

INFORME DE ESTUDIO GEOTECNICO PARA VARIANTE LAS OLAS, NORTE DE BUCARAMANGA

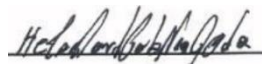
ESTUDIO GEOTECNICO SOBRE EL TRAZADO DE LA VARIANTE LAS OLAS, PARTE DEL PROYECTO DE CONDUCCIÓN ENTRE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE RAFAEL ARDILA DUARTE- VEREDA LOS ANGELINOS Y EL TANQUE FERROVÍAS.

UBICACIÓN:
BARRIO LAS OLAS, BUCARAMANGA
SANTANDER.

ELABORADO POR:
SUELOS Y GEOTECNIA S.A.S
NIT: 900922834-7

PRESENTADO A:
5T S.A.S BIC
NIT: 900.409.971-9

MAYO DE 2023

CONTROL DE CAMBIOS				
	Nombre	Cargo	Fecha	Firma
1	Julián André Galvis F	Gerente Técnico	Mayo 2023	
2	Héctor David Caballero Ojeda	Auxiliar de Ingeniería	Mayo 2023	
Versión			V 1.0	



www.suelosygeotecnia.com



Suelos y Geotecnia SAS



[suelosygeotecnia](https://www.instagram.com/suelosygeotecnia)



jgalvis@suelosygeotecnia.com.co
licitaciones@suelosygeotecnia.com.co
ingenieria@suelosygeotecnia.com.co



Calle 31 N° 27-56 - Cañaveral Alto
Floridablanca, Santander - Colombia
 (57) 318 254 2966

1 CONTENIDO

1	CONTENIDO	2
1	INTRODUCCIÓN	6
2	OBJETIVOS	7
2.1	OBJETIVO GENERAL	7
2.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	7
3	ALCANCE.....	7
4	DESCRIPCION Y GENERALIDADES DEL PROYECTO	8
4.1	LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	8
4.2	DESCRIPCION ACTUAL DE LA ZONA DE ESTUDIO	10
4.3	GENERALIDADES	11
4.3.1	Normativa	11
4.4	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS DEL SITIO DE ESTUDIO.....	11
5	MARCO GEOLOGICO.....	13
5.1.1	Generalidades	13
5.1.2	Geología regional.....	14
5.1.2.1	Unidades litológicas.....	14
5.1.3	Geología Local	16
5.1.4	Geología Estructural	17
5.2	INFORMACION CLIMATICA DE LA ZONA DE ESTUDIO	18
6	EXPLORACION GEOTECNICA	19
6.1	METODOLOGÍA DE EXPLORACIÓN:.....	20
6.2	REGISTRO CAMPO.....	20
7	RESUMEN DE ENSAYOS Y RESULTADOS DE LABORATORIO	33
7.1	PERFIL ESTRATIGRAFICO	34
7.2	PERFIL GEOTECNICO	36
7.2.1	Velocidad de corte (vs)	36
7.2.2	Modulo de elasticidad	45
7.2.3	Angulo de fricción	53
7.2.4	Cohesión	60
7.3	EFFECTOS LOCALES	70
8	ANALISIS GEOTECNICO.....	71



8.1	TIPO DE ESTRUCTURA Y CARGAS ESTIMADAS	71
8.2	CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE.....	72
8.2.1	Cálculo de la capacidad portante para las estructuras	73
8.3	CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS.....	76
8.3.1	Cálculo de asentamientos inmediatos de la cimentación, tomando como referencia las cargas máximas calculadas anteriormente.....	76
8.4	DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE BALSTO	78
8.4.1	Coeficiente de Balasto vertical.....	79
8.4.2	Coeficiente de Balasto horizontal.....	82
9	RIESGO GEOTECNICO.....	88
9.1	ESTABILIDAD DE TALUDES	88
9.1.1	Tramo 5	94
9.2	DESLIZAMIENTOS	97
9.3	PROTECCIÓN FRENTE A EROSIÓN DEL TERRENO A CAUSA DE LAS EXCAVACIONES.....	99
9.4	SUSCEPTIBILIDAD FRENTE AL EVENTO DE LICUEFACCION.....	101
9.5	POSIBILIDAD DE SUELOS EXPANSIVOS	103
9.5.1	Clasificación del potencial de expansión por medio de los límites de Atterberg.....	104
10	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	105
11	BIBLIOGRAFIA	107
12	ANEXOS	107

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1.	coordenadas de sondeos.	11
Tabla 2.	Normativa para la ejecución de los ensayos Geotécnicos.	11
Tabla 3.	Registro de sondeo 1	20
Tabla 4.	Registro de sondeo 2	22
Tabla 5.	Registro de sondeo 3	24
Tabla 6.	Registro de sondeo 4	26
Tabla 7.	Registro de sondeo 5	28
Tabla 8.	Registro de sondeo 6	30
Tabla 9.	Registro de sondeo 7	31
Tabla 10.	Resumen ensayos de caracterización del suelo.	33
Tabla 11.	Correlaciones para determinar la magnitud de la velocidad de onda Vs.....	36



Tabla 12. Clasificación de los perfiles geotécnicos del suelo tomando la NSR-10.	44
Tabla 13. Valores de Fa correspondientes al Municipio de Bucaramanga, para la zona de periodos cortos del espectro.	44
Tabla 14. Valores de Fv correspondientes al Municipio de Bucaramanga, para la zona de periodos intermedios del espectro.	44
Tabla 15. Correlaciones para determinar Es y ϕ	45
Tabla 16. Consistencia de arcillas y correlación aproximada para el número de penetración estándar, N_{60}	60
Tabla 17. Resultados de ensayos de campo SPT, Sondeo 1.	62
Tabla 18. Resultados de ensayos de campo SPT, Sondeo 2.	63
Tabla 19. Resultados de ensayos de campo SPT, Sondeo 3.	64
Tabla 20. Resultados de ensayos de campo SPT, Sondeo 4.	65
Tabla 21. Resultados de ensayos de campo SPT, Sondeo 5.	66
Tabla 22. Resultados de ensayos de campo SPT, Sondeo 6.	67
Tabla 23. Resultados de ensayos de campo SPT, Sondeo 7.	68
Tabla 24. Valor de la cohesión vs profundidad por medio de la Ecuación 1.	69
Tabla 25. Valores de Aa y Av correspondientes al Municipio de Bucaramanga, Santander.	70
Tabla 26. Valores de Fa correspondientes al Municipio de Bucaramanga, para la zona de periodos cortos del espectro.	71
Tabla 27. Valores de Fv correspondientes al Municipio de Bucaramanga, para la zona de periodos intermedios del espectro.	71
Tabla 28. división de tramos de la variante para cálculo de capacidad portante.	72
Tabla 29. Capacidades portantes; última, admisible y carga máxima admisible, tramo 1.	73
Tabla 30. Capacidades portantes; última, admisible y carga máxima admisible, tramo 2.	73
Tabla 31. Capacidades portantes; última, admisible y carga máxima admisible, tramo 3.	74
Tabla 32. Capacidades portantes; última, admisible y carga máxima admisible, tramo 4.	74
Tabla 33. Capacidades portantes; última, admisible y carga máxima admisible, tramo 5.	75
Tabla 34. Asentamientos inmediatos en la cimentación, tramo 1.	76
Tabla 35. Asentamientos inmediatos en la cimentación, tramo 2.	77
Tabla 36. Asentamientos inmediatos en la cimentación, tramo 3.	77
Tabla 37. Asentamientos inmediatos en la cimentación, tramo 4.	77
Tabla 38. Asentamientos inmediatos en la cimentación, tramo 5.	78
Tabla 39. Valores comunes de la reacción de la subrasante.	80
Tabla 40. Kv para cimentaciones de 1,00 m x 1,00 m.	80
Tabla 41. Kv para cimentaciones de 1,50 m x 1,50 m.	81
Tabla 42. Kv para cimentaciones de 2,00 m x 2,00 m.	81
Tabla 43. Kv para cimentaciones de 2,50 m x 2,50 m.	82
Tabla 44. Kh según la profundidad del tramo 1.	83
Tabla 45. Kh según la profundidad del tramo 2.	84
Tabla 46. Kh según la profundidad del tramo 3.	85
Tabla 47. Kh según la profundidad del tramo 4.	86
Tabla 48. Kh según la profundidad del tramo 5.	87



Tabla 49. Relación sondeos con abscisado.	89
Tabla 50. Valores de Aa y Av correspondientes al municipio de Bucaramanga.	93
Tabla 51. Factores de seguridad básicos mínimos directos.	93
Tabla 52. Metodos usados para el analisis de estabilidad en condición estática.	95
Tabla 53. Metodos usados para el analisis de estabilidad en condición dinámica.	96
Tabla 54. Métodos para el control de la erosión en taludes, manual de estabilidad de taludes, INVIAS.	100
Tabla 55. Clasificación de suelos susceptibles a licuefacción.	103
Tabla 56. Clasificación de suelos expansivos.	104
Tabla 57. Evaluación del potencial de expansión de los suelos.	104

LISTADO DE IMÁGENES

Imagen 1. Ubicación De la exploración geotécnica, norte de Bucaramanga, Departamento de Santander.	8
Imagen 2. Detalle de la ubicación del estudio, Norte de Bucaramanga, Departamento de Santander.	9
imagen 3. Localización geológica donde se presenta el proyecto.	13
Imagen 4. Mapa Geológico de Colombia 2019. Plancha 109 Bucaramanga, Santander..	14
Imagen 5. Mapa de unidades cronoestratigráficas en la zona de estudio, Bucaramanga, Santander.	17
Imagen 6. Análisis climático de la zona de estudio.	18
Imagen 7. Vista en planta del perfil estratigráfico planteado	34
Imagen 8. Ubicación de los sondeos respecto a la red de conducción.	88
Imagen 9. Vista en perfil tramo 1.	89
Imagen 10. Vista en perfil tramo 2.	90
Imagen 11. Vista en perfil tramo 3.	90
Imagen 12. Vista en perfil tramo 4.	91
Imagen 13. Vista en perfil tramo 5.	92
Imagen 14. Modelación de talud del tramo 5, análisis estático.	94
Imagen 15. Modelación de talud del tramo 5, análisis dinámico.	96
Imagen 16. Mapa de amenaza sísmica por movimiento de remoción de masa.	98

LISTADO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Perfil estratigráfico del suelo presente en los Sondeos 1 a 7.	35
Ilustración 2. Zonas de Amenaza Sísmica aplicable a función de Aa y edificaciones para la NSR-10 en Av.	70
Ilustración 3. Gráfico del Kh según la profundidad del tramo 1.	83
Ilustración 4. Gráfico del Kh según la profundidad del tramo 2.	84
Ilustración 5. Gráfico del Kh según la profundidad del tramo 3.	85
Ilustración 6. Gráfico del Kh según la profundidad del tramo 4.	86



1 INTRODUCCIÓN

5T SAS BIC ha solicitado el servicio de la empresa Suelos y Geotecnia S.A.S para la ejecución de un estudio geotécnico que incluye exploración y ensayos de campo, toma de muestras y ensayos de laboratorio, con el fin de conocer las condiciones geotécnicas y propiedades mecánicas del suelo. Dicho estudio se ubica ente el barrio Las Olas y el barrio Villa María, en el norte de Bucaramanga, departamento de Santander.

Se requirió de una adecuada exploración geotécnica para garantizar la correcta caracterización del suelo, en este documento, se presenta la descripción del lugar y localización del estudio, la metodología de la exploración y un anexo de los resultados de los ensayos aplicados para la caracterización y conocimiento de las propiedades del suelo.

