERO CIVIL
Tarjeta profesional N° 54202-21229 NS.
MAGISTER EN GEOTECNIA.



LA REPÚBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL

Y EN SU NOMBRE

LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

CONFIERE EL TÍTULO DE
MAGÍSTER EN GEOTECNIA

A

LEIXER ALFONSO RIVERO LONDOÑO

CÉDULA DE CIUDADANÍA N° 77.016.379 expedida en VALLEDUPAR

*Quien cumplió satisfactoriamente los requisitos académicos exigidos.
En testimonio de ello le otorga el presente*

DIPLOMA

En la ciudad de Bucaramanga, EL 20 DE JUNIO DE 2017

Registrado al folio 289 Libro 13-X Diplomas de Grado



**ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN
DE JARDINERAS CON ESPACIOS PEATONALES,
INSTALACIÓN DE JUEGOS INFANTILES Y JUEGOS
BIOSALUDABLES Y CANCHA CON LOSA DE PISO Y
CUBIERTA, TARIMA Y GRADERIAS EN EL PARQUE
PRINCIPAL EN EL MUNICIPIO DE SANTA ROSA DEL SUR
DEPARTAMENTO DE BOLIVAR.**

1. LOCALIZACION DEL PROYECTO

El área del proyecto se encuentra localizado graderías en el parque principal en el municipio de Santa Rosa del sur Departamento de Bolívar. El proyecto a construir tiene una categoría de construcción baja donde se desarrollarán el diseño y la construcción de jardineras con espacios peatonales, instalación de juegos infantiles y juegos biosaludables y cancha con losa de piso y cubierta, tarima y graderías en el parque principal en el municipio de Santa Rosa.



Figura 1: Localización en el parque principal, ubicada en Santa Rosa del sur, Departamento de Bolívar.

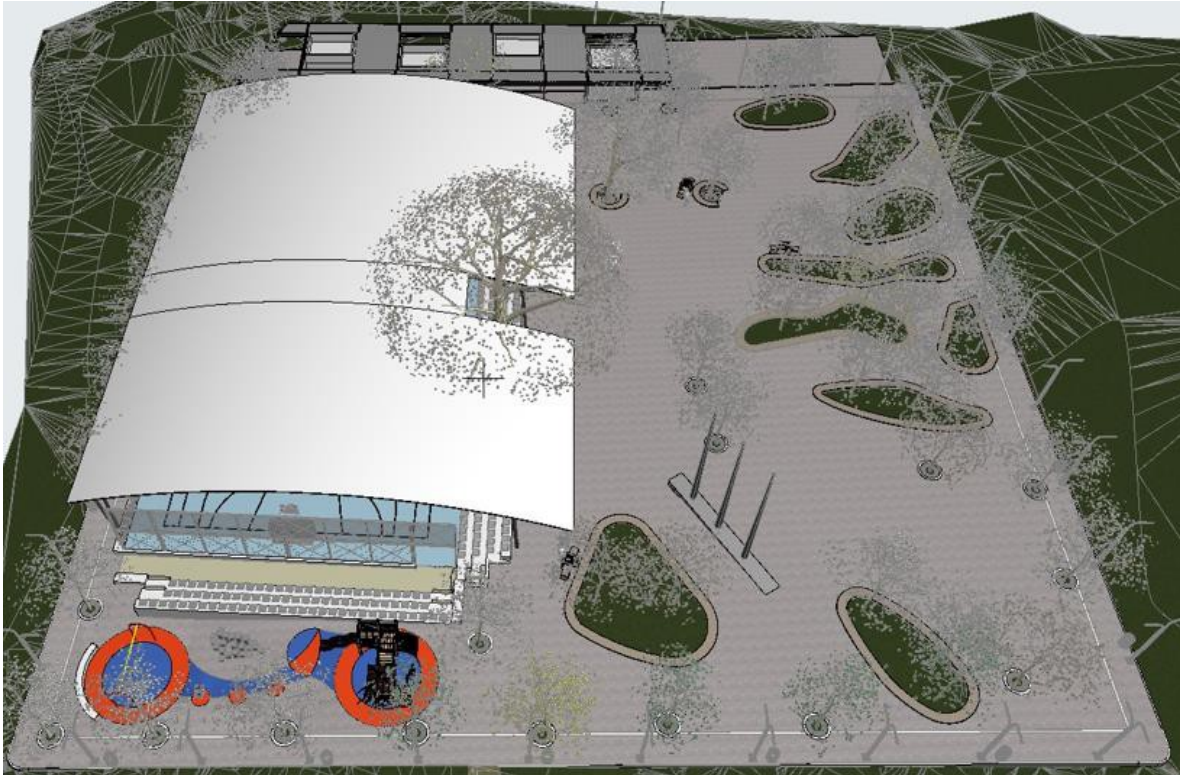


Figura 2: Proyección del parque principal en el casco urbano del Municipio de Santa Rosa del sur, Departamento de Bolívar. Topografía Suministrada.

2. OBJETIVOS

- Realizar los estudios de suelos con el objeto de investigar la caracterización del tipo de suelos y rocas presentes en el área (geología y geotecnia), perfil estratigráfico y las propiedades mecánicas de los suelos presentes en el área estudiada.
- Mediante las características geológicas y geotécnicas de la zona diagnosticar el comportamiento sobre la capacidad de cargas del suelo.
- En caso de requerirse algún sistema o medida de protección se darán los parámetros geotécnicos y sugerencias en el diseño de las obras respectivas.
- Localizar niveles freáticos o filtraciones de agua, si estas llegaran a afectar la estructura proyectada.
- Se confirmará o descartará la presencia de rellenos antrópicos (extensión, longitud y profundidad aproximada).
- Proponer capacidad de soporte admisible de contacto y deformaciones para la capa resistente y la estructura proyectada.
- Proponer conclusiones y recomendaciones con resultados obtenidos en campo y en laboratorio.

3. METODOLOGIA

Con el propósito de cumplir con los objetivos propuestos hasta el nivel de detalle requerido, se desarrolló la siguiente serie de actividades:

- a) Recopilación y análisis de la información existente.

- b) Reconocimiento de campo. Se efectuó un recorrido de inspección en la zona estudiada y zonas aledañas para reconocer especialmente su estabilidad, observándose la mayor cantidad posible de parámetros geológicos, geomorfológicos y geotécnicos que pudiesen afectar las obras proyectadas.

- c) Trabajos de Campo y Ensayos de Laboratorio. Con el objeto de conocer el perfil del terreno, se estableció con base en el reconocimiento de campo, un programa de exploración por medio de 5 sondeos con pruebas de SPT, 6 ensayos de PDC o CBR de campo y perforaciones a percusión, el objeto de las mismas es caracterizar la estratigrafía del subsuelo de los cuales fueron extraídas muestras alteradas para enviar al Laboratorio y realizar los ensayos de granulometría, límites de Atterberg, corte directo, humedad natural, peso unitario y compresión inconfiada.
- d) Análisis e interpretación de la información recolectada.

- e) Elaboración de las recomendaciones correspondientes.

- f) Informe final.

4. DESCRIPCION GENERAL DE LA PROBLEMÁTICA Y NECESIDADES

La necesidad del desarrollo hace necesaria la expansión de la infraestructura del parque principal en el municipio de Santa Rosa del sur Departamento de Bolívar con el propósito de brindar a la comunidad y visitantes espacios para el sano esparcimiento, la educación y cultura formativa; el proyecto a construir tiene una categoría de construcción baja donde se desarrollaran el diseño y construcción del parque principal del Municipio de Santa Rosa, el proyecto a construir tiene una categoría de construcción baja donde se desarrollaran el diseño y la construcción de jardineras con espacios peatonales, instalación de juegos infantiles y juegos biosaludables y cancha con losa de piso y cubierta, tarima y graderías en el parque, cumpliendo las normas de estabilidad y seguridad congruente con el equilibrio social de la región. Por lo cual se verificó la estabilidad y cumplimiento de la Norma NSR-10 para el actual proyecto. Por esta razón el encargado de dicha obra se ha propuesto llevar a cabo la actualización y trámites correspondientes para adquirir de las autoridades recursos idóneos para construir siguiendo fielmente la aprobación y cumplimiento a cabalidad de lo dispuesto en la Norma de Construcción vigente Arquitectónica y Estructuralmente.

5. EXPLORACIÓN DE CAMPO Y ENSAYOS DE LABORATORIO

5.1 PRUEBAS DE CAMPO

La exploración del subsuelo con el objeto de conocer las características geo-mecánicas se llevó a cabo mediante la ejecución de cinco (5) perforaciones con sondeos de Ensayo de Penetración Estándar (SPT) localizados representativamente en el área a construir, se realizaron a profundidades de investigación de 4.0 hasta 6.0 metros y 6 ensayos de PDC o CBR de campo. Los sondeos se efectuaron con equipo de perforación a percusión y toma de muestras estándar, donde se obtuvieron muestras semi-alteradas en el área estudiada. Se hizo la descripción e identificación de los materiales superficiales en muestras alteradas; al laboratorio se enviaron muestras para realizar ensayos de granulometría, límites de Atterberg, corte directo, humedad natural, peso unitario y compresión confinada. Además en los alrededores se hace descripción e identificación de los materiales superficiales en muestras alteradas, Análisis de Geología regional y local y características Geomorfológicas.

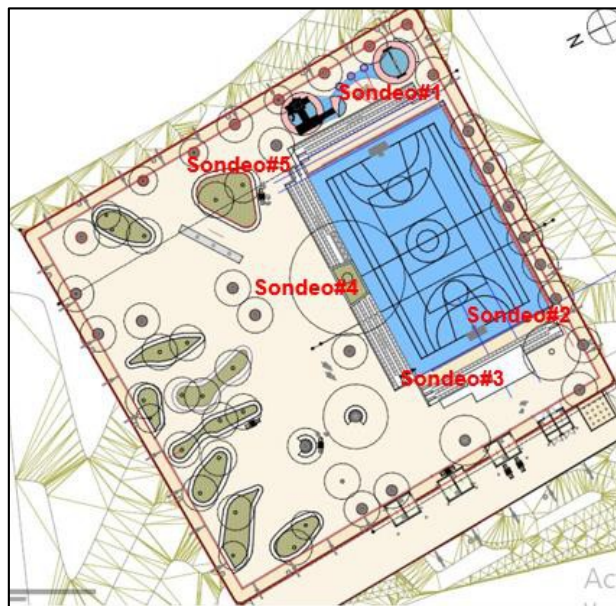


Figura 3. Localización esquemática de los sondeos.