El proceso partió desde la identificación de la zona a intervenir, se realizó el registro de campo con la ubicación de la exploración. Las muestras de suelo recuperadas tras la exploración se enviaron a las instalaciones del laboratorio debidamente empacadas en condiciones donde las propiedades no sean alteradas para la ejecución de los ensayos correspondientes. Algunos de estos ensayos son con el propósito de clasificar el material, se realizaron los ensayos in situ de SPT (Ensayo de Penetración Estándar), y ensayos en el laboratorio; granulometría, humedad, límites de Atterberg y compresión confinada.

En todo el proceso se tuvo en cuenta la normativa del INVIAS 111-13 que rige la ejecución de los ensayos y exploraciones de campo y el título G de la RAS 2000 enfocado en definir los requisitos mínimos de los aspectos geotécnicos de un proyecto. Finalmente, toda la información del estudio es digitalizada para la elaboración del informe que será entregado al respectivo cliente que solicita los servicios de la empresa.



2 OBJETIVOS

El presente informe consta de un objetivo general, que a su vez engloba una serie de objetivos específicos.

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar la ejecución de un estudio geotécnico para la variante del barrio las Olas del proyecto de red conducción entre la planta de tratamiento de agua potable Rafael Ardila Duarte, en la vereda Los Angelinos y el tanque ferrovías, en el norte de Bucaramanga.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Conocer la estratigrafía presente en el área de estudio por medio de la exploración de campo y los resultados de laboratorio obtenidos de las muestras recuperadas.
- Determinar las propiedades mecánicas de los materiales recuperados mediante la ejecución de ensayos de campo como el ensayo normal de penetración SPT y ensayos de mecánica de suelos.
- Presentar resultados de los ensayos de granulometría, límites de Atterberg, humedad y compresión inconfiada, con el fin de determinar parámetros de capacidad portante ante las estructuras proyectadas para la red de conducción.
- Realizar la evaluación del suelo frente a eventos como; licuefacción, suelos expansibles, magnitud de asentamientos inmediatos y protección del terreno frente a la erosión producto de las excavaciones para poder así realizar recomendaciones pertinentes frente a estos eventos.
- Analizar la estabilidad de los taludes presentes por medio de modelación incluyendo los parámetros determinados en la exploración.
- Determinar coeficiente de balasto horizontal y vertical, requerido para la verificación estructural de diversos elementos de cimentación. generando conclusiones y recomendaciones de carácter geotécnico.

3 ALCANCE

El proyecto consistió en la ejecución de una exploración del subsuelo por el método de penetración estándar (SPT), con 7 sondeos ubicados a lo largo de la variante Las Olas, de la red de conducción propuesta, donde se registraron capas de suelo residual hasta los 3,80 metros, posterior a esto se determinó por la rigidez del suelo, que los estratos

inferiores corresponden a un depósito coluvial con capacidades portantes muy favorables para la cimentación de estructuras. se realizó una toma de muestras de carácter alterado de los cuales se ejecutaron las cantidades de ensayos de laboratorio presentadas en el siguiente listado:

- (16) muestras para el ensayo de granulometría por tamizado, Límites de Atterberg y contenido de humedad.
- (2) muestras para ensayo de compresión inconfiada en suelos.

La exploración, toma de muestras y ejecución de los ensayos de laboratorio mencionados en el listado anterior permitió caracterizar los estratos del suelo a las profundidades exploradas. Se aplicaron diversas correlaciones para complementar los parámetros geotécnicos requeridos en el cálculo de la capacidad portante y asentamientos de las estructuras proyectadas para la red de conducción.

Con el resumen de laboratorio se presentó un perfil estratigráfico que representa el subsuelo abarcado en la exploración a lo largo de la variante de Las Olas.

Se analizaron diversos perfiles referentes a la red de conducción y se modeló aquel con la condición más crítica gracias al software geotécnico SLIDE donde se determinaron factores de seguridad para condiciones estáticas y dinámicas (sismos acordes a las aceleraciones locales).

Así mismo se realizó el cálculo de los coeficientes de balasto horizontal y vertical para las estructuras proyectadas según el tramo especificado.

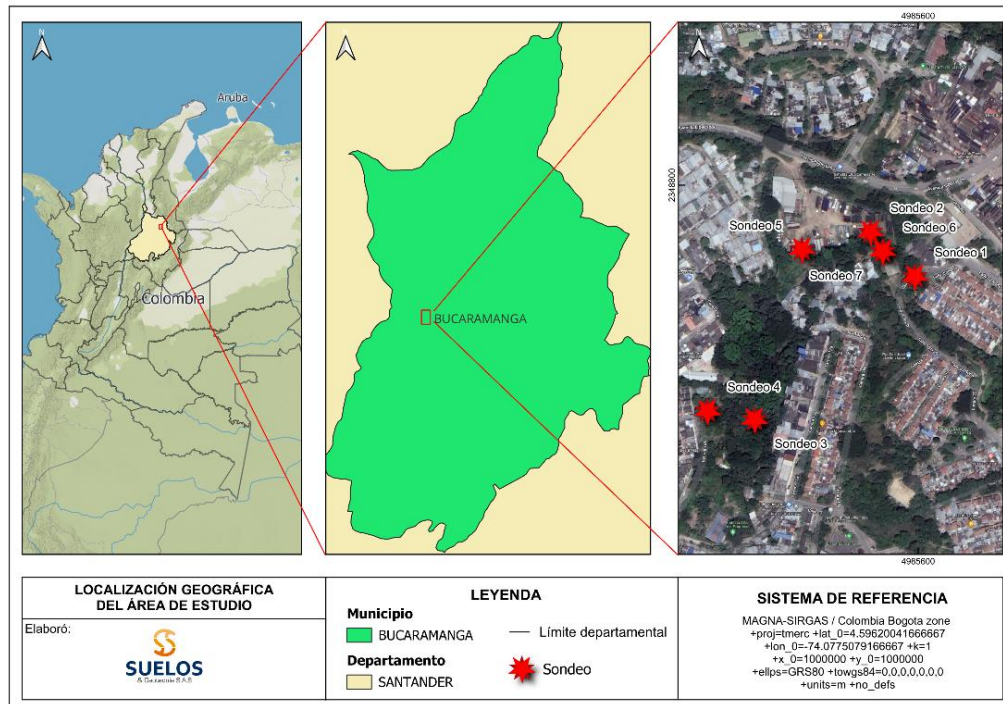
Se evaluó diversidad de eventos como la posibilidad de expansión, licuefacción, y susceptibilidad a la erosión causada por las excavaciones requeridas para implementar las estructuras proyectadas a lo largo del tramo.

4 DESCRIPCION Y GENERALIDADES DEL PROYECTO

4.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El área de estudio se encuentra ubicada en el norte de Bucaramanga entre la carrera 18 con calle 21 norte y la zona ubicada entre la carrera 16ª con calle 18 norte y la carrera 17ª con calle 17 norte, abarcando los barrios de Las Olas Altas y Villa María, en el norte de Bucaramanga Santander.

Imagen 1. Ubicación De la exploración geotécnica, norte de Bucaramanga, Departamento de Santander.



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 2. Detalle de la ubicación del estudio, Norte de Bucaramanga, Departamento de Santander.



www.suelosygeotecnia.com

Suelos y Geotecnia SAS

[suelosygeotecnia](https://www.instagram.com/suelosygeotecnia)



jgalvis@suelosygeotecnia.com.co
licitaciones@suelosygeotecnia.com.co
ingenieria@suelosygeotecnia.com.co



Calle 31 N° 27-56 - Cañaveral Alto
 Floridablanca, Santander - Colombia
 (57) 318 254 2966

Fuente: Elaboración propia

El área metropolitana de Bucaramanga cuenta con una extensión total de 1.479 km², según el censo general del DANE 2018 hay una población total de 581.130 Habitantes en la capital del municipio.

4.2 DESCRIPCION ACTUAL DE LA ZONA DE ESTUDIO

El proyecto se encuentra en el barrio Las Olas, en el norte de Bucaramanga, Santander, este barrio se establece en la comuna 1 Norte de Bucaramanga, como barrio transitorio de la avenida libertador hacia el norte, se presenta una pendiente negativa a lo largo de la zona.

Fotografía 1. Ubicación del sitio de estudio, sondeo 1.



Fuente: Elaboración propia.

El área del proyecto se ve distribuida en 2 zonas dentro del barrio, donde los sondeos 3 y 4 se ubican entre la carrera 16^a con calle 18 norte y la carrera 17^a con calle 17 norte, y los sondeos 1, 2, 5, 6 y 7 están agrupados en un área aledaña a la calle 8 # 20-41; la siguiente tabla presenta las coordenadas de la exploración en el sistema magna sirgas región central.



www.suelosygeotecnia.com



Suelos y Geotecnia SAS



[suelosygeotecnia](https://www.instagram.com/suelosygeotecnia)



jgalvis@suelosygeotecnia.com.co
licitaciones@suelosygeotecnia.com.co
ingenieria@suelosygeotecnia.com.co



Calle 31 N° 27-56 - Cañaveral Alto
Floridablanca, Santander - Colombia



(57) 318 254 2966

Tabla 1.coordenadas de sondeos.

sondeo	Este	Norte
1	1104609	1283158
2	1104561	1283206
3	1104436	1283003
4	1104385	1283012
5	1104487	1283187
6	1104575	1283185
7	1104574	1283185

Fuente: Elaboración Propia.

4.3 GENERALIDADES

A continuación, se realiza una descripción de las generalidades del proyecto a desarrollar y de los aspectos geotécnicos de la zona, estos se desarrollan de acuerdo con la información aportada por el cliente y la visita realizada al lugar del proyecto e información disponible en las referencias bibliográficas consultadas.

4.3.1 Normativa

Los ensayos de laboratorio fueron ejecutados según lo estipulado dentro de la última versión de la norma colombiana vigente, INVIAS.

Tabla 2.Normativa para la ejecución de los ensayos Geotécnicos.

Estudio / Ensayo	Norma
Ensayo de Penetración Estándar (SPT)	INV E-111-13
Análisis granulométrico de los agregados gruesos y finos	INV E-113-13
Determinación del contenido de humedad	INV E-122-13
Determinación del Límite líquido y plástico	INV E-125-13
Determinación del Índice de plasticidad	INV E-126-13
Compresión confinada en muestras de suelos	INV E-152-13

Fuente: Elaboración Propia.

4.4 CARACTERISTICAS GEOTECNICAS DEL SITIO DE ESTUDIO

El proyecto se encuentra ubicado sobre estratos de material fino, arcillas y limos junto con arenas con finos, no se reportó nivel freático hasta la profundidad del rechazo, alcanzada por el número de golpes del SPT.

Cabe mencionar que los sectores no desarrollados que abarcan el área del proyecto se encuentran adyacentes a drenajes secundarios que entregan aguas en el Río Suratá por lo que la exploración se presenta a lo largo de la pendiente, donde los sondeos 3 y 4 se establecen a una mayor altura que los sondeos 1, 2, 5, 6 y 7.

Fotografía 2.Ubicación del sitio de estudio sondeo 2, punto de exploración geotécnica.



www.suelosygeotecnia.com



Suelos y Geotecnia SAS



[suelosygeotecnia](https://www.instagram.com/suelosygeotecnia)



jgalvis@suelosygeotecnia.com.co
licitaciones@suelosygeotecnia.com.co
ingenieria@suelosygeotecnia.com.co



Calle 31 N° 27-56 - Cañaveral Alto
 Floridablanca, Santander - Colombia
 (57) 318 254 2966



Fuente: Elaboración propia.



www.suelosygeotecnia.com

Suelos y Geotecnia SAS

[suelosygeotecnia](https://www.instagram.com/suelosygeotecnia)



jgalvis@suelosygeotecnia.com.co
licitaciones@suelosygeotecnia.com.co
ingenieria@suelosygeotecnia.com.co



Calle 31 N° 27-56 - Cañaveral Alto
Floridablanca, Santander - Colombia



(57) 318 254 2966

5 MARCO GEOLOGICO

A continuación, se exponen algunas generalidades de la plancha 109 Rio Negro y se presenta información de la geología regional, local y estructural.

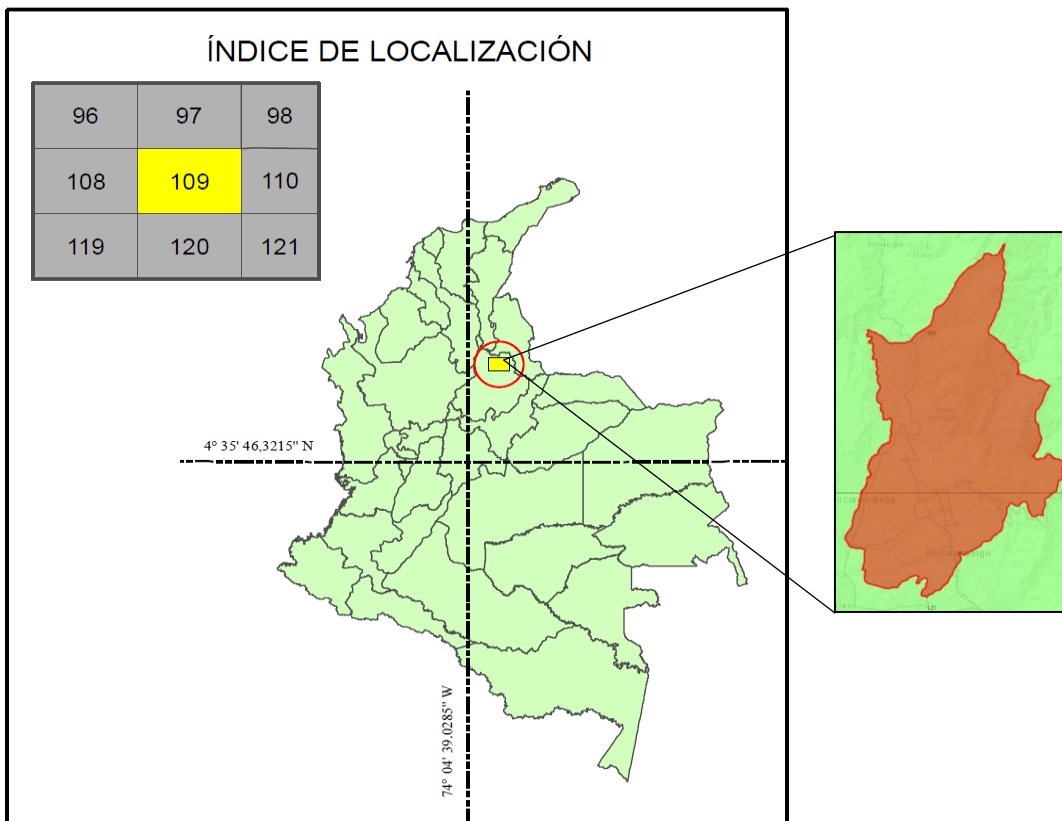
5.1.1 Generalidades

La plancha 109, está ubicada en el departamento de Santander, siendo este uno de los departamentos más montañosos del país y gran parte de su territorio corresponde a la Cordillera Oriental, donde el relieve es escarpado a moderado; sin embargo, en su extremo occidental posee una amplia zona baja y plana.

El Departamento de Santander está representado por dos grandes regiones naturales como son la Cordillera Oriental y el Valle Medio del Magdalena, cuyas características geomorfológicas muestran contrastes bien marcados (IGAC, 1992).

La zona de estudio abarca los municipios Aratoca, Zapatoca, Villanueva, Tona, Bucaramanga, Floridablanca, Piedecuesta, San Vicente De Chucurí, Girón, Galán, El Carmen, Santa Bárbara, Los Santos, Betulia y Lebrija.

imagen 3. Localización geológica donde se presenta el proyecto.



Fuente: Esri, HERE, Garmin, FAO, USGS, NGA | Servicio Geológico de Colombia.



www.suelosygeotecnia.com



Suelos y Geotecnia SAS



[suelosygeotecnia](https://www.instagram.com/suelosygeotecnia)

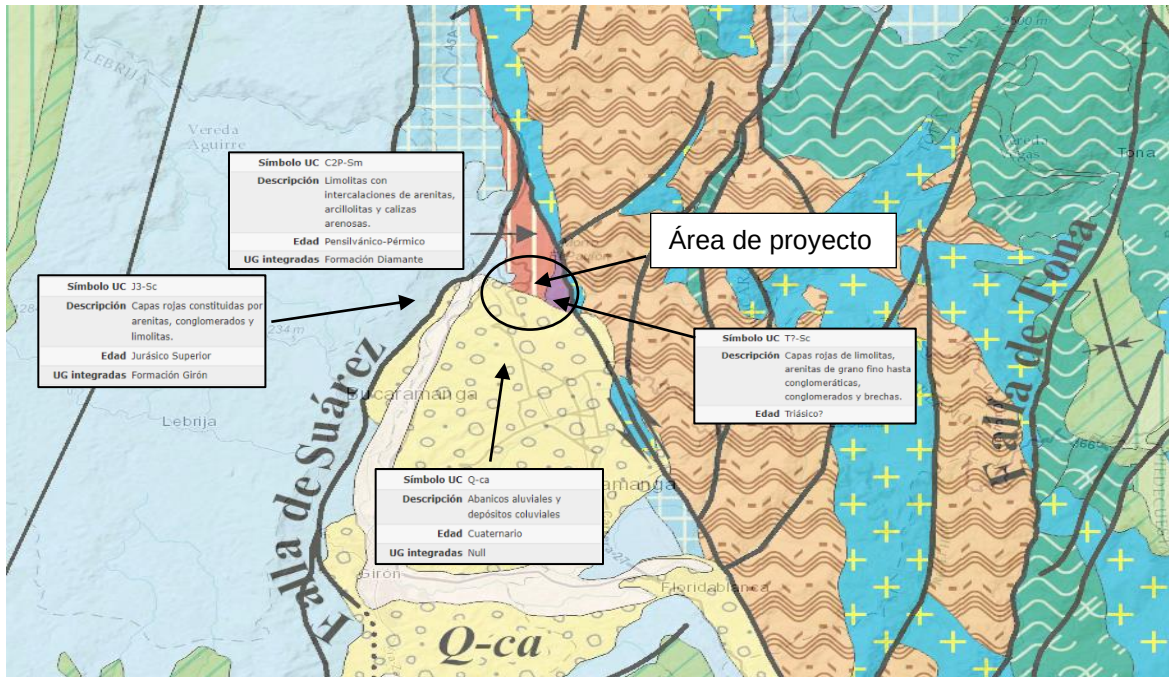


jgalvis@suelosygeotecnia.com.co
licitaciones@suelosygeotecnia.com.co
ingenieria@suelosygeotecnia.com.co



Calle 31 N° 27-56 - Cañaveral Alto
 Floridablanca, Santander - Colombia
 (57) 318 254 2966

Imagen 4. Mapa Geológico de Colombia 2019. Plancha 109 Bucaramanga, Santander.



Fuente: Gómez, J., Montes, N.E., Nivia, Á. & Diederix, H., compiladores. 2015. Mapa Geológico de Colombia 2015. Escala 1:100 000. Servicio Geológico Colombiano, 2 hojas. Bogotá. | Grupo Ingeolan C.A., IGAC, Esri, HERE, Garmin, USGS, NGA.

5.1.2 Geología regional

El área de estudio (Plancha 109 Bucaramanga) se encuentran formaciones PreCámbricas como: Neis de Bucaramanga, Paleozoicas como las formaciones Silgara, Ortogneis, Unidad metasedimentaria de La Floresta, unidades litológicas del Mesozoico como: Diorita y Tonalita, Stock Cuarzomonzonítico, Cuarzomonzonita de la Corcova, Cuarzomonzonita Biotítica, Batolito de Mogotes, Cuarzomonzonita de Santa Bárbara, Granito de Pescadero, Girón, Jordán; Formaciones cretáceas: Umir, La Luna, Simití, Tablazo, Paja, Rosablanca y Tambor; unidades litológicas del Terciario como: Colorado, Mugrosa, Esmeraldas, la Paz, Lisama; unidades litológicas cuaternarias tales como: Depósitos Aluviales, Terrazas, Coluviones, Derrubios y Depósitos de movimientos en Masa.

5.1.2.1 Unidades litológicas

La geología de la plancha 109, abarca una serie de unidades litológicas de edades que van desde el Pre-Cámbrico hasta el período Cuaternario. En el sector occidental y central predominan rocas sedimentarias con edades que varían desde el cretáceo al cuaternario, mientras que al oriente y nor-oriental predominan rocas ígneas y metamórficas.



www.suelosygeotecnia.com



Suelos y Geotecnia SAS



[suelosygeotecnia](https://www.instagram.com/suelosygeotecnia)



jgalvis@suelosygeotecnia.com.co
licitaciones@suelosygeotecnia.com.co
ingenieria@suelosygeotecnia.com.co



Calle 31 N° 27-56 - Cañaveral Alto
Floridablanca, Santander - Colombia



(57) 318 254 2966

- **Formación Tambor (Kita)**

Suprayace a la formación Girón, gran parte no está bien expuesta porque el cañón del río Lebrija es casi paralelo al rumbo de las capas al atravesarlas. Está constituida por arenisca cuarzosa de color claro con capas de limolita y arenisca parda rojiza. El espesor de la formación Tambor se estima en más de 500m, la formación está bien expuesta a lo largo de la carretera Cuestarrica. En esta sección hay arenisca conglomerática solamente cerca de la base y los guijos son de limolita.

- **Neis Bucaramanga PCab (migmatitas esquistos y neis) – Pcabm (ortoneis)**

Rocas metamórficas que consisten principalmente de paraneis pelítico, semi-pelítico y arenáceo; esquisto y cantidades subordinadas de neis calcáreo, mármol, neis hornblendico y anfibolita. Las zonas de migmatita que contienen paraneis mezclado con neis augen y neis granítico son abundantes en el Neis de Bucaramanga adyacente al Pluton de La Corcova, pero estas rocas están profundamente meteorizadas. Las capas granitoides en el neis lit-par-lit, son neis augen con biotita o neis cuarzomonzonítico con biotita, de grano fino a medio y de color gris claro.

- **Formación Girón (Jg)**

Constituido por areniscas rojas-violáceas de grano fino a medio con intercalaciones de conglomerados y limolitas del mismo color. Hacia la parte alta de la secuencia se observa un aumento en los guijos de cuarzo lechoso, dentro de los conglomerados. El espesor de esta secuencia se calcula en 2000 m en la parte oriental de la plancha. Esta formación se encuentra reposando sobre rocas ígneas o metamórficas de la Formación Silgará.

- **Formación Bocas (Trb)**

La formación Bocas fue designada primero como “Bocas Series” por Dickey (1941,p.1970) para incluir “ la serie menos fosilífera desde puente de tierra a Bocas” que cubre la “Suratá Series” a lo largo de la carretera al norte de Bucaramanga. Se pensó que estos estratos eran del Paleozoico.