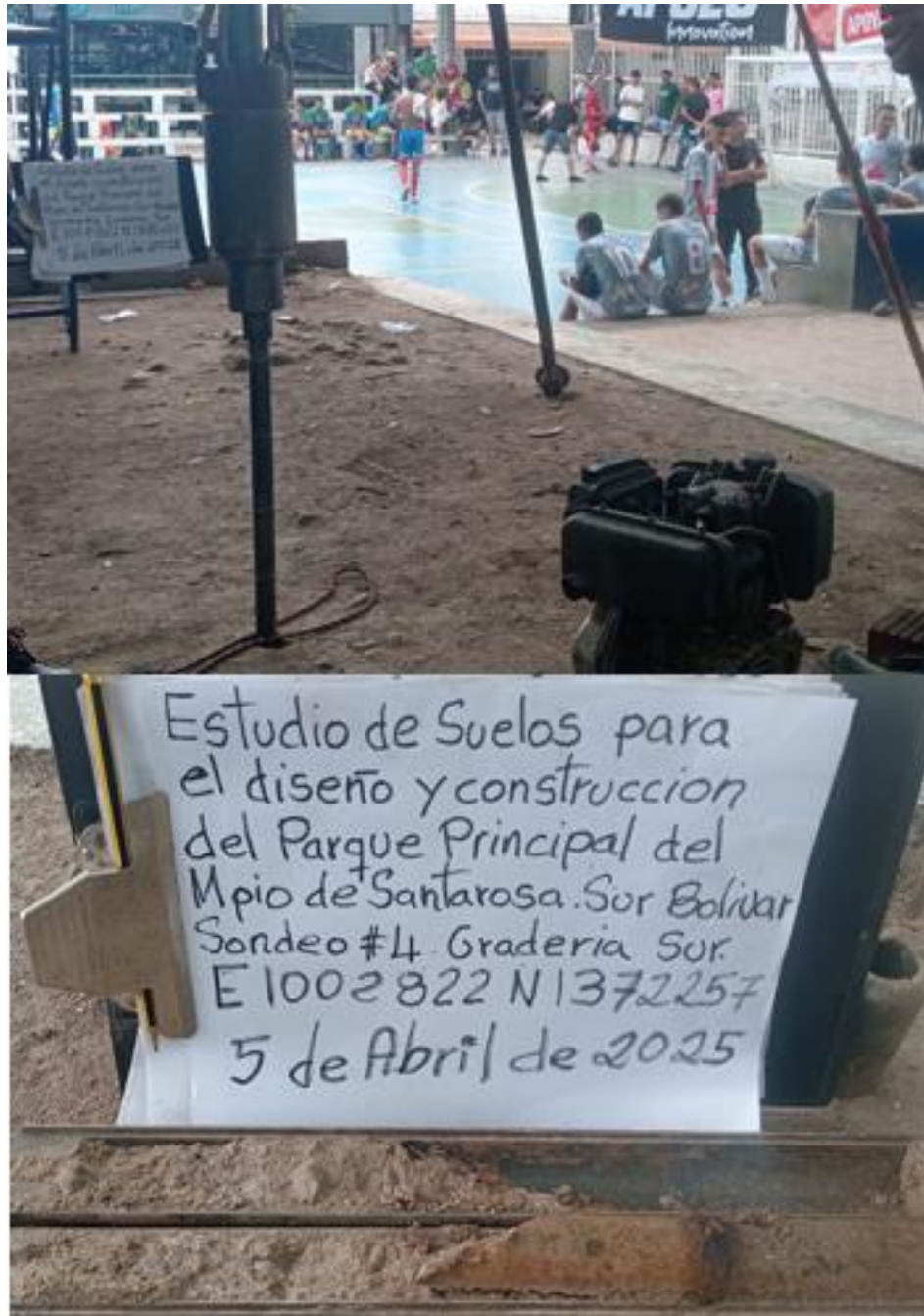
Fotografía 1: Ejecución de perforación y Ensayo de Penetración Estándar en el Sondeo 1 E1002838: N.1372286. Sector para Columnas norte de la cubierta. Esquina Noroccidental de la cancha con Carrera 13.



Fotografía 2: Ejecución de perforación y Ensayo de Penetración Estándar en el Sondeo 2. E1002854: N.1372252. Sector para Columnas norte de la cubierta. Esquina Nororiental de la cancha con Carrera 13.



Fotografía 3: Ejecución de perforación y Ensayo de Penetración Estándar Sondeo 3. E1002846: N.1372247. Sector para Tarima y Gradería Oriental. Detrás de la portería Oriental.



Fotografía 4: Ejecución de perforación y Ensayo de Penetración Estándar Sondeo 4.
E1002822: N.1372257. Sector para Gradería Sur. Junto a la gradería sur
existente.



Fotografía 5: Ejecución de perforación y Ensayo de Penetración Estándar Sondeo 5.
E1002830: N.1372281. Sector para Gradería Occidental y Juegos Biosaludables.
Detrás de la portería Occidental.

Los sitios de perforaciones y sondeos para el SPT (ensayos de penetración estándar) fueron seleccionados y ubicados sobre el terreno natural, de tal forma que se pudiese conocer de la mejor manera el perfil estratigráfico del terreno donde se colocaran la losa de cemento.

Las pruebas de campo que se efectuaron fueron las siguientes:

Ensayo de Penetración Estándar SPT. En las Tablas 1, 2 y 3, se presentan los registros de perforaciones respectivamente.

Este ensayo ofrece los N golpes de campo efectuado con un martillo tipo Donut con una eficacia de energía para Colombia del 50%, que deben corregirse por n_i factores bajo un sistema bajo condiciones de energía y eficiencia estandarizado $E_{rs} = 60\%$, se obtiene el N_{60} corregido para propósitos de diseño geotécnico. Para tener en cuenta todos estos factores se aplicó la siguiente fórmula de corrección (Bowles J. E, Principles of Foundation Engineering, 4th edition McGraw Hill, 1988) al número de golpes N medido en el terreno:

$$N_{60} = C_n \cdot n_1 \cdot n_2 \cdot n_3 \cdot n_4 \cdot n_5 \cdot N$$

Esto da el valor estándar corregido para una energía de referencia del 60%.

Los diferentes factores son:

Corrección por confinamiento C_n : Este factor ha sido identificado desde hace tiempo por (Gibbs y Holtz, 1957) y se estima a partir de la siguiente relación de C_n con R_s .

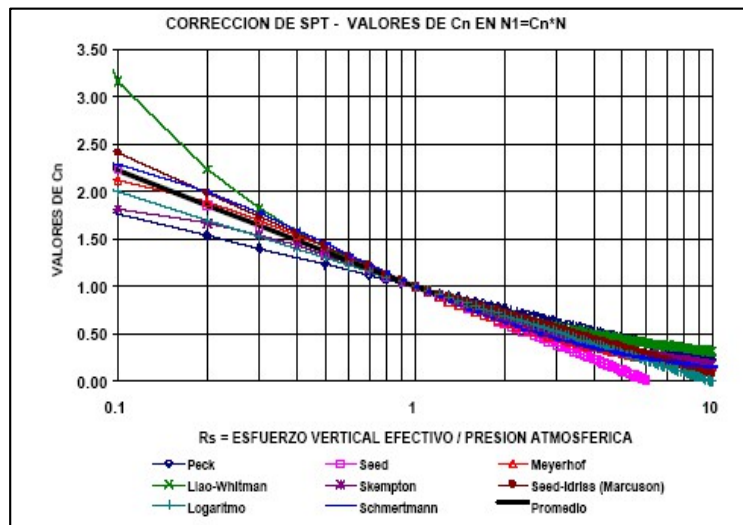


Figura 4 : Valores de Cn

Donde $R_s = \sigma_v' / p_a$. p_a = Presión atmosférica igual a 95,76 kPa (1Kg/cm²)
 σ_v' = Esfuerzo efectivo vertical en el punto de referencia.

Corrección por eficiencias de martillos de la prueba SPT (adaptado de Clayton, 1990)

$n_1 = E_m / E_{rs}$: Considerando una energía estándar del 60% y una eficiencia de energía para Colombia del martillo empleado del 50%, se tiene, $50/60 = 0,83$.

Factor	Equipment Variables	Value
Borehole diameter factor, C_d	65–115 mm (2.5–4.5 in)	1.00
	150 mm (6 in)	1.05
	200 mm (8 in)	1.15
Sampling method factor, C_s	Standard sampler	1.00
	Sampler without liner (not recommended)	1.20
Rod length factor, C_r	3–4 m (10–13 ft)	0.75
	4–6 m (13–20 ft)	0.85
	6–10 m (20–30 ft)	0.95
	>10 m (>30 ft)	1.00

Figura 5 : Corrección por eficiencias de martillos de la prueba SPT.

Country	Hammer Type (per Figure 4.10)	Hammer Release Mechanism	Hammer Efficiency E_m
Argentina	Donut	Cathead	0.45
Brazil	Pin weight	Hand dropped	0.72
China	Automatic	Trip	0.60
	Donut	Hand dropped	0.55
	Donut	Cathead	0.50
Colombia	Donut	Cathead	0.50
Japan	Donut	Tombi trigger	0.78–0.85
	Donut	Cathead 2 turns + special release	0.65–0.67
UK	Automatic	Trip	0.73
US	Safety	2 turns on cathead	0.55–0.60
	Donut	2 turns on cathead	0.45
Venezuela	Donut	Cathead	0.43

Corrección por longitud de la varilla n_2 : entre 0 - 4m = 0.75, entre 4 – 6m = 0.85, entre 6 – 10m = 0.95 y mayor a 10m = 1.0. (Factores de corrección adaptados de Skempton, 1986).

Corrección por el diámetro de la perforación: $n_3 = 1.00$

Corrección por el toma muestras sin revestimiento: $n_4 = 1.00$

Corrección por cambio de peso en el martillo de golpear $Wh/4838.7$:

W = Peso del martillo en Kg.; h = Altura de caída del martillo (cm.). Pesa 140lb, $n_5 = 1.0$

Ensayo De Perforación Estandar (SPT)					
PROYECTO		ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE JARDINERAS CON ESPACIOS PEATONALES, INSTALACIÓN DE JUEGOS INFANTILES Y JUEGOS BIOSALUDABLES Y CANCHA CON LOSA DE PISO Y CUBIERTA, TARIMA Y GRADERIAS EN EL PARQUE PRINCIPAL EN EL MUNICIPIO DE SANTA ROSA DEL SUR DEPARTAMENTO DE BOLIVAR.			
PROFUNDIDAD (M)		GOLPES CON DIAMETRO DE 6"		Perforación y Sondeo #:1. E1002838: N.1372286. Sector para Columnas norte de la cubierta. Esquina Noroccidental de la cancha con Carrera 13.	
Inicio	Final	Nº de golpes / 6 pulgadas			DESCRIPCIÓN
		#1	#2	#3	
0.0	0.5	11	21	31	Arcilla limosa con arena gruesa marron claro.
0.5	1.0	35	35	32	
1.0	1.5	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	
1.5	2.0	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	
2.0	2.5	30	26	27	
2.5	3.0	25	28	29	
3.0	3.5	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	
3.5	4.0	29	30	31	

Tabla 1: Perforación y Ensayo de Penetración Estándar en el Sondeo 1. E1002838: N.1372286. Sector para Columnas norte de la cubierta. Esquina Noroccidental de la cancha con Carrera 13.

LEIXER ALFONSO RIVERO LONDOÑO
INGENIERO CIVIL – MAGISTER EN GEOTECNIA – MAGISTER EN ESTRUCTURAS –
ESPECIALISTA EN VIAS U. DE CARTAGENA

Ensayo De Perforación Estandar (SPT)					
PROYECTO		ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE JARDINERAS CON ESPACIOS PEATONALES, INSTALACIÓN DE JUEGOS INFANTILES Y JUEGOS BIOSALUDABLES Y CANCHA CON LOSA DE PISO Y CUBIERTA, TARIMA Y GRADERIAS EN EL PARQUE PRINCIPAL EN EL MUNICIPIO DE SANTA ROSA DEL SUR DEPARTAMENTO DE BOLIVAR.			
PROFUNDIDAD (M)		GOLPES CON DIAMETRO DE 6"		Perforación y Sondeo #2. E1002854: N.1372252. Sector para Columnas norte de la cubierta. Esquina Nororiental de la cancha con Carrera 13.	
Inicio	Final	Nº de golpes / 6 pulgadas			DESCRIPCIÓN
		#1	#2	#3	
0.0	0.5	4	10	25	Arcilla limosa con arena gruesa marron claro.
0.5	1.0	40	40	40	
1.0	1.5	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	
1.5	2.0	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	
2.0	2.5	36	35	32	
2.5	3.0	30	31	30	
3.0	3.5	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	
3.5	4.0	30	31	31	

Tabla 2: Perforación y Ensayo de Penetración Estándar en el Sondeo 2. E1002854: N.1372252. Sector para Columnas norte de la cubierta. Esquina Nororiental de la cancha con Carrera 13.

Ensayo De Perforación Estandar (SPT)					
PROYECTO		ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE JARDINERAS CON ESPACIOS PEATONALES, INSTALACIÓN DE JUEGOS INFANTILES Y JUEGOS BIOSALUDABLES Y CANCHA CON LOSA DE PISO Y CUBIERTA, TARIMA Y GRADERIAS EN EL PARQUE PRINCIPAL EN EL MUNICIPIO DE SANTA ROSA DEL SUR DEPARTAMENTO DE BOLIVAR.			
PROFUNDIDAD (M)		GOLPES CON DIAMETRO DE 6"		Perforación y Sondeo #3. E1002846: N.1372247. Sector para Tarima y Gradería Oriental. Detrás de la portería	
Inicio	Final	Nº de golpes / 6 pulgadas			DESCRIPCIÓN
		#1	#2	#3	
0.0	0.5	10	22	25	Capa de limo con escombros.
0.5	1.0	26	27	27	
1.0	1.5	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	Arcilla limosa con arena gruesa marron claro.
1.5	2.0	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	
2.0	2.5	28	28	29	
2.5	3.0	28	29	30	
3.0	3.5	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	
3.5	4.0	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	
4.0	4.5	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	
4.5	5.0	27	28	28	
5.0	5.5	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	
5.5	6.0	28	29	30	

Tabla 3: Perforación y Ensayo de Penetración Estándar en el Sondeo 3. E1002846: N.1372247. Sector para Tarima y Gradería Oriental. Detrás de la portería Oriental.

LEIXER ALFONSO RIVERO LONDOÑO
INGENIERO CIVIL – MAGISTER EN GEOTECNIA – MAGISTER EN ESTRUCTURAS –
ESPECIALISTA EN VIAS U. DE CARTAGENA

Ensayo De Perforación Estandar (SPT)					
PROYECTO		ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE JARDINERAS CON ESPACIOS PEATONALES, INSTALACIÓN DE JUEGOS INFANTILES Y JUEGOS BIOSALUDABLES Y CANCHA CON LOSA DE PISO Y CUBIERTA, TARIMA Y GRADERIAS EN EL PARQUE PRINCIPAL EN EL MUNICIPIO DE SANTA ROSA DEL			
PROFUNDIDAD (M)		GOLPES CON DIAMETRO DE 6"			Perforación y Sondeo #:4. E1002822: N.1372257. Sector para Gradería Sur. Junto a la gradería sur existente.
Inicio	Final	Nº de golpes / 6 pulgadas			DESCRIPCIÓN
		#1	#2	#3	
0.0	0.5	5	7	7	Arcilla limosa con arena gruesa marron claro.
0.5	1.0	4	28	31	
1.0	1.5	45	35	35	
1.5	2.0	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	
2.0	2.5	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	
2.5	3.0	30	32	33	
3.0	3.5	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	
3.5	4.0	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	
4.0	4.5	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	
4.5	5.0	33	34	35	
5.0	5.5	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	
5.5	6.0	32	34	34	

Tabla 4: Perforación y Ensayo de Penetración Estándar en el Sondeo 4. E1002822: N.1372257. Sector para Gradería Sur. Junto a la gradería sur existente.

Ensayo De Perforación Estandar (SPT)					
PROYECTO		ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE JARDINERAS CON ESPACIOS PEATONALES, INSTALACIÓN DE JUEGOS INFANTILES Y JUEGOS BIOSALUDABLES Y CANCHA CON LOSA DE PISO Y CUBIERTA, TARIMA Y GRADERIAS EN EL PARQUE PRINCIPAL EN EL MUNICIPIO DE SANTA ROSA DEL			
PROFUNDIDAD (M)		GOLPES CON DIAMETRO DE 6"			Perforación y Sondeo #:5. E1002830: N.1372281. Sector para Gradería Occidental y Juegos Biosaludables. Detrás de la portería Occidental.
Inicio	Final	Nº de golpes / 6 pulgadas			DESCRIPCIÓN
		#1	#2	#3	
0.0	0.5	26	21	19	Arcilla limosa con arena gruesa marron claro.
0.5	1.0	19	25	30	
1.0	1.5	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	
1.5	2.0	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	
2.0	2.5	30	31	30	
2.5	3.0	29	30	30	
3.0	3.5	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	
3.5	4.0	29	30	31	

Tabla 5: Perforación y Ensayo de Penetración Estándar en el Sondeo 5. E1002830: N.1372281. Sector para Gradería Occidental y Juegos Biosaludables. Detrás de la portería Occidental.

Sondeos - Ensayo De Perforación Estandar (SPT)						
Lugar o Sitio:	ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE JARDINERAS CON ESPACIOS PEATONALES, INSTALACIÓN DE JUEGOS INFANTILES Y JUEGOS BIOSALUDABLES Y CANCHA CON LOSA DE PISO Y CUBIERTA, TARIMA Y GRADERIAS EN EL PARQUE PRINCIPAL EN EL MUNICIPIO DE SANTA ROSA DEL					
PROFUNDIDAD (m)		No. DE GOLPES/PIE - SONDEO				
Inicio	Final	#1	#2	#3	#4	#5
0.0	0.5	52	35	47	14	40
0.5	1.0	67	80	54	59	55
1.0	1.5	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	70	PUNTERA
1.5	2.0	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA
2.0	2.5	53	67	57	PUNTERA	61
2.5	3.0	57	61	59	65	60
3.0	3.5	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA
3.5	4.0	61	62	PUNTERA	PUNTERA	61
4.0	4.5			PUNTERA	PUNTERA	
4.5	5.0			56	69	
5.0	5.5			PUNTERA	PUNTERA	
5.5	6.0			59	68	

Tabla 6: Número de golpes/pie en los Sondeos realizados en campo.

Datos N y N60 Ensayo De Perforación Estandar (SPT)											
Lugar o Sitio:		ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE JARDINERAS CON ESPACIOS PEATONALES, INSTALACIÓN DE JUEGOS INFANTILES Y JUEGOS BIOSALUDABLES Y CANCHA CON LOSA DE PISO Y CUBIERTA, TARIMA Y GRADERIAS EN EL PARQUE PRINCIPAL EN EL MUNICIPIO DE SANTA ROSA DEL SUR DEPARTAMENTO DE BOLIVAR.									
PROFUNDIDAD (m)		No. DE GOLPES/PIE									
Inicio	Final	SONDEO #1		SONDEO #2		SONDEO #3		SONDEO #4		SONDEO #5	
		N	N60	N	N60	N	N60	N	N60	N	N60
0.0	0.5	52	58	35	39	47	53	14	16	40	45
0.5	1.0	67	66	80	78	54	53	59	58	55	54
1.0	1.5	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	70	63	PUNTERA	PUNTERA
1.5	2.0	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA
2.0	2.5	53	42	67	53	57	45	PUNTERA	PUNTERA	61	48
2.5	3.0	57	43	61	46	59	44	65	49	60	45
3.0	3.5	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA
3.5	4.0	61	42	62	43	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	61	42
4.0	4.5					PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA		
4.5	5.0					56	41	69	41		
5.0	5.5					PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA	PUNTERA		
5.5	6.0					59	41	68	41		

Tabla 7: Numero de golpes sin corregir (N) y Número de golpes corregido (N₆₀), Ensayo de Penetración Estándar.