Como solo una breve descripción de la Formación Bocas se había dado en la literatura, el ares tipo recibido un estudio cuidadoso. El área de afloramiento entre Puente de Tierra y Bocas muestra estructura aproximadamente sinclinal, con muchos pliegues menores y fallas que complican el panorama general, particularmente en la parte media de la formación.

El espesor aproximado de la formación Bocas, tal como posteriormente se describe, es de 590 m. El límite inferior con la formación Diamante se indica como normal, pero la condición fracturada de la caliza y de la arenisca de la base de la sección del Bocas indica posible fallamiento, que puede ser una continuación hacia el norte de la falla entre las formaciones Bocas y Floresta, unos 600 km al sur. Al norte de la sección tipo, el contacto



con el diamante puede ser normal, pero la sección parece estar invertida. El contacto del Bocas con la suprayacente Formación Jordán es transicional e incluye notorio cambio en el color desde estratos gris verdoso del Bocas a marrón rojizo del Jordán.

La limolita oscura, el sale y la arcillolita del Bocas no son muy resistentes a la meteorización y erosión; por consiguiente, la topografía resultante, esta bien disectada pero no ofrece gran relieve. Los suelos sonden color amarillento a marrón anaranjado y son característicos en algunas áreas.

- **Formación Jordán (Jj)**

Corresponde a un conjunto de limolita y arenisca rojiza de grano fino, dura, localmente con diques e intercalaciones rojizas un poco calcáreas en capas de rocas volcánicas ácidas, supra yace discordantemente a la Formación Bocas e infrayace al Girón.

- **Formación Silgará PDs**

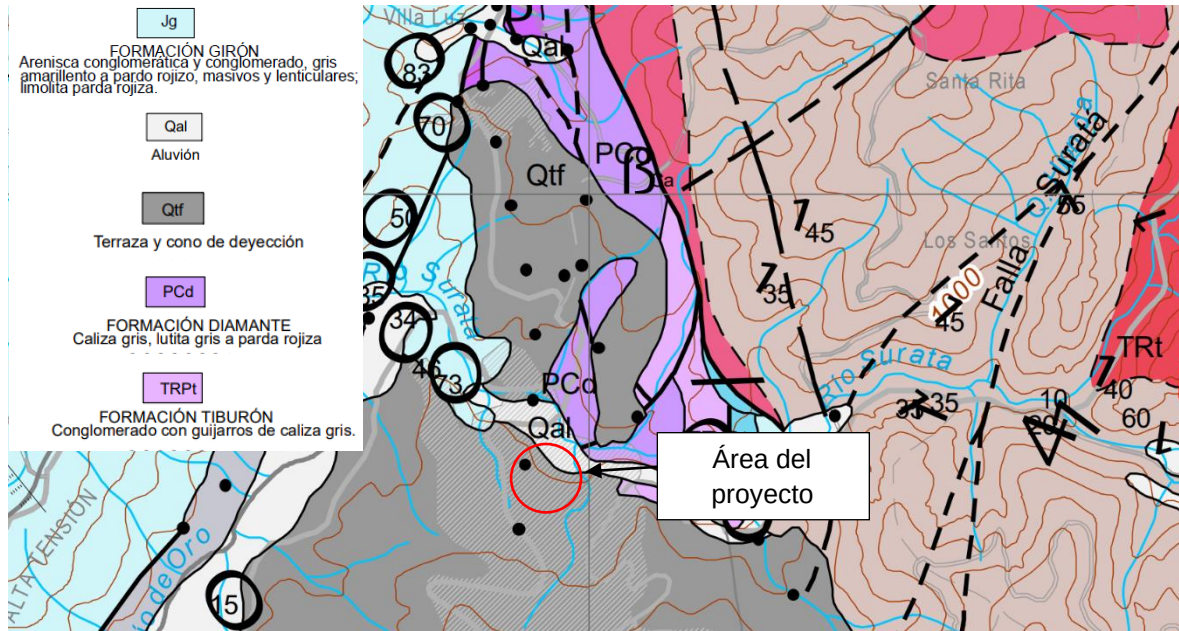
Es una secuencia de rocas clásticas metamorfoseadas, típicamente delgada y cíclicamente estratificadas, que consta de pizarra, filita, meta-limolita, meta-arenisca impura, meta-waca y meta-waca gujarrosa con menos cantidades de pizarra y filita calcárea.

5.1.3 Geología Local

La meseta estructural geoforma de cima plana limitada por escarpes abruptos a muy abruptos, de longitud muy corta y de formas convexas, originadas por procesos de erosión diferencial de rocas estratificadas horizontales o con inclinaciones menores a 5°. Puede asociarse a diversos ambientes morfogenéticos como a plataformas arrecifales subrecientes, a procesos coluviales estabilizados y al desarrollo de dolinas por disolución de rocas carbonatadas. En el área de estudio esta geoforma se encuentra en el norte de Bucaramanga, presentando variedad de escarpes debido a la convergencia de diversas unidades litológicas, en específico, se une la formación Girón al occidente con el Neis de Bucaramanga junto con distintos cuerpos de rocas ígneas. La ubicación del proyecto reposa sobre una terraza de aluviones característicos del norte de Bucaramanga pues el cauce del río Surata converge en el río de oro en este punto.



Imagen 5. Mapa de unidades cronoestratigráficas en la zona de estudio, Bucaramanga, Santander.



Fuente: Gómez, J., Montes, N.E., Nivia, Á. & Diederix, H., compiladores. 2015. Mapa Geológico de Colombia 2015. Escala 1:100 000. Servicio Geológico Colombiano, 2 hojas. Bogotá. | Grupo Ingeolan C.A., IGAC, Esri, HERE, Garmin, USGS, NG.

El área del proyecto se encuentra específicamente en la unión de diversas terrazas compuestas por aluviones provenientes del rio Surata y la formación Diamante la cual se compone de rocas sedimentarias, caliza gris, lutita de colores entre gris y pardo rojizo; esta falla se entremezcla con la formación tiburón, compuesta por un conglomerado con guijarros de caliza gris.

La terraza en cuestión se conecta con la formación girón, compuesta por arenisca conglomerática y conglomerado de colores entre gris, amarillento y pardo rojizo, se presentan masivos y lenticulares; limolita parda rojiza; ambas formaciones separadas por el rio de oro.

5.1.4 Geología Estructural

Los principales sistemas de fallas en el área de estudio incluyen estructuras con tendencias SE – NE, tales como el sistema de Fallas de Bucaramanga, Falla de Suarez y falla de Chucuri.

- **Falla de Bucaramanga**

Esta estructura pertenece al sistema de falla Santa Marta – Bucaramanga, cruza por el borde oriental del casco urbano de Bucaramanga, sirviendo de límite entre el Macizo de Santander y los depósitos Cuaternarios sobre los que está situada la ciudad. La falla en su mayor extensión pone en contacto rocas ígneo- metamórficas Precámbricas (Neis de Bucaramanga) y Paleozoicas, del Macizo de Santander, con rocas sedimentarias del Mesozoico-Cenozoico. Se ha calculado un levantamiento del orden de 2.000 m del bloque oriental de la falla con respecto al bloque occidental, y desplazamientos verticales de más de 20 m en depósitos de flujos de escombros en la zona de Bucaramanga. Cerca de Bucaramanga, el fallamiento de rumbo es transferido a fallas inversas del tipo "cola de caballo", tales como las fallas el Carmen, Suárez y Boyacá, entre otras. La falla de Bucaramanga se distingue perfectamente en imágenes de satélite, desde el cerro Jurisdicciones hasta su terminación en la Falla Soapaga. Los indicios neotectónicos de mayor contundencia, distribución y preservación se presentan entre Curos y el Cerro Jurisdicciones. Al suroeste de Curos no se detectan indicios de forma clara, debido a la disminución de la tasa de actividad de la falla en dicho sector.

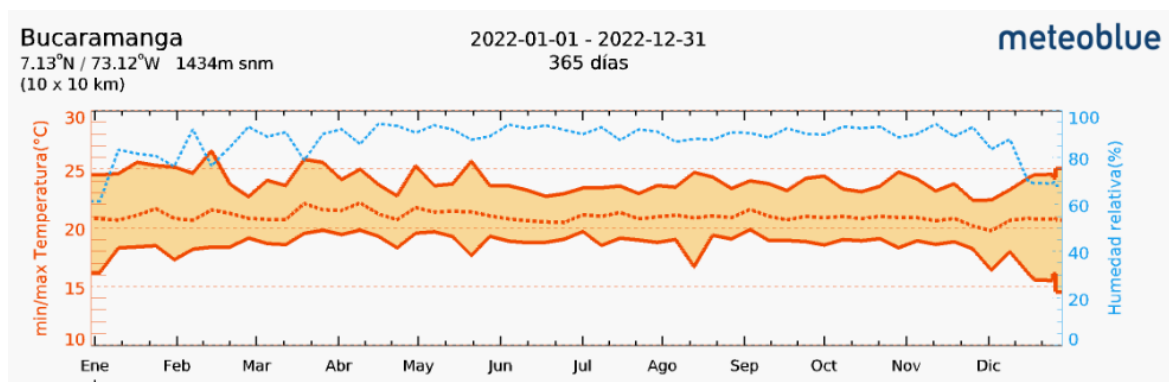
- **Falla Suarez**

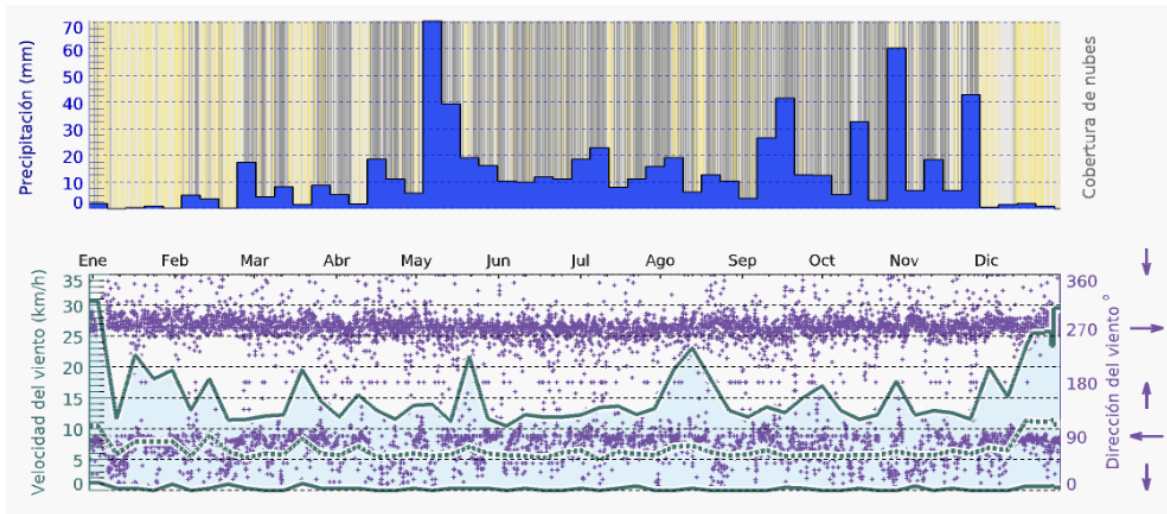
Presente desde cerca de la mitad del límite sur del cuadrángulo H12 con dirección hacia el norte hasta terminar en la Falla de Bucaramanga al norte de esta misma ciudad. Principalmente se encuentra al oeste del Río Sogamoso donde el río cambia su curso de norte a noreste, la falla cambia de dirección al noreste y atraviesa el río en ángulo recto.