5.2. ENSAYOS DE LABORATORIO

Las muestras obtenidas se seleccionaron las más representativas para enviar al laboratorio solicitando realizar ensayos de granulometría, límites de consistencia, y humedad natural. En las Tablas 8, 9, 10, 11 y 12 se dan un resumen de los resultados de ensayos de laboratorio de los sitios inestables respectivamente. El procedimiento y la descripción detallada de cada uno de los ensayos de laboratorio se muestran en los Anexos.

Resumen de Ensayos, Perforación y Sondeo SPT No. 1									
PROFUND		SUCS	N.F	LL	IP	PPT 200	w	N60	qa Kg/cm2
Inicio	Final						%		
0.0	0.5	CL	NO	31.27	8.49	66.86	3.35	58	4.43
0.5	1.0							66	5.47
1.0	1.5							PUN	
1.5	2.0							PUN	
2.0	2.5							42	3.80
2.5	3.0							43	3.89
3.0	3.5							PUN	
3.5	4.0							42	3.83

Tabla 8: Resumen resultados ensayos de laboratorios del Sondeo 1. E1002838: N.1372286. Sector para Columnas norte de la cubierta. Esquina Noroccidental de la cancha con Carrera 13.

Resumen de Ensayos, Perforación y Sondeo SPT No. 2									
PROFUND		SUCS	N.F	LL	IP	PPT 200	w	N60	qa Kg/cm2
Inicio	Final						%		
0.0	0.5	CL	NO	30.68	8.35	63.08	3.82	39	2.98
0.5	1.0							78	6.54
1.0	1.5							PUN	
1.5	2.0							PUN	
2.0	2.5							53	4.81
2.5	3.0							46	4.17
3.0	3.5							PUN	
3.5	4.0							43	3.90

Tabla 9: Resumen resultados ensayos de laboratorios del Sondeo 2. E1002854: N.1372252. Sector para Columnas norte de la cubierta. Esquina Nororiental de la cancha con Carrera 13.

LEIXER ALFONSO RIVERO LONDOÑO
INGENIERO CIVIL – MAGISTER EN GEOTECNIA – MAGISTER EN ESTRUCTURAS –
ESPECIALISTA EN VIAS U. DE CARTAGENA

Resumen de Ensayos, Perforación y Sondeo SPT No.3									
PROFUND		SUCS	N.F	LL	IP	PPT 200	w	N60	qa Kg/cm2
Inicio	Final						%		
0.0	0.5	CL	NO	32.89	10.4	65.47	2.50- 3.41.	53	4.01
0.5	1.0							53	4.41
1.0	1.5							PUN	
1.5	2.0							PUN	
2.0	2.5							45	4.09
2.5	3.0							44	4.03
3.0	3.5							PUN	
3.5	4.0							PUN	
4.0	4.5							PUN	
4.5	5.0							41	
5.0	5.5							PUN	
5.5	6.0							41	3.69

Tabla 10: Resumen resultados ensayos de laboratorios del Sondeo 3. E1002846: N.1372247. Sector para Tarima y Gradería Oriental. Detrás de la portería Oriental.

Resumen de Ensayos, Perforación y Sondeo SPT No. 4									
PROFUND		SUCS	N.F	LL	IP	PPT 200	w	N60	qa Kg/cm2
Inicio	Final						%		
0.0	0.5	CL	NO	32.38	10.06	63.27	3.65- 3.46.	16	1.19
0.5	1.0							58	4.82
1.0	1.5							63	5.70
1.5	2.0							PUN	
2.0	2.5							PUN	
2.5	3.0							49	4.44
3.0	3.5							PUN	
3.5	4.0							PUN	
4.0	4.5							PUN	
4.5	5.0							41	3.72
5.0	5.5							PUN	
5.5	6.0							41	3.69

Tabla 11: Resumen resultados ensayos de laboratorios del Sondeo 4. E1002822: N.1372257. Sector para Gradería Sur. Junto a la gradería sur existente.

LEIXER ALFONSO RIVERO LONDOÑO
INGENIERO CIVIL – MAGISTER EN GEOTECNIA – MAGISTER EN ESTRUCTURAS –
ESPECIALISTA EN VIAS U. DE CARTAGENA

Resumen de Ensayos, Perforación y Sondeo SPT No. 5									
PROFUND		SUCS	N.F	LL	IP	PPT 200	w	N60	qa Kg/cm2
Inicio	Final						%		
0.0	0.5	CL	NO	32.93	10.37	72.47	3.42	45	3.41
0.5	1.0							54	4.49
1.0	1.5							PUN	
1.5	2.0							PUN	
2.0	2.5							48	4.38
2.5	3.0							45	4.10
3.0	3.5							PUN	
3.5	4.0							42	3.83

Tabla 12: Resumen resultados ensayos de laboratorios del Sondeo 5. E1002830: N.1372281. Sector para Gradería Occidental y Juegos Biosaludables. Detrás de la portería Occidental.

6. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

6.1 GEOLOGIA REGIONAL

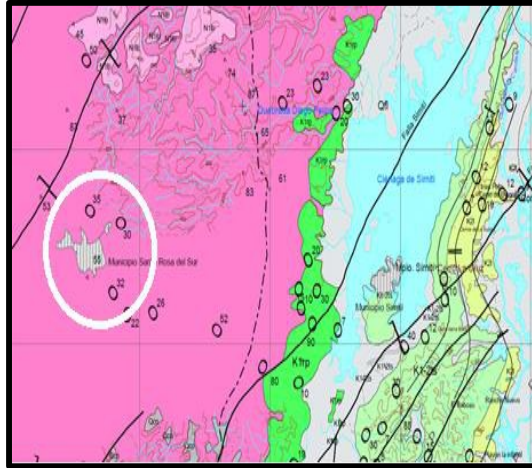


Figura 6. Geología regional según Plancha núm. 85. En el círculo blanco a la izquierda se observa la zona en estudio del actual proyecto.

Geológicamente el área de estudio se encuentra localizada dentro de la Plancha 85 -Simiti, ubicada en el extremo SE del departamento de Bolívar (Figura 6). Geográficamente esta se encuentra hacia el costado oeste del Río Magdalena entre la falla Simiti y la falla las Brisas; hacia las estribaciones próximas de la Serranía de San Lucas. Regionalmente el sector se encuentra bajo dominio de la Unidad Norean.

☐ **Unidad Volcanoclastica de Noreán (J1-2n)**

Unidad propuesta y definida por Clavijo (1996), para designar una potente sucesión de rocas volcanosedimentarias aflorantes en alrededores del caserío de Noreán, Sur del Departamento del Cesar. Unidad constituida por una alternancia de tobos cristalinas y líticas, arenitas y lodolitas tobáceas, lavas dacíticas, andesíticas y riolíticas. Asociadas a estas rocas se presentan cuerpos hipoabisales (silos, diques)

y efusivos brechoides (breccia pipe) de composición andesítica-dacítica y domos riolíticos.

En el área de la Plancha 55 esta unidad aflora predominantemente en el lado oriental, mientras que al occidente de la plancha, está limitada a pequeños cerros aislados. En la región de Pailitas y Curumaní se presenta en tres fajas de dirección NNW-SSE. Las dos primeras afloran al oriente de la falla de Bucaramanga-Santa Marta y la tercera inmediatamente al occidente de la falla.

La primera faja es la más extensa de las tres y está limitada al occidente por la falla de Caracolí que la pone en contacto con la Formación La Virgen del Paleozoico Inferior, al oriente el límite es una discontinuidad estratigráfica con la formación Río Negro del Cretácico Inferior. La segunda es la menos extensa de las tres y constituye una repetición parcial de la primera por efecto de la Falla de cabalgamiento de Animito que la pone en contacto, de nuevo con la formación Río Negro, esta vez suprayaciéndola. En estas dos fajas la unidad está constituida predominantemente por tobas cristalinas, de composición dacítica, riodacítica y riolítica, dispuestas en capas muy delgadas (1-5cm) planas paralelas de color rojo grisáceo, gris intermedio y naranja grisáceo, en menor proporción se tienen areniscas arcósicas de grano medio y grueso rojizas y púrpuras, areniscas lodosas púrpuras conglomeráticas, areniscas y limolitas tobáceas de color púrpura y aglomerados de color rojizo con clastos subagulares y subredondeados de rocas volcánicas de hasta 20cm de diámetro.

Estas rocas son intruidas por cuerpos hipoabisales de riolitas, riodacíticas y dacitas porfídicas con fenocristales de plagioclasa de hasta 5cm de diámetro alterada en algunas partes a sericita y epidota dentro de una matriz félsica.

La tercera faja predominante riodacítica y riolítica está ubicada más al oeste de las dos anteriores y presenta una morfología montañosa estrecha y alargada y pequeñas colinas aisladas como son las de las Sabanas Los Entierros y de Guamal (Plancha 55-IV-B y 55-IV-D y 55-II-C, las cuales han sido levantadas por la actividad reciente de la Falla de Bucaramanga-Santa Marta y descubiertas por los procesos erosivos actuales. Al oriente de Pailitas esta faja del Norean se observa en contacto fallado con el Neis de Bucaramanga, mientras que al oeste está en contacto con la Formación Zambrano- Sedimentitas de Arjona y con depósitos Cuaternarios. Hacia el extremo norte, esta faja de Noreán se presenta en contacto discordante con el Grupo Cogollo (Plancha 55-II-A).

6.1. GEOLOGIA LOCAL

Durante la investigación de campo se pudo determinar que el área de estudio se encuentra bajo el dominio de la Unidad Volcanoclastica de Noreán (J1-2n) al encontrarse que el material es correlacionable con las características que lo identifican ante otro tipo de unidades. Arcilla media plasticidad arenosa CL y una capa inferior de Roca medianamente dura marrón donde presenta Rechazo. (Ver Fotografía 6)



Fotografía 6. En la fotografía se observa la Unidad Volcanoclastica de Noreán (J1-2n).
Fuente: Trabajo de Campo.

6.2. GEOLOGIA ESTRUCTURAL.

Para el área estudiada se encuentra que primeramente no se muestra una afectación estructural importante a escala local. Entre las diversas estructuras a escala regional que pueden llegar a presentar afectación en el área se encuentran:

- **Falla Simiti:**

Descrita en principio por geólogos de Intercol (en MORALES, L. Et al., 1958), se localiza en el área de estudio en la parte alta de la vertiente occidental de la subcuenca del Río Fonce, dispuesta en una franja alargada con dirección NE, de aproximadamente siete Km de longitud, ubicada entre los 1300 y 1800 m.s.n.m en las veredas la Laguna, El Moral y La Palmita, incluyendo la Hoya de San Pedro. Los mejores afloramientos se encuentran a lo largo de la vía que sirve de límite municipal en el sector occidental del Municipio y que comunica el casco urbano del Municipio de Páramo con San Gil. Ocupa un área de 1252,78 hectáreas.

Se encuentra constituida por shales blando grisáceos a negros, carbonosos, localmente calcáreo, con nódulos pequeños y concreciones calcáreas hacia el techo de hasta de 1.50 m de diámetro; intercalado con arenisca y calizas grises, localmente arcillosas y fosilíferas (Pelecípodos), en capas delgadas. El ambiente de depositación corresponde a una zona nerítica de aguas intermedias a profundas. La dirección de las capas que la conforman poseen una orientación aproximada NE, buzando suavemente hacia el oeste; su espesor en la zona de estudio varía entre 100 a 150 m.

Los contactos con la infrayacente formación Tablazo (Kit) y suprayacente formación La Luna (Ksl) son concordantes. Su edad se basa en amonites del Albiano inferior, medio y superior, hallados en el área de la sección tipo. También existen foraminíferos del Albiano superior (Petters, 1954). Esta unidad es Correlacionable con la formación Capacho de la cuenca de Maracaibo.

- **Falla de las Brisas:**

Corresponde a la estructura principal que controla la transferencia del sistema de flor positiva de las brisas. Esta estructura tiene su mayor expresión topográfica cerca al corregimiento de las Brisas, allí los desplazamientos del relieve en componente destral se continúa por cerca de 8Km, para posteriormente llegar al piedemonte y seguir hacia el NE cortando y controlando aspectos del drenaje asociados al brazo Simití del Río Magdalena.

A partir de esta estructura hacia el W el bloque colgante del desplazamiento destral presenta una asociación de estructuras antitectónicas ortogonales a la falla principal, donde el magmatismo de la unidad extrusiva de las Brisas ha sido desarrollado. El control estructural sobre estas rocas volcánicas es evidente, de esta manera este proceso está relacionado a un campo de esfuerzo local transcurrente mayor. En la zona de estudio afloran al norte de la plancha donde se encuentran domos graníticos que representan la fase intrusiva de la unidad y depósitos de flujos de lava subhorizontales como consecuencia de los colapsos laterales en los domos los cuales hacen de la fase extrusiva.

6.1. GEOMORFOLOGIA.

Geomorfológicamente la zona de estudio se corresponde a una región de topografía plana, ondulada y subredondeadas asociada las estribaciones de la Serranía de San Lucas. Localmente encontramos:

- **Colinas subredondeadas con pendientes leves:** Superficie natural del terreno suavemente inclinada a subredondeadas con pendientes menores a 25°, asociadas a cambios litológicos (Formación Norean), presentes hacia las estribaciones de la Serranía del Perijá. Se presentan a nivel regional con respecto al área de estudio.



Fotografía 7: Se aprecia la Geomorfología local relativamente plana presentada en la zona de estudio.

7. ESTRATIGRAFIA Y AGUA EN EL SUELO.

7.1 PERFIL ESTRATIGRAFICO

El perfil del subsuelo observado en superficie y las perforaciones se investigó de 4.0 hasta 6.0 metros de profundidad desde la superficie actual del terreno, se extrae Arcilla limosa con arena gruesa marrón claro.

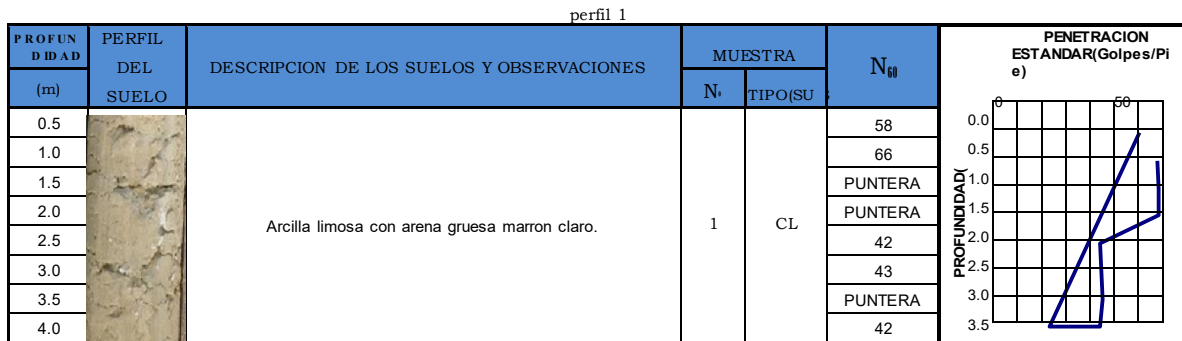


Figura 7: Perfil Estratigráfico del Sondeo Geo-técnico # 1. E1002838: N.1372286. Sector para Columnas norte de la cubierta. Esquina Noroccidental de la cancha con Carrera 13.

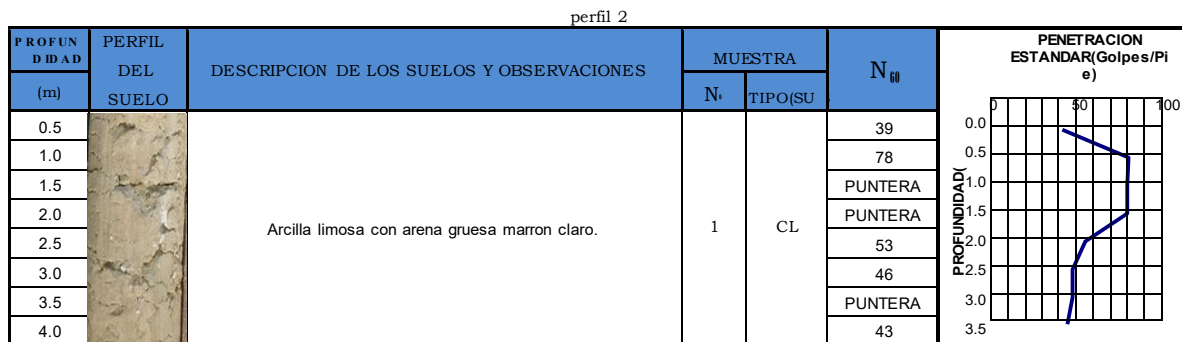


Figura 8: Perfil Estratigráfico del Sondeo Geo-técnico # 2. E1002854: N.1372252. Sector para Columnas norte de la cubierta. Esquina Nororiental de la cancha con Carrera 13.

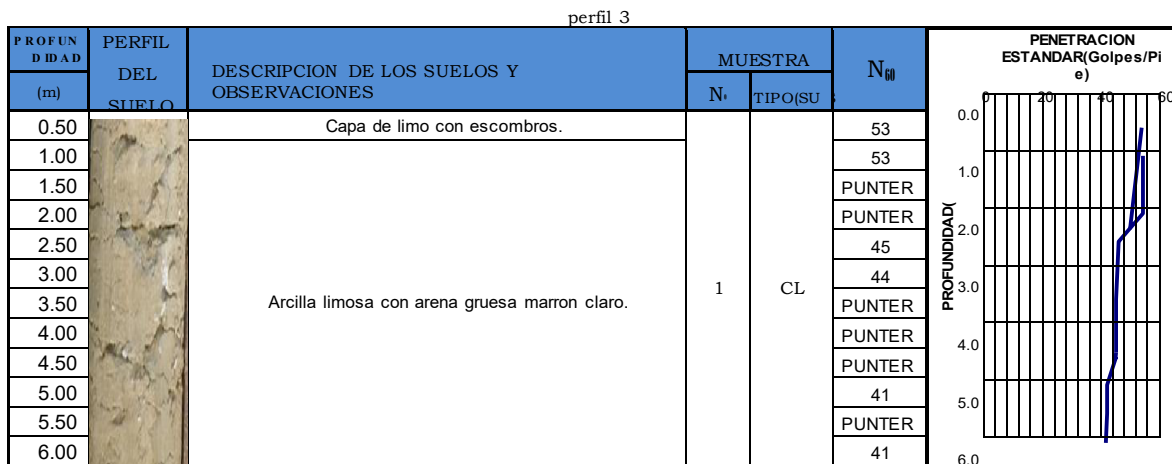


Figura 9: Perfil Estratigráfico del Sondeo Geo-técnico # 3. E1002846: N.1372247. Sector para Tarima y Gradería Oriental. Detrás de la portería Oriental.