5.2 INFORMACION CLIMATICA DE LA ZONA DE ESTUDIO

A continuación, se presenta un resumen de temperaturas y lluvias de la zona, tomando el comportamiento del año pasado, del 01-01-2022 a 31-12-2022 (todo el año 2022)

Imagen 6. Análisis climático de la zona de estudio.





Fuente: https://www.meteoblue.com/es/climate-change/bucaramanga_colombia_3688465

La temperatura promedio de la zona es de 21°C, la pluviosidad promedio de la zona es de 20 a 30 mm, acorde al dato de precipitación, se considera una zona de lluvias altas en diversas temporadas del año y velocidades de 16 km/h.

6 EXPLORACION GEOTECNICA

Se ejecutaron 7 sondeos de un máximo de 3,80 m de profundidad. Se realizó toma hasta de 4 de muestras para obtenidas a distintas profundidades, en las cuales se encontraron estratos de material mayormente fino y arenas con presencia de finos, estas muestras fueron recuperadas con la cuchara partida (SS) del ensayo in situ del SPT, donde se presentan muestras alteradas adecuadas para ensayos de clasificación, humedad, límites de Atterberg y compresión inconfiada, la siguiente imagen presenta una muestra en la cuchara partida (SS).

Fotografía 3. Material característico de la exploración.



Fuente: Elaboración propia.

No se reportó nivel freático a lo largo de toda la exploración.



www.suelosygeotecnia.com



Suelos y Geotecnia SAS



[suelosygeotecnia](https://www.instagram.com/suelosygeotecnia)



jgalvis@suelosygeotecnia.com.co
licitaciones@suelosygeotecnia.com.co
ingenieria@suelosygeotecnia.com.co



Calle 31 N° 27-56 - Cañaveral Alto
 Floridablanca, Santander - Colombia
 (57) 318 254 2966

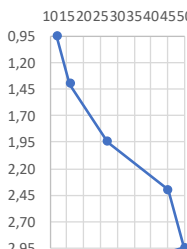
6.1 METODOLOGÍA DE EXPLORACIÓN:

Se realizaron siete (7) sondeos donde se exploró el suelo mediante el ensayo in situ de SPT (sondeo de penetración estándar) con recuperación de muestra a cada metro a partir de los 0,50 m, profundidad a la que se evidenciaba el cambio de estratigrafía de materia orgánica al suelo en cuestión. El personal de campo consistió en un supervisor de obra, un conductor dos ayudantes con herramienta manual y herramienta para ensayo de penetración estándar (SPT), del cual se obtiene la información de la resistencia a la penetración del material.

6.2 REGISTRO CAMPO

A continuación, se presenta el registro del sondeo realizado en el sitio estudiado.

Tabla 3.Registro de sondeo 1

		REGISTRO DE CAMPO				Versión			
		SONDEO A PERCUSIÓN INVE-111-13				RS-02-2023			
PROYECTO:		276- Geotecnia para variante las Olas, Norte de Bucaramanga.				Sondeo:	1		
Cliente:		5T S.A.S BIC.							
Fecha:		10/04/2023		Operador:	Avis Macias				
Equipo:		Equipo de perforacion SPT		Supervisor:	Sebastián Pinilla				
Tipo:		Percusión		Digitalizo:	Héctor Caballero				
Ensayo:		SPT		Revisó:	Angie J. Gómez				
Diámetro de perforación:		2"1/2		Tipo de martillo:	Tipo Dona				
Coordenadas		Este:	1104609		Norte:	1283158			
Nivel freático		No se encontró nivel freático.							
profundidad		Muestra N°	N de golpes de SPT		N	Estratigrafía	Litología	Tipo de muestra	% RE
Desde	Hasta								
0,00	0,50	N.A	101520253035404550		-		Capa vegetal con materia Organica.	-	-
0,50	0,95	1			12	SC	Material fino color naranja, humedad y plasticidad: baja.	S.S	100%
0,95	1,40	N.A			16	SC			
1,40	1,50	N.A			0	CL	Avance a 1,50 metros.	-	-
1,50	1,95	2			27	CL	Material fino color naranja, humedad y plasticidad: baja.	S.S	100%
1,95	2,40	N.A	45	CL					
2,40	2,50	N.A			-		Avance a 2,50 metros.	-	-
2,50	2,95	3			50		No se recuperó muestra.	S.S	0%
Observaciones:									
S.S:		Cuchara partida.			SH:	Muestra tubo pares delgado, Shelby.			
BL:		Muestra tipo bolsa.			BNX:	Muestra barrenada.			

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 4. Ejecución sondeo 1.



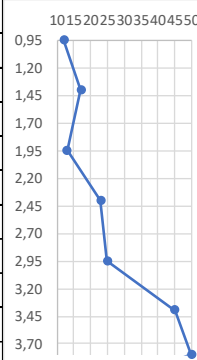
Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 5. Material característico sondeo 1 muestra 1 y 2.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.Registro de sondeo 2

	REGISTRO DE CAMPO						Versión	
	SONDEO A PERCUSIÓN INVE-111-13						RS-02-2023	
PROYECTO:	276- Geotecnia para variante las Olas, Norte de Bucaramanga.						Sondeo:	2
Cliente:	5T S.A.S BIC.							
Fecha:	10/04/2023			Operador:	Avis Macias			
Equipo:	Equipo de perforacion SPT			Supervisor:	Sebastián Pinilla			
Tipo:	Percusión			Digitalizo:	Héctor Caballero			
Ensayo:	SPT			Revisó:	Angie J. Gómez			
Diámetro de perforacion:	2"1/2			Tipo de martillo:	Tipo Dona			
Coordenadas	Este:	1104561			Norte:	1283206		
Nivel freático	No se encontró nivel freático.							
profundidad	Muestra N°	N de golpes de SPT	Ñ	Estratigrafia	Litologia	Tipo de muestra	% REC	
Desde Hasta								
0,00 0,50	N.A	101520253035404550	-		Capa vegetal con materia Organica.	-	-	
0,50 0,95	1		12	CL	Material fino color rojizo, humedad baja y plasticidad: baja.	S.S	100%	
0,95 1,40	N.A		17	CL	Avance a 1,50 metros.	-	-	
1,40 1,50	N.A		13	CL	Material granular color marrón, humedad baja y plasticidad: baja.	S.S	100%	
1,50 1,95	2		23	CL	Avance a 2,50 metros.	-	-	
1,95 2,40	N.A		25	CL	Material fin color marrón, humedad baja y plasticidad: alta.	S.S	100%	
2,40 2,50	N.A		45	CL	Avance a 3,50 metros.	-	-	
2,50 2,95	3		-		No se recuperó muestra.	S.S	0%	
2,95 3,40	N.A							
3,40 3,50	N.A							
3,50 3,80	4							
Observaciones:								
S.S:	Cuchara partida.			SH:	Muestra tubo pares delgado, Shelby.			
BL:	Muestra tipo bolsa.			BNX:	Muestra barrenada.			

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 6. Ejecución sondeo 2.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 7. Material característico sondeo 2 muestra 1 y 2.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 8. Material característico sondeo 2 muestra 3.



Fuente: Elaboración propia.



www.suelosygeotecnia.com

Suelos y Geotecnia SAS

[suelosygeotecnia](https://www.instagram.com/suelosygeotecnia)



jgalvis@suelosygeotecnia.com.co
licitaciones@suelosygeotecnia.com.co
ingenieria@suelosygeotecnia.com.co



Calle 31 N° 27-56 - Cañaveral Alto
Floridablanca, Santander - Colombia
(57) 318 254 2966

Tabla 5.Registro de sondeo 3

	REGISTRO DE CAMPO						Versión	
	SONDEO A PERCUSIÓN INVE-111-13						RS-02-2023	
PROYECTO:	276- Geotecnia para variante las Olas, Norte de Bucaramanga.						Sondeo:	3
Cliente:	5T S.A.S BIC.							
Fecha:	11/04/2023			Operador:	Avis Macias			
Equipo:	Equipo de perforacion SPT			Supervisor:	Sebastián Pinilla			
Tipo:	Percusión			Digitalizo:	Héctor Caballero			
Ensayo:	SPT			Revisó:	Angie J. Gómez			
Diámetro de perforacion:	2"1/2			Tipo de martillo:	Tipo Dona			
Coordenadas	Este:	1104436			Norte:	1283003		
Nivel freático	No se encontró nivel freático.							
profundidad	Muestra N°	N de golpes de SPT	Ñ	Estratigrafia	Litologia	Tipo de muestra	% REC	
Desde	Hasta							
0,00	0,50	N.A		-	Capa vegetal con materia Organica.	-	-	
0,50	0,95	1	0,95	4	No se recuperó muestra.	S.S	0%	
0,95	1,40	N.A	1,20	3				
1,40	1,50	N.A	1,45	-	Avance a 1,50 metros.	-	-	
1,50	1,95	2	1,70	14	Material granular color naranja, humedad baja y plasticidad: baja.	S.S	100%	
1,95	2,40	N.A	1,95	17				
2,40	2,50	N.A	2,20	-	Avance a 2,50 metros.	-	-	
2,50	2,95	3	2,45	15	Material granular color naranja, humedad baja y plasticidad: baja.	S.S	100%	
2,95	3,40	N.A	2,70	30				
3,40	3,50	N.A	2,95	-	Avance a 3,50 metros.	-	-	
3,50	3,80	4	3,20	50	No se recuperó muestra.	S.S	0%	
Observaciones:								
S.S:	Cuchara partida.			SH:	Muestra tubo pares delgado, Shelby.			
BL:	Muestra tipo bolsa.			BNX:	Muestra barrenada.			

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 9. Ejecución sondeo 3.



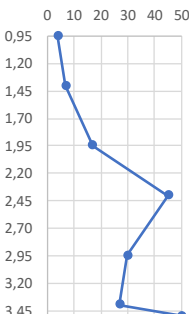
Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 10. Material característico sondeo 3 muestra 2 y 3.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6.Registro de sondeo 4

	REGISTRO DE CAMPO						Versión	
	SONDEO A PERCUSIÓN INVE-111-13						RS-02-2023	
PROYECTO:	276- Geotecnia para variante las Olas, Norte de Bucaramanga.						Sondeo:	4
Cliente:	5T S.A.S BIC.							
Fecha:	11/04/2023			Operador:	Avis Macias			
Equipo:	Equipo de perforacion SPT			Supervisor:	Sebastián Pinilla			
Tipo:	Percusión			Digitalizo:	Héctor Caballero			
Ensayo:	SPT			Revisó:	Angie J. Gómez			
Diámetro de perforacion:	2"1/2			Tipo de martillo:	Tipo Dona			
Coordenadas	Este:	1104385			Norte:	1283012		
Nivel freático	No se encontró nivel freático.							
profundidad	Muestra N°		N de golpes de SPT	Ñ	Estratigrafía	Litología	Tipo de muestra	% REC
Desde	Hasta							
0,00	0,50	N.A		-		Capa vegetal con materia Organica.	-	-
0,50	0,95	1		4	CL	Material fino color marrón, humedad baja y plasticidad: baja.	S.S	100%
0,95	1,40	N.A		7	CL			
1,40	1,50	N.A		-	CL	Avance a 1,50 metros.	-	-
1,50	1,95	2		17	CL	Material fino color marrón, humedad baja y plasticidad: baja.	S.S	100%
1,95	2,40	N.A		45	CL			
2,40	2,50	N.A		-	CL	Avance a 2,50 metros.	-	-
2,50	2,95	3		30	CL	Material fino color gris, humedad baja y plasticidad: baja.	S.S	50%
2,95	3,40	N.A		27	CL			
3,40	3,50	N.A		50		Avance a 3,50 metros.	-	-
Observaciones:								
S.S:	Cuchara partida.			SH:	Muestra tubo pares delgado, Shelby.			
BL:	Muestra tipo bolsa.			BNX:	Muestra barrenada.			