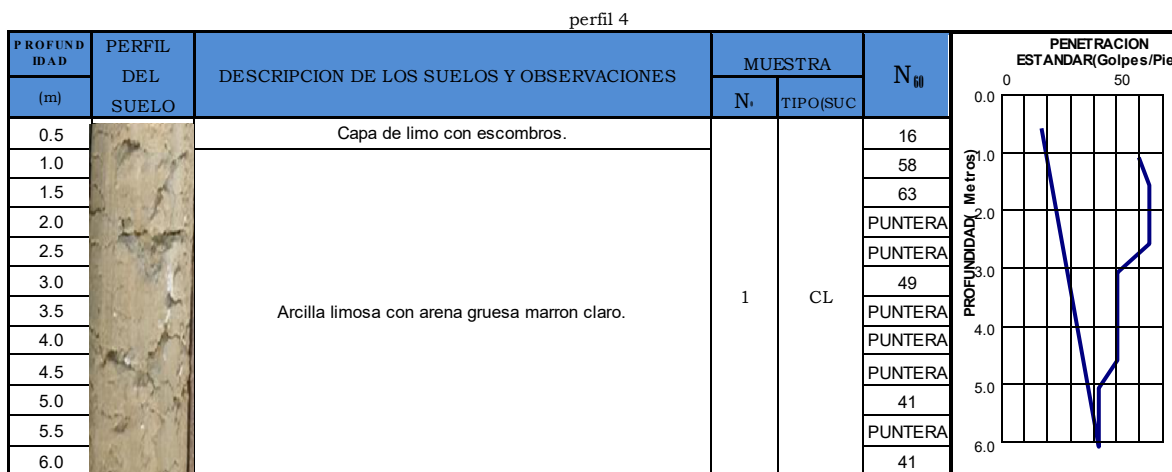


Figura 10: Perfil Estratigráfico del Sondeo Geo-técnico # 4. E1002822: N.1372257. Sector para Gradería Sur. Junto a la gradería sur existente.

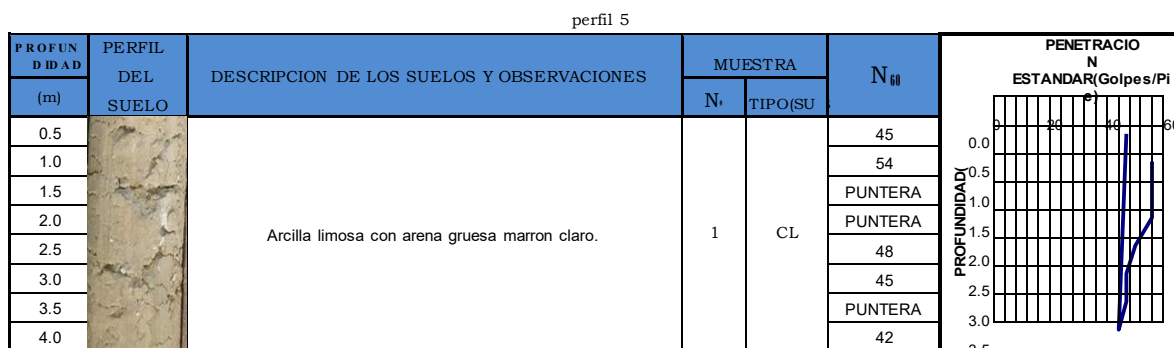


Figura 11: Perfil Estratigráfico del Sondeo Geo-técnico # 5. E1002830: N.1372281. Sector para Gradería Occidental y Juegos Biosaludables. Detrás de la portería Occidental.

7.2. AGUAS SUPERFICIALES, NIVEL FREÁTICO Y HUMEDADES.

Se midió niveles freáticos y humedades desde la superficie del terreno durante la investigación de campo, perforaciones y no se encontró nivel freático durante la investigación. Las humedades naturales que se midieron en el área estudiada son del orden de 3,39% en promedio en el ara intervenida.

8 ANALISIS GEOTÉCNICO

8.1. CAPACIDAD DE SOPORTE

De acuerdo a las características Geomecánicas de los suelos encontrados, el perfil estratigráfico y las diferentes cargas provenientes de las estructuras que se puedan proyectar; para el caso del proyecto, se recomienda diseñar zapatas aisladas cuadradas; para el sondeo N° 1 Sector para Columnas norte de la cubierta. Esquina Noroccidental de la cancha con Carrera 13. Medido desde el nivel superficial del terreno existente con capacidad de soporte promedio del sector del bulbo de presiones de 4.29kg/cm^2 ; para el sondeo N° 2 Sector para Columnas norte de la cubierta. Esquina Nororiental de la cancha con Carrera 13. Medido desde el nivel superficial del terreno existente con capacidad de soporte promedio del sector del bulbo de presiones de 4.48kg/cm^2 ; para el sondeo N° 3 Sector para Tarima y Gradería Oriental. Detrás de la portería Oriental. Medido desde el nivel superficial del terreno existente con capacidad de soporte promedio del sector del bulbo de presiones de 3.99kg/cm^2 ; para el sondeo N° 4 Sector para Gradería Sur. Junto a la gradería sur existente. Medido a menos 0.5 metros desde el nivel superficial del terreno existente con capacidad de soporte promedio del sector del bulbo de presiones de 4.47kg/cm^2 y para el sondeo N° 5 Sector para Gradería Occidental y Juegos Biosaludables. Detrás de la portería Occidental. Medido desde el nivel superficial del terreno existente con capacidad de soporte promedio del sector del bulbo de presiones de 4.04kg/cm^2 .

LEIXER ALFONSO RIVERO LONDOÑO
INGENIERO CIVIL – MAGISTER EN GEOTECNIA – MAGISTER EN ESTRUCTURAS –
ESPECIALISTA EN VIAS U. DE CARTAGENA

B	1.5	m	Estrato de apoyo de la cimentacion de las estructuras a							Estrato Incompetente.			
Se	10	mm	construir.										
SONDEO 1						SONDEO 2				SONDEO 3			
PROFUNDIDAD (m)		N CORR	Qa			N CORR	Qa			N CORR	Qa		
m			Fd	kN/m²	Kgr/cm²		Fd	kN/m²	Kgr/cm²		Fd	kN/m²	Kgr/cm²
Inicial	Final												
0.00	0.50	58	1.110	443.4	4.43	39	1.110	298.4	2.98	53	1.110	400.7	4.01
0.50	1.00	66	1.220	547.3	5.47	78	1.220	653.5	6.54	53	1.220	441.1	4.41
1.00	1.50	PUNTERA				PUNTERA				PUNTERA			
1.50	2.00	PUNTERA				PUNTERA				PUNTERA			
2.00	2.50	42	1.330	380.2	3.80	53	1.330	480.6	4.81	45	1.330	408.9	4.09
2.50	3.00	43	1.330	389.2	3.89	46	1.330	416.6	4.17	44	1.330	402.9	4.03
3.00	3.50	PUNTERA				PUNTERA				PUNTERA			
3.50	4.00	42	1.330	383.4	3.83	43	1.330	389.7	3.90	PUNTERA			
4.00	4.50									PUNTERA			
4.50	5.00									41	1.330	372.1	3.72
5.00	5.50									PUNTERA			
6.00	6.00									41	1.330	369.0	3.69
4.29						4.48				3.99			

		SONDEO 4				SONDEO 5			
PROFUNDIDAD (m)		N CORR	Fd	Qa		N CORR	Fd	Qa	
m				kN/m²	Kgr/cm²			kN/m²	Kgr/cm²
Inicial	Final								
0.00	0.50	16	1.110	119.4	1.19	45	1.110	341.1	3.41
0.50	1.00	58	1.220	482.0	4.82	54	1.220	449.3	4.49
1.00	1.50	63	1.330	569.7	5.70	PUNTERA			
1.50	2.00	PUNTERA				PUNTERA			
2.00	2.50	PUNTERA				48	1.330	437.6	4.38
2.50	3.00	49	1.330	443.9	4.44	45	1.330	409.7	4.10
3.00	3.50	PUNTERA				PUNTERA			
3.50	4.00	PUNTERA				42	1.330	383.4	3.83
4.00	4.50	PUNTERA							
4.50	5.00	41	1.330	372.1	3.72				
5.00	5.50	PUNTERA							
6.00	6.00	41	1.330	369.0	3.69				
4.47						4.04			

Tabla 13: Capacidad portante de los sectores sondeados.43

8.2 CAPACIDAD ADMISIBLE DE DISEÑO Y ASENTAMIENTOS.

Conceptualización de la solución.

La capacidad de carga para suelos granulares se ha establecido mediante la utilización de la ecuación de Meyerhoff (1956) modificada por Bowles (1977):

El cálculo de la carga admisible del suelo se hizo para la zona de estudio de los sondeos 1, 2 y 3, siguiendo los siguientes criterios.

$$q(adm) = 1198 N \left(\frac{3.28}{3.28B} \right)^2 \left(\frac{1}{25.4} \right) Fd * Se \quad KN/m^2 \quad para B \geq 1.22 m$$

$$Fd = 1 + 0.33 \left(\frac{Df}{B} \right) \leq 1.33$$

En la cual:

N= penetración estándar

B= ancho del cimiento o ancho de soporte de carga

Fd= factor de profundidad

Se= asentamiento inmediato admisible o esperado

Para los valores de penetración promedio corregidos con el N60, ancho de cimiento B: 1.2 m y un asiento esperado máximo 15,0 mm, para el N60 se toman los valores encontrados y hallados en la tabla 5, se obtienen los siguientes valores de capacidad de carga en cada sondeo, en Kgr/cm², ver la tabla 10:

8.3 CONDICIONES ESPECIALES DEL SUBSUELO

En el desarrollo del presente estudio, se analizaron condiciones especiales del subsuelo, entre los que se encuentran parámetros base para el Diseño Estructural.

8.3.1.1 Amenaza sísmica según la Norma NSR-10.

Según las normas Colombianas de Diseño y Construcciones Sismo Resistente, NSR-10 el Municipio de Santa Rosa del Sur Bolívar se encuentra en la región 3. (Ver Figura A.2.3-2 — Mapa de valores de A_a , Figura A.2.3-3 - Mapa de valores de A_v y Tabla A.2.3-1 Nivel de amenaza sísmica según valores de A_a y de A_v). Se define como amenaza sísmica intermedia. (Ver Figura A.2.3-1 — Zonas de Amenaza Sísmica aplicable a edificaciones para la NSR-10 en función de A_a y A_v). A_a = coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva, para diseño, dado en A.2.2.

A_v = coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva, para diseño, dado en A.2.2. A_d = coeficiente de umbral de daño.