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 11. Ejecución sondeo 4.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 12. Material característico sondeo 4 muestra 1 y 2.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 13. Material característico sondeo 4 muestra 3.



Fuente: Elaboración propia.



www.suelosygeotecnia.com

Suelos y Geotecnia SAS

[suelosygeotecnia](https://www.instagram.com/suelosygeotecnia)

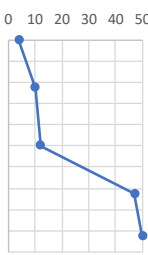


jgalvis@suelosygeotecnia.com.co
licitaciones@suelosygeotecnia.com.co
ingenieria@suelosygeotecnia.com.co



Calle 31 N° 27-56 - Cañaveral Alto
Floridablanca, Santander - Colombia
(57) 318 254 2966

Tabla 7.Registro de sondeo 5

		REGISTRO DE CAMPO				Versión						
		SONDEO A PERCUSIÓN INVE-111-13				RS-02-2023						
PROYECTO:		276- Geotecnia para variante las Olas, Norte de Bucaramanga.				Sondeo:	5					
Cliente:		5T S.A.S BIC.										
Fecha:		11/04/2023		Operador:	Avis Macias							
Equipo:		Equipo de perforacion SPT		Supervisor:	Sebastián Pinilla							
Tipo:		Percusión		Digitalizo:	Héctor Caballero							
Ensayo:		SPT		Revisó:	Angie J. Gómez							
Diámetro de perforacion:		2"1/2		Tipo de martillo:	Tipo Dona							
Coordenadas		Este:	1104487		Norte:	1283187						
Nivel freático		No se encontró nivel freático.										
profundidad		Muestra N° N de golpes de SPT 	Ñ Estratigrafía	Litología	Tipo de muestra	% REC						
Desde	Hasta											
0,00	0,50						N.A	-		Capa vegetal con materia Organica.	-	-
0,50	0,95						1	4	CL	Material granular color marrón, humedad baja y plasticidad: baja.	S.S	100%
0,95	1,40						N.A	10	CL			
1,40	1,50						N.A	-	CL	Avance a 1,50 metros.	-	-
1,50	1,95						2	12	SC	Material granular color marrón, humedad baja y plasticidad: baja.	S.S	100%
1,95	2,40						N.A	47	SC			
2,40	2,50						N.A	-	SC	Avance a 2,50 metros.	-	-
2,50	2,80	3	50		No se recuperó muestra.	S.S	0%					
Observaciones:												
S.S:		Cuchara partida.		SH:	Muestra tubo pares delgado, Shelby.							
BL:		Muestra tipo bolsa.		BNX:	Muestra barrenada.							

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 14. Ejecución sondeo 5.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 15. Material característico sondeo 5 muestra 1 y 2.



Fuente: Elaboración propia.



www.suelosygeotecnia.com

Suelos y Geotecnia SAS

[suelosygeotecnia](https://www.instagram.com/suelosygeotecnia)

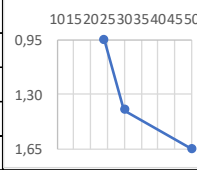


jgalvis@suelosygeotecnia.com.co
licitaciones@suelosygeotecnia.com.co
ingenieria@suelosygeotecnia.com.co



Calle 31 N° 27-56 - Cañaveral Alto
Floridablanca, Santander - Colombia
(57) 318 254 2966

Tabla 8.Registro de sondeo 6

	REGISTRO DE CAMPO						Versión	
	SONDEO A PERCUSIÓN INVE-111-13						RS-02-2023	
PROYECTO:	276- Geotecnia para variante las Olas, Norte de Bucaramanga.						Sondeo:	6
Cliente:	5T S.A.S BIC.							
Fecha:	11/04/2023			Operador:	Avis Macias			
Equipo:	Equipo de perforacion SPT			Supervisor:	Sebastián Pinilla			
Tipo:	Percusión			Digitalizo:	Héctor Caballero			
Ensayo:	SPT			Revisó:	Angie J. Gómez			
Diámetro de perforacion:	2"1/2			Tipo de martillo:	Tipo Dona			
Coordenadas	Este:	1104575			Norte:	1283185		
Nivel freático	No se encontró nivel freático.							
profundidad	Muestra N°		N de golpes de SPT	Ñ	Estratigrafía	Litología	Tipo de muestra	% REC
Desde	Hasta							
0,00	0,50	N.A	101520253035404550	-		Capa vegetal con materia Organica.	-	-
0,50	0,95	1		24	CL	Material fino color marrón, humedad y plasticidad: baja.	S.S	100%
0,95	1,40	N.A		30	CL			
1,40	1,50	N.A			-	CL	Avance a 1,50 metros.	-
1,50	1,95	2		50		No se recuperó muestra.	S.S	0%
Observaciones:								
S.S:	Cuchara partida.			SH:	Muestra tubo pares delgado, Shelby.			
BL:	Muestra tipo bolsa.			BNX:	Muestra barrenada.			

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 16. Ejecución sondeo 6.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 17. Material característico sondeo 6 muestra 1.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9.Registro de sondeo 7

SUELOS & Geotecnia S.A.S		REGISTRO DE CAMPO						Versión							
		SONDEO A PERCUSIÓN INVE-111-13						RS-02-2023							
PROYECTO:		276- Geotecnia para variante las Olas, Norte de Bucaramanga.						Sondeo:	7						
Cliente:		5T S.A.S BIC.													
Fecha:		11/04/2023		Operador:		Avis Macias									
Equipo:		Equipo de perforacion SPT		Supervisor:		Sebastián Pinilla									
Tipo:		Percusión		Digitalizo:		Héctor Caballero									
Ensayo:		SPT		Revisó:		Angie J. Gómez									
Diámetro de perforacion:		2"1/2		Tipo de martillo:		Tipo Dona									
Coordenadas		Este:		1104574		Norte:		1283185							
Nivel freático		No se encontró nivel freático.													
profundidad		Muestra N°		N de golpes de SPT		N		Estratigrafía		Litología		Tipo de muestra		% REC	
Desde		Hasta													
0,00		0,50		N.A		101520253035404550		-		Capa vegetal con materia Organica.		-		-	
0,50		0,95		1		0,95		12		SC		Material fino color marrón, humedad baja y plasticidad: baja.		S.S 100%	
0,95		1,40		N.A		1,10		20		SC					
1,40		1,50		N.A		1,25		-		SC		Avance a 1,50 metros.		-	
1,50		1,95		2		1,40		49		SC		Material granular color rojizo, humedad baja y plasticidad: baja.		S.S 70%	
1,95		2,40		N.A		1,55		46		SC					
2,40		2,50		N.A		1,70		-		SC		Avance a 2,50 metros.		-	
2,50		2,95		3		1,85		35		SC		Material granular color rojizo, humedad baja y plasticidad: baja.		S.S 100%	
2,95		3,40		N.A		2,00		50		SC					
3,40		3,50		N.A		2,15		50		SC		Avance a 3,50 metros.		-	
Observaciones:															
S.S:		Cuchara partida.				SH:		Muestra tubo pares delgado, Shelby.							
BL:		Muestra tipo bolsa.				BNX:		Muestra barrenada.							

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 18. Ejecución sondeo 7.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 19. Material característico sondeo 7 muestra 1 y 3.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 20. Material característico sondeo 7 muestra 3.



Fuente: Elaboración propia.



www.suelosygeotecnia.com

Suelos y Geotecnia SAS

suelosygeotecnia



jgalvis@suelosygeotecnia.com.co
licitaciones@suelosygeotecnia.com.co
ingenieria@suelosygeotecnia.com.co



Calle 31 N° 27-56 - Cañaveral Alto
Floridablanca, Santander - Colombia
(57) 318 254 2966

7 RESUMEN DE ENSAYOS Y RESULTADOS DE LABORATORIO

Una vez finalizada la exploración geotécnica, se toman muestras de material, las cuales son llevadas al laboratorio donde se ejecutan los ensayos que permiten la caracterización del suelo y sus propiedades. Los ensayos realizados a las muestras de suelo tomadas fueron: Clasificación Granulométrica, Humedad natural, límites de Atterberg y compresión inconfiada. Los resultados de estos ensayos realizados para cada muestra se presentan en el anexo de ensayos de laboratorio, a continuación, se muestran los siguientes resultados por sondeo realizado.

Tabla 10. Resumen ensayos de caracterización del suelo.

Nomenclatura	Prof. (m)		USCS	% Wn	% Gravitas	% Arenas	% Finos	LL (%)	LP (%)	IP (%)	q _u (Kg/cm ²)	s _u (Kg/cm ²)
	de	a										
Sondeo 1	0,5	0,95	SC	13	4,97	49,42	45,61	32	22	10	-	-
Sondeo 1	1,5	1,95	CL	6,6	12,71	35,22	51,07	30	22	8	-	-
Sondeo 2	0,5	0,95	CL	13,9	3,55	36,15	60,3	36	17	19	5,02	2,51
Sondeo 2	1,5	1,95	CL	13,8	3,63	41,13	55,24	36	14	22	-	-
Sondeo 2	2,5	2,95	CL	14,3	3,73	17,77	78,5	39	21	18	6,6	3,3
Sondeo 3	1,5	1,95	ML	17,2	8,44	35,68	55,88	34	26	8	-	-
Sondeo 3	2,5	2,95	ML	20,2	3,2	39,21	57,59	38	30	8	-	-
Sondeo 4	0,5	0,95	CL	15,8	8,06	36,82	55,12	35	21	14	-	-
Sondeo 4	1,5	1,95	CL	14,2	5,41	38,58	56,01	36	20	16	-	-
Sondeo 4	2,5	2,95	CL	10,3	6,56	35,88	57,56	33	11	22	-	-
Sondeo 5	0,5	0,95	CL	11,5	0,74	45,34	53,92	30	21	9	-	-
Sondeo 5	1,5	1,95	SC	11,9	2,92	58,08	39	28	19	9	-	-
Sondeo 6	0,5	0,95	CL	9,9	5,64	40,1	54,26	34	22	12	-	-
Sondeo 7	0,5	0,95	SC	11	17,19	34,34	48,47	35	18	17	-	-
Sondeo 7	1,5	1,95	SC	10,3	21,06	39,69	39,25	30	21	9	-	-
Sondeo 7	2,5	2,95	SC	11,5	21,4	37,35	41,25	33	18	15	-	-

Fuente: Elaboración Propia.

7.1 PERFIL ESTRATIGRAFICO

Gracias a la clasificación del suelo resultante de los ensayos de laboratorio, es posible generar un perfil estratigráfico. La siguiente imagen traza el perfil con vista en planta del área del proyecto.