8.3.2.1 Movimiento sísmico de diseño.

Los movimientos sísmicos de diseño se definen en función de la aceleración pico efectivo, representada por el parámetro A_a , y de la Velocidad pico efectivo, representado por el parámetro A_v , para una probabilidad del diez por ciento de ser excedidos en un lapso de cincuenta años. Los valores de estos coeficientes para el Municipio de Santa Rosa del Sur Bolívar son: $A_a=0.15$, $A_v=0.15$, $A_e=0.08$ y $A_d=0.04$ (Ver A.2.2.2 y A.2.2.3. NSR-10 - Apéndice A-4 - Valores de A_a , A_v , A_e y A_d y definición de la zona de amenaza sísmica de municipios).

8.3.2.3 Efectos locales.

El perfil de suelo debe ser determinado por el ingeniero geotecnista a partir de unos datos geotécnicos debidamente sustentados.

8.3.2.3.1. Tipo de Perfil del suelo.

Se determinan dos factores de amplificación del espectro por efectos de sitio, F_a y F_v ; F_a = coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos cortos, debida a los efectos de sitio, adimensional.

F_v = coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos intermedios, debida a los efectos de sitio, adimensional.

Los efectos locales de la respuesta sísmica de la edificación deben evaluarse con base en los perfiles de suelo dados a en el presente estudio independientemente del tipo de cimentación empleado.

El tipo de perfil del suelo para el diseño sismo resistente es C al establecerse la existencia de estratos de limo y con rechazo en un limo pizarroso beige. La consistencia del estrato es definida con base a los parámetros geomecánicos del sitio estudiado, el cual tiene una resistencia al corte no drenado 100 kPa (1 kgf/cm²) y los golpes N en promedio cerca de 50 golpes. Ver resume de resultados de ensayos de laboratorio del presente estudio en las Tablas Números 6, 7 y 8. Los valores de los coeficientes $F_a = 1.2$ y $F_v = 1.65$ se obtienen de las tablas A.2.4-3 y A.2.4-4.

8.3.2.3.2. Coeficiente de Importancia.

Se define el grupo de tipo de uso de Estructuras de ocupación especial como Grupo II Graderías al aire libre donde pueda haber más de 2000 personas a la vez con un coeficiente de importancia I, igual a 1.10 Tabla A.2.5-1.

8.3.2.4. Espectro Elástico de Diseño.

La forma del espectro elástico de aceleraciones, para un coeficiente de amortiguamiento crítico de cinco por ciento (5%), que se debe utilizar en el diseño, se da en la figura 10.

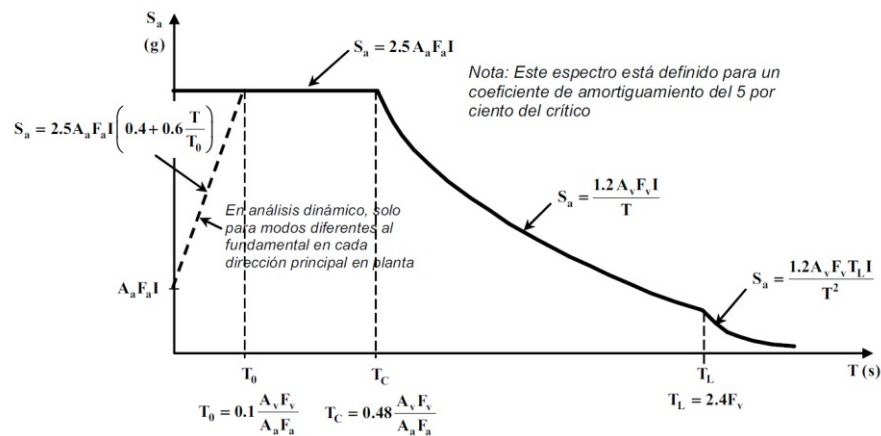


Figura 12. Espectro elástico de diseño.

9.4 ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS

La evaluación de amenaza por asentamientos se llevó a cabo teniendo en cuenta que la estructura a desarrollar es Ambientes Públicos y corredores el diseño y construcción de jardineras con espacios peatonales, instalación de juegos infantiles y juegos biosaludables y cancha con losa de piso y cubierta, tarima y graderías en el parque principal en el municipio de Santa Rosa del sur Departamento de Bolívar, como requisito necesario para el diseño y construcción del proyecto del parque principal en el municipio de Santa Rosa, por lo cual se puede hacer el pre análisis de asentamientos admisibles para la cimentación superficial con zapatas cuadradas aisladas enlazadas con una viga de arrastre, para el análisis de asentamiento se utilizaran las propiedades de los suelos encontrados, para lo cual se define un estrato homogéneo, los valores elásticos fueron hallados mediante la ecuación: $E=q_c \cdot K$.

$k=1.5$ para limos arenosos
 $k=2.0$ para arena compacta
 $k=3.0$ para arena densa
 $k=4.0$ para arena con gravas

Donde, se toma $K=1.5$ para limo consistente del estrato resistente encontrado.

TIPO DE SUELOS	q_c / N	OBSERVACIONES
Limo, limo arenoso, mezclas de limo y arena ligeramente cohesivos.	2	q_c en Kg/cm^2
Arena fina a media limpia o algo limosa.	3.5	q_c en Ton/pie^2
Arena gruesa, arenas con grava pequeña.	5	
Grava arenosa o gravas.	6	$N=\text{golpes por pie}$

Se toma $q_c/N=2.0$, luego q_c (en Kg. /cm²)= $2.0 \cdot N$ para el estrato resistente encontrado y $N_{promedio}$ es de 59 golpes, luego aplicando la fórmula para calcular E tenemos: $E=q_c \cdot K$ (Kg. /cm²) = $2.0 \cdot 59 \cdot 1.5 = 177$ (Kg. /cm²)= 17700KPa, los valores tomados se encuentran resumidos en la tabla 14.

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Es (kPa)	Eur (kPa)
Arcilla limosa con arena		18.6	17700	17700

Tabla 14: Parámetros Elásticos de los suelos.

La determinación de los asentamientos totales y diferenciales para la cimentación se obtiene a partir del análisis esfuerzo-deformación en condiciones elásticas lineal, utilizando la formulación de distribución de esfuerzos de Boussinesq. Los suelos no presentan saturación y se comportan como consolidados drenados por lo tanto los asentamientos totales equivalen a los asentamientos inmediatos.

A partir de la zapata cuadrada cuyas dimensiones preliminares a utilizar para análisis de asentamientos es de 1.0mx1.0m y mediante el uso de un software especializado como SLETTLE 3D de Rocscience se efectúa el cálculo del asentamiento.

A continuación se muestra la modelación realizada:

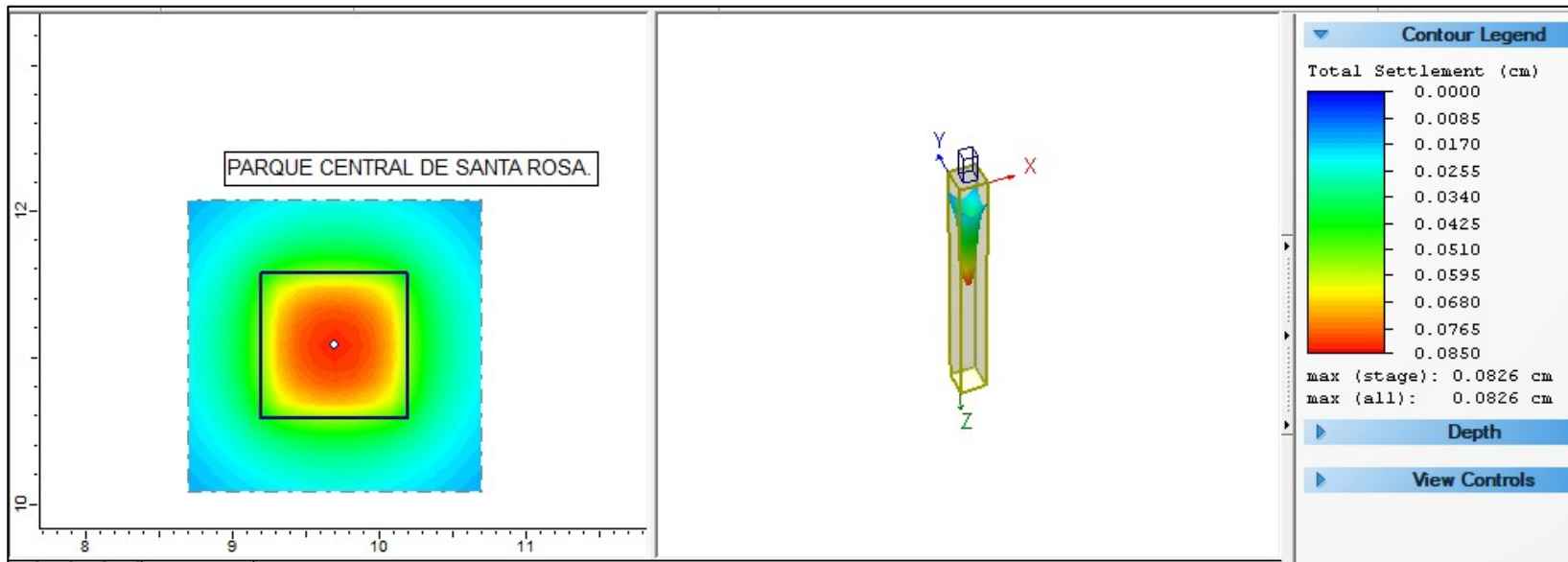


Figura 13: Distribución de esfuerzos y deformaciones en el estrato resistente, objeto de la cimentación, el asentamiento máximo registrado es de 0.0826 Centímetros.
De acuerdo a la modelación realizada de la zapata el asentamiento total máximo registrado es de 0.0826 Centímetros.

9.5 COEFICIENTE DE REACCIÓN DEL SUELO (COEFICIENTE DE BALASTRO)

Módulo de reacción o coeficiente de Balastro (Ks)

Por textura se toma como arcilla seca 6.0 a 9.0 Kg/Cm², ver tabla 15 y conforme a la capacidad portante del estrato competente de 4.26 Kg/Cm² en el nivel de cimentación, permite utilizar los valores de la tabla 15 donde se aprecia un coeficiente de balastro de 8.0 Kg/cm³.

COEFICIENTE DE BALASTRO Valores orientativos para placa de carga de 30x30cm ² (K30).			
Clases de suelo	(K/cm ³)	Clases de suelo	(K/cm ³)
Suelo ligero de turba y cenagoso	0.5 - 1.0		
Suelo pesado de turba y cenagoso	1.0 - 1.5		
Arena fina de ribera o playa	1.0 - 1.5	Humus firmemente estratificado con arena y pocas piedras	8.0 - 10.0
Arena floja seca	1.0 - 1.3	Humus firmemente estratificado con arena y muchas piedras	10.0 - 12.0
Arena floja húmeda	0.8 - 1.0		
Arena media seca	3.0 - 9.0	Gravilla arenosa floja	4.0 - 8.0
Arena media húmeda	2.0 - 6.0	Gravilla arenosa compacta	9.0 - 25.0
Arena compacta seca	9.0 - 20.0	Grava fina con mucha arena fina	8.0 - 10.0
Arena compacta húmeda	7.0 - 13.0	Grava media con arena fina	10.0 - 12.0
Capa de humus, arena y grava	1.0 - 2.0	Grava media con arena gruesa	12.0 - 15.0
Arcilla mojada	2.0 - 3.0	Grava gruesa con arena gruesa	15.0 - 20.0
Arcilla húmeda	4.0 - 5.0	Grava gruesa con poca arena	15.0 - 20.0
Arcilla seca	6.0 - 9.0	Rocas blandas o algo alteradas	>30.0
Arcilla seca dura	> 10.0	Rocas sanas	>500.0
Margas arcillosas	20.0 - 40.0		
UNIDADES: 1 K/cm ³ ≈ 10 ³ T/m ³ ≈ 10 ⁴ kN/m ³ o 10 Mpa			
Bibliografía: Freire Tellado, Manuel: "Precisiones para el empleo del módulo de balastro", "Interacción del suelo, cimiento y estructura: el caso de las zapatas I y II", en: Informes de la Construcción - N°: 463/471/ 472 respectivamente.			

Tabla 15: Valores de coeficiente de balastro de acuerdo a la textura del material del suelo del estrato de cimentación.

Esta tabla es un resumen de diferentes trabajos que han realizado el Prof. Terzaghi y otros cinco ingenieros connotados (en diferentes épocas). Y se la puede encontrar en la Tesis de maestría "Interacción Suelo-Estructuras: Semi-espacio de Winkler", Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona- España. 1993 (Autor Nelson Morrison).

Tabla [2.19.] MÓDULO DE REACCIÓN DEL SUELO					
Esf. Adm. (Kg/Cm ²)	Winkler (Kg/Cm ³)	Esf. Adm. (Kg/Cm ²)	Winkler (Kg/Cm ³)	Esf. Adm. (Kg/Cm ²)	Winkler (Kg/Cm ³)
0.25	0.65	1.55	3.15	2.85	5.70
0.30	0.78	1.60	3.28	2.90	5.80
0.35	0.91	1.65	3.37	2.95	5.90
0.40	1.04	1.70	3.46	3.00	6.00
0.45	1.17	1.75	3.55	3.05	6.10
0.50	1.30	1.80	3.64	3.10	6.20
0.55	1.39	1.85	3.73	3.15	6.30
0.60	1.48	1.90	3.82	3.20	6.40
0.65	1.57	1.95	3.91	3.25	6.50
0.70	1.66	2.00	4.00	3.30	6.60
0.75	1.75	2.05	4.10	3.35	6.70
0.80	1.84	2.10	4.20	3.40	6.80
0.85	1.93	2.15	4.30	3.45	6.90
0.90	2.02	2.20	4.40	3.50	7.00
0.95	2.11	2.25	4.50	3.55	7.10
1.00	2.20	2.30	4.60	3.60	7.20
1.05	2.29	2.35	4.70	3.65	7.30
1.10	2.38	2.40	4.80	3.70	7.40
1.15	2.47	2.45	4.90	3.75	7.50
1.20	2.56	2.50	5.00	3.80	7.60
1.25	2.65	2.55	5.10	3.85	7.70
1.30	2.74	2.60	5.20	3.90	7.80
1.35	2.83	2.65	5.30	3.95	7.90
1.40	2.92	2.70	5.40	4.00	8.00
1.45	3.01	2.75	5.50		
1.50	3.10	2.80	5.60		

Los valores mas utilizados del coeficiente de balastro son los de la Tabla [2.18] y Tabla [2.18]

Tabla 16: Valores de coeficiente de balastro de acuerdo a la capacidad admisible encontrada en la cimentación.

8.6. COEFICIENTE DE PRESION DE TIERRA (Ko, Ka y Kp):

El coeficiente de presión de tierra en reposo Ko se expresa por la relación dada por Jaky en 1944:

$$\phi = \sqrt{20N_{CORR}} + 20$$

$$K_o = 1 - \sin \phi$$

Aplicando la ecuación al promedio de N60 de los sondeos, se tienen los siguientes valores:

$$\phi: 28.6^\circ$$

$$K_o: 0.521$$

Los coeficientes de presión de tierras pasiva y activa son los siguientes de acuerdo a las fórmulas de Rankine:

$$K_a = (1 - \sin \phi) / (1 + \sin \phi) \quad \text{y} \quad K_p = (1 + \sin \phi) / (1 - \sin \phi)$$

Aplicando las ecuaciones se tienen los siguientes valores:

$$K_a: 0.35$$

$$K_p: 2.84$$

Nota: los valores del ángulo de Fricción del suelo usados en los anteriores cálculos es tomado del ensayo de corte directo realizado en el laboratorio.

9. RECOMENDACIONES

9.1. Recomendaciones geotécnicas para la protección de edificaciones y predios vecinos

Actas de vecindad

Las actas de vecindad con los predios vecinos y las vías cercanas son importantes cuando se pretendan desarrollar proyectos y se debe investigar la totalidad de las edificaciones. Igualmente es importante un registro fotográfico detallado. La importancia de las actas de vecindad en este proyecto radica en conocer las condiciones actuales de las construcciones vecinas y de esta manera evitar futuros inconvenientes con la comunidad.

Lo anterior es una formalidad ya que por las características del proyecto y los niveles de cimentación los cuales son superficiales no se esperan que se presenten inconvenientes de estabilidad.

Análisis de estabilidad de las excavaciones para la cimentación.

De acuerdo a la NSR-10 en su título H, la evaluación de estabilidad de cualquier corte se debe realizar en escenarios estáticos y pseudo-estáticos, es decir con la presencia de sismo y sin él, así mismo dar a conocer el factor admisible que permite fijar un límite de estabilidad al análisis determinístico que sea realizado; de acuerdo a los ensayos realizados en campo y ensayos en laboratorio se determinó que en el principal en el municipio de Santa Rosa del sur- Bolívar, no se necesita realizar excavaciones profundas para efectos de la cimentación de las estructuras proyectadas.

10. CONCLUSIONES

De acuerdo a las características Geomecánicas de los suelos encontrados, el perfil estratigráfico y las diferentes cargas provenientes de las estructuras que se puedan proyectar; para el caso del proyecto, se recomienda diseñar zapatas aisladas cuadradas; para el sondeo N° 1 Sector para Columnas norte de la cubierta. Esquina Noroccidental de la cancha con Carrera 13. Medido desde el nivel superficial del terreno existente con capacidad de soporte promedio del sector del bulbo de presiones de 4.29kg/cm²; para el sondeo N° 2 Sector para Columnas norte de la cubierta. Esquina Nororiental de la cancha con Carrera 13. Medido desde el nivel superficial del terreno existente con capacidad de soporte promedio del sector del bulbo de presiones de 4.48kg/cm²; para el sondeo N° 3 Sector para Tarima y Gradería Oriental. Detrás de la portería Oriental. Medido desde el nivel superficial del terreno existente con capacidad de soporte promedio del sector del bulbo de presiones de 3.99kg/cm²; para el sondeo N° 4 Sector para Gradería Sur. Junto a la gradería sur existente. Medido a menos 0.5 metros desde el nivel superficial del terreno existente con capacidad de soporte promedio del sector del bulbo de presiones de 4.47kg/cm² y para el sondeo N° 5 Sector para Gradería Occidental y Juegos Biosaludables. Detrás de la portería Occidental. Medido desde el nivel superficial del terreno existente con capacidad de soporte promedio del sector del bulbo de presiones de 4.04kg/cm².

Se midió niveles freáticos y humedades desde la superficie del terreno durante la investigación de campo, perforaciones y no se encontró nivel freático durante la investigación. Las humedades naturales que se midieron en el área estudiada son del orden de 3,39% en promedio en el ara intervenida.

El calculista en la verificación de los diseños sísmicos debe tener en cuenta los siguientes parámetros, para zonas de amenaza sísmica alta: $A_a = 0.15$, $A_v = 0.15$, $A_e = 0.08$, $A_d = 0.04$. $F_a=1.2$ y $F_v=1.65$.

Se define el grupo de tipo de uso de Estructuras de ocupación especial como Grupo II Graderías al aire libre donde pueda haber más de 2000 personas a la vez con un coeficiente de importancia I, igual a 1.10 Tabla A.2.5-1.

11. BIBLIOGRAFIA

1. BOWLES, Joseph E. Foundation Analysis and Design. Fourth Edition. McGraw-Hill Book Company. Singapore, 1988.
2. CRESPO V, Carlos. Mecánica de suelos y Cimentaciones. Editorial Limusa. México, 1998.
3. TERZAGHI, Karl; PECK Ralph B. Mecánica de suelos en la Ingeniería práctica. Segunda edición. Cuarta reimpresión. Editorial El Ateneo S.A.España, 1980.
4. PECK, Ralph, HANSON, Walter E. THORNBURN, Thomas H.Ingeniería de cimentaciones. Talleres de imprenta técnica de Azafrán. México, Enero de 1982.
5. INGEOMINAS. Mapa Geológico de la Amazonia Colombiana Plancha N° 5. 1979.
6. SUAREZ D, Jaime. Cimientos, Universidad Industrial de Santander. Segunda Edición. Abril de 1992.
7. Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo-Resistente NSR-10.
8. DELGADO VARGAS, Manuel. Ingeniería de Fundaciones. Primera Edición. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. 1996.

ANEXO 1.
ENSAYOS DE LABORATORIO