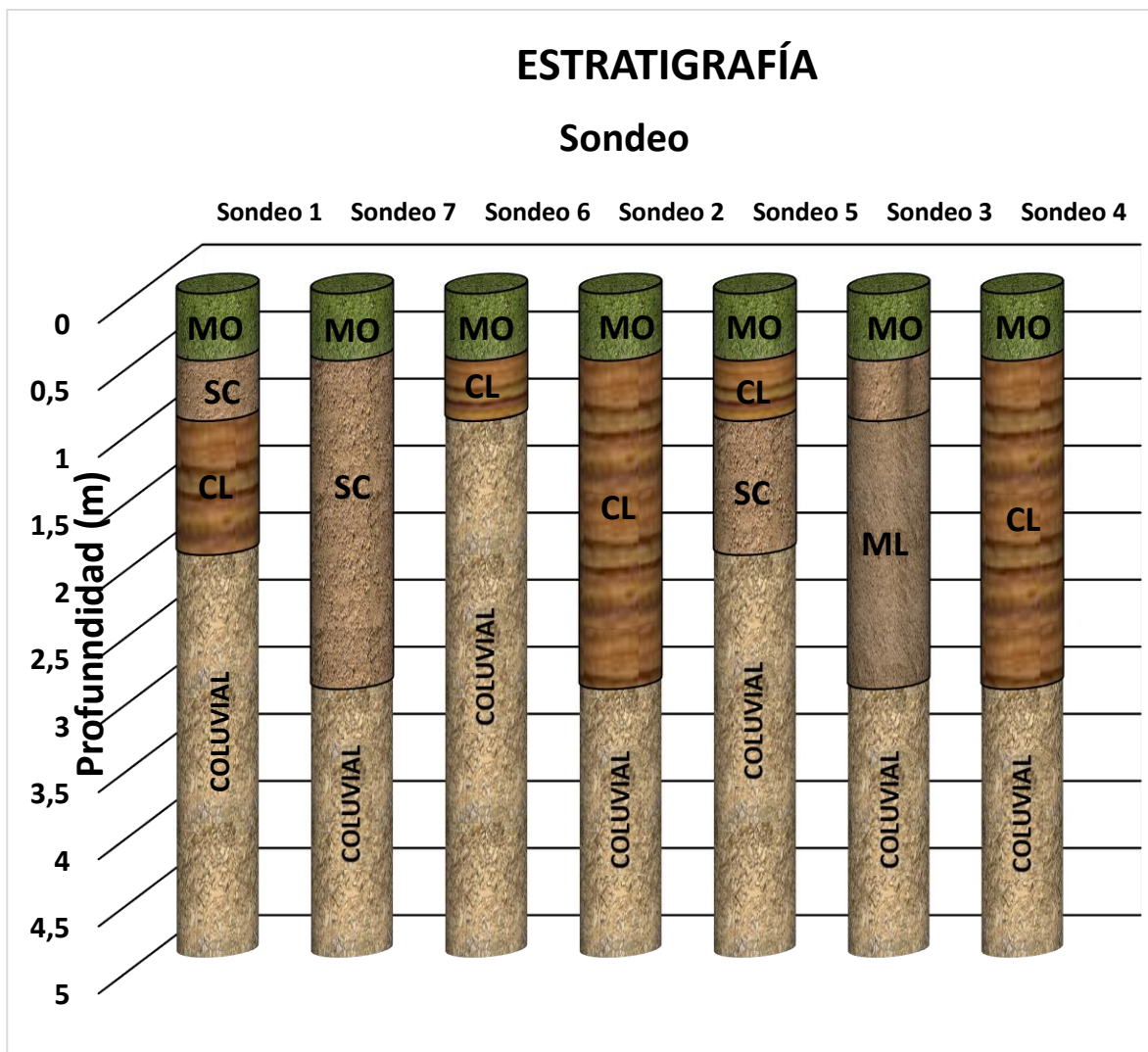
Imagen 7. Vista en planta del perfil estratigráfico planteado



Fuente: Elaboración Propia.

A continuación, se presenta la estratigrafía del sitio del proyecto.

ilustración 1. Perfil estratigráfico del suelo presente en los Sondeos 1 a 7.



Fuente: Elaboración Propia

En el área del proyecto predomina el material arcilloso, tanto por la presencia de arcillas de baja plasticidad como arenas con alto porcentaje de finos identificado como arcillas, el sondeo 3 se presenta como el único diferente pues reporta limos de baja plasticidad a lo largo de todo el sondeo.

Los estratos de material corresponden en su mayoría a arcillas de color marrón, con una consistencia entre rígida y muy rígida (N de campo de hasta 50 golpes), este material hace referencia a suelos residuales depositados con el paso del tiempo; solo se reportaron capas de limo de baja plasticidad en el sondeo 3, ubicado en el pie del talud de mayor inclinación a lo largo de la red de conducción de la variante Las Olas, por lo que se plantea que este depósito de limos corresponde a material lavado y sedimentado del talud por causa de eventos de lluvia.



www.suelosygeotecnia.com



Suelos y Geotecnia SAS



[suelosygeotecnia](https://www.instagram.com/suelosygeotecnia)



jgalvis@suelosygeotecnia.com.co
licitaciones@suelosygeotecnia.com.co
ingenieria@suelosygeotecnia.com.co



Calle 31 N° 27-56 - Cañaveral Alto
 Floridablanca, Santander - Colombia
 (57) 318 254 2966

En todos los sondeos se llegó al rechazo en estratos tempranos, pues se encontró la formación de terrazas coluviales característica de la zona, es por eso que en el diagrama de estratigrafía se exhibió esta formación con el nombre coluvial, con lo anterior se pretende contextualizar de la composición del suelo en el área del proyecto.

7.2 PERFIL GEOTECNICO

Como no se realizaron ensayos dinámicos en laboratorio y tampoco se emplearon métodos geofísicos en campo para la exploración, se determina por medio de correlaciones el valor de la velocidad de corte (Vs).

Tabla 11. Correlaciones para determinar la magnitud de la velocidad de onda Vs.

Parámetro	Correlaciones	Ecuación
Velocidad de Onda Cortante (Vs)	Lee 1992	$V_s = 103.99 * (N_{60} + 1)^{0.334}$
	Yokota et al 1991	$V_s = 121 * N_{60}^{0.27}$
	JRA 1980	$V_s = 126.395 * N_{60}^{0.223}$

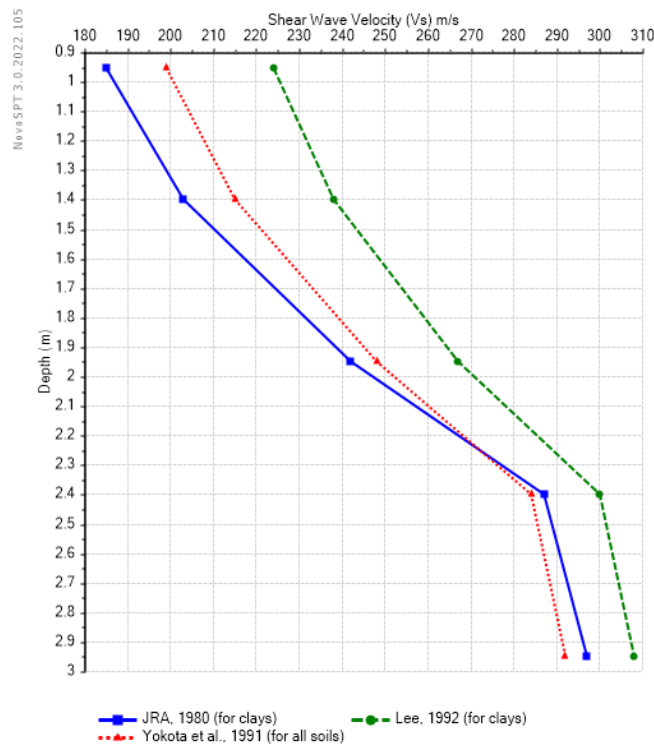
Fuente: NovoSPT.

7.2.1 Velocidad de corte (vs)

Se presenta el listado de velocidades de onda por sondeo, donde la grafica expresa 3 valores determinados por las correlaciones anteriormente descritas vs la profundidad de la exploración.

7.2.1.1 Sondeo 1

Figura 1. Velocidad de corte, Sondeo 1.



JRA, 1980 (for clays)		Lee, 1992 (for clays)		Yokota et al., 1991 (for all soils)	
Depth (m)	Shear Wave Velocity (Vs) m/s	Depth (m)	Shear Wave Velocity (Vs) m/s	Depth (m)	Shear Wave Velocity (Vs) m/s
0.95	185	0.95	224	0.95	199
1.4	203	1.4	238	1.4	215
1.95	242	1.95	267	1.95	248
2.4	287	2.4	300	2.4	284
2.95	297	2.95	308	2.95	292

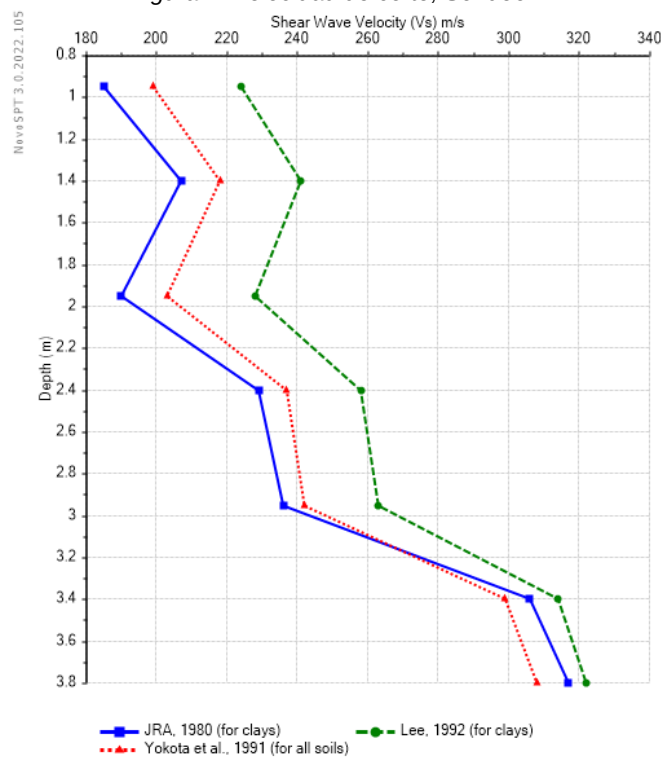
Fuente: NovoSPT.

De acuerdo con la gráfica anterior se observa que la velocidad de onda cortante V_s aumenta a medida que se profundiza en los estratos del suelo, se obtienen valores en intervalos entre 185 y 308 m/s.



7.2.1.2 Sondeo 2

Figura 2. Velocidad de corte, Sondeo 2.



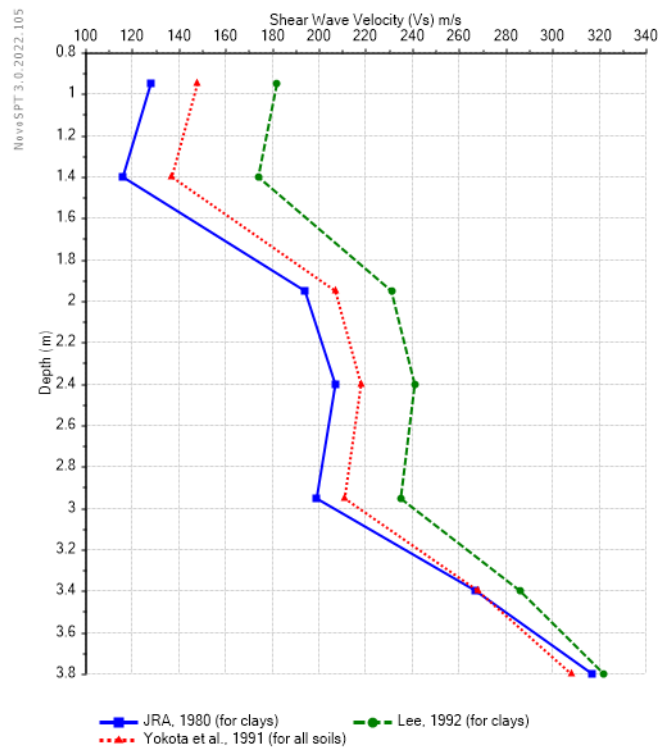
JRA, 1980 (for clays)		Lee, 1992 (for clays)		Yokota et al., 1991 (for all soils)	
Depth (m)	Shear Wave Velocity (Vs) m/s	Depth (m)	Shear Wave Velocity (Vs) m/s	Depth (m)	Shear Wave Velocity (Vs) m/s
0.95	185	0.95	224	0.95	199
1.4	207	1.4	241	1.4	218
1.95	190	1.95	228	1.95	203
2.4	229	2.4	258	2.4	237
2.95	236	2.95	263	2.95	242
3.4	306	3.4	314	3.4	299
3.8	317	3.8	322	3.8	308

Fuente: NovoSPT.

De acuerdo con la gráfica anterior se observa que la velocidad de onda cortante V_s aumenta a medida que se profundiza en los estratos del suelo, se obtienen valores en intervalos entre 185 y 322 m/s.

7.2.1.3 Sondeo 3

Figura 3. Velocidad de corte, Sondeo 3.



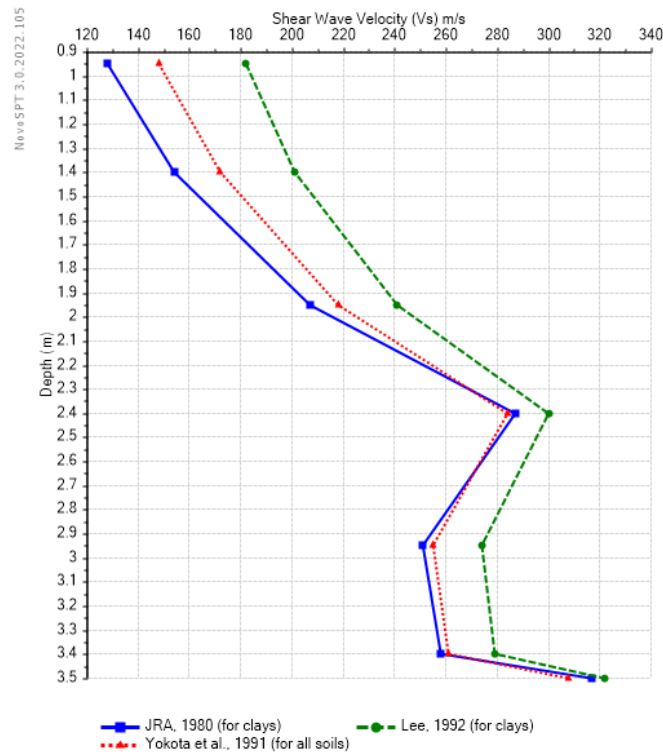
JRA, 1980 (for clays)		Lee, 1992 (for clays)		Yokota et al., 1991 (for all soils)	
Depth (m)	Shear Wave Velocity (Vs) m/s	Depth (m)	Shear Wave Velocity (Vs) m/s	Depth (m)	Shear Wave Velocity (Vs) m/s
0.95	128	0.95	182	0.95	148
1.4	116	1.4	174	1.4	137
1.95	194	1.95	231	1.95	207
2.4	207	2.4	241	2.4	218
2.95	199	2.95	235	2.95	211
3.4	267	3.4	286	3.4	268
3.8	317	3.8	322	3.8	308

Fuente: NovoSPT.

De acuerdo con la gráfica anterior se observa que la velocidad de onda cortante V_s aumenta a medida que se profundiza en los estratos del suelo, se obtienen valores en intervalos entre 116 y 322 m/s.

7.2.1.4 Sondeo 4

Figura 4. Velocidad de corte, Sondeo 4.



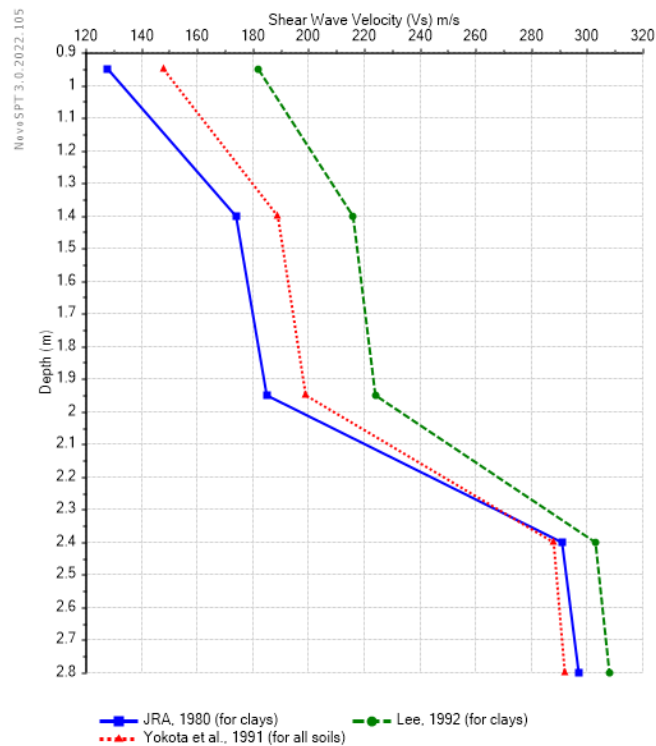
JRA, 1980 (for clays)		Lee, 1992 (for clays)		Yokota et al., 1991 (for all soils)	
Depth (m)	Shear Wave Velocity (V_s) m/s	Depth (m)	Shear Wave Velocity (V_s) m/s	Depth (m)	Shear Wave Velocity (V_s) m/s
0.95	128	0.95	182	0.95	148
1.4	154	1.4	201	1.4	172
1.95	207	1.95	241	1.95	218
2.4	287	2.4	300	2.4	284
2.95	251	2.95	274	2.95	255
3.4	258	3.4	279	3.4	261
3.5	317	3.5	322	3.5	308

Fuente: NovoSPT.

De acuerdo con la gráfica anterior se observa que la velocidad de onda cortante V_s aumenta a medida que se profundiza en los estratos del suelo, se obtienen valores en intervalos entre 128 y 322 m/s.

7.2.1.5 Sondeo 5

Figura 5. Velocidad de corte, Sondeo 5.



JRA, 1980 (for clays)		Lee, 1992 (for clays)		Yokota et al., 1991 (for all soils)	
Depth (m)	Shear Wave Velocity (Vs) m/s	Depth (m)	Shear Wave Velocity (Vs) m/s	Depth (m)	Shear Wave Velocity (Vs) m/s
0.95	128	0.95	182	0.95	148
1.4	174	1.4	216	1.4	189
1.95	185	1.95	224	1.95	199
2.4	291	2.4	303	2.4	288
2.8	297	2.8	308	2.8	292

Fuente: NovoSPT.

De acuerdo con la gráfica anterior se observa que la velocidad de onda cortante V_s aumenta a medida que se profundiza en los estratos del suelo, se obtienen valores en intervalos entre 128 y 308 m/s.



www.suelosygeotecnia.com

Suelos y Geotecnia SAS

[suelosygeotecnia](https://www.instagram.com/suelosygeotecnia)



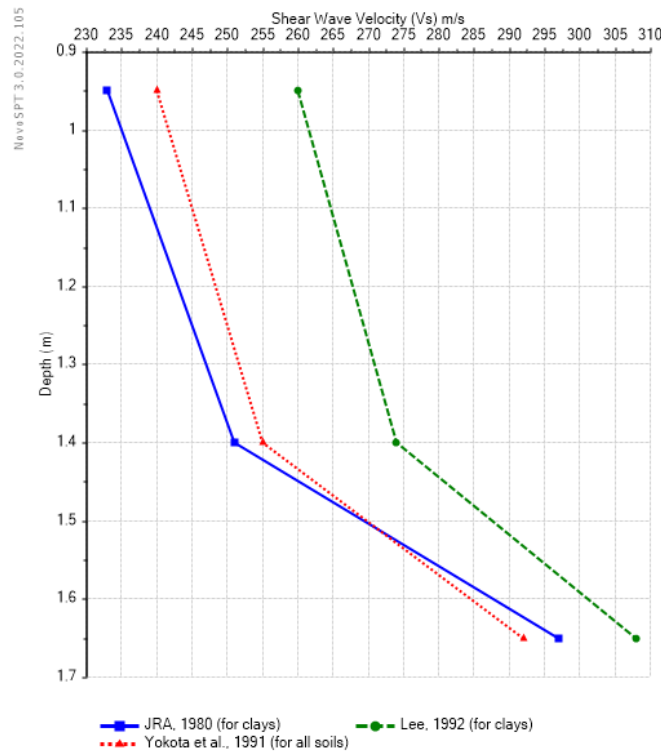
jgalvis@suelosygeotecnia.com.co
licitaciones@suelosygeotecnia.com.co
ingenieria@suelosygeotecnia.com.co



Calle 31 N° 27-56 - Cañaveral Alto
 Floridablanca, Santander - Colombia
 (57) 318 254 2966

7.2.1.6 Sondeo 6

Figura 6. Velocidad de corte, Sondeo 6.



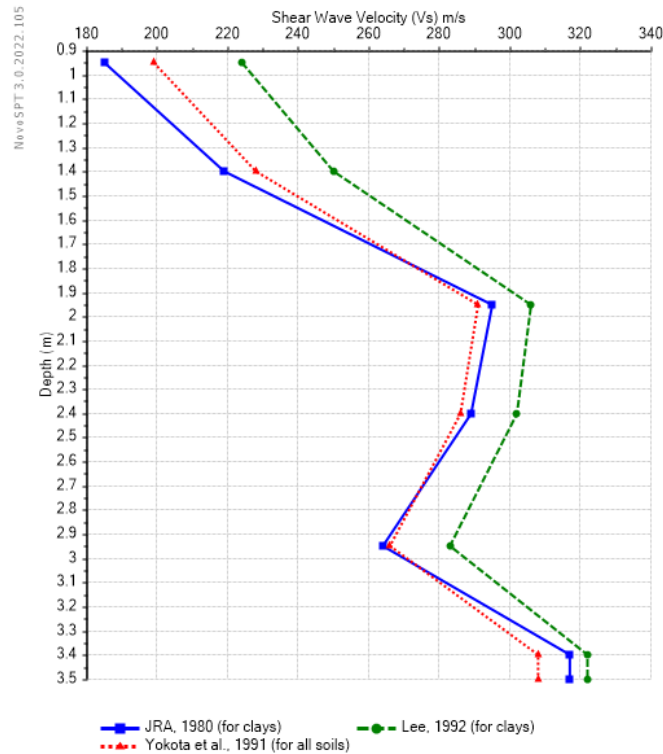
JRA, 1980 (for clays)		Lee, 1992 (for clays)		Yokota et al., 1991 (for all soils)	
Depth (m)	Shear Wave Velocity (Vs) m/s	Depth (m)	Shear Wave Velocity (Vs) m/s	Depth (m)	Shear Wave Velocity (Vs) m/s
0.95	233	0.95	260	0.95	240
1.4	251	1.4	274	1.4	255
1.65	297	1.65	308	1.65	292

Fuente: NovoSPT.

De acuerdo con la gráfica anterior se observa que la velocidad de onda cortante V_s aumenta a medida que se profundiza en los estratos del suelo, se obtienen valores en intervalos entre 240 y 308 m/s.

7.2.1.7 Sondeo 7

Figura 7. Velocidad de corte, Sondeo 7.



JRA, 1980 (for clays)		Lee, 1992 (for clays)		Yokota et al., 1991 (for all soils)	
Depth (m)	Shear Wave Velocity (Vs) m/s	Depth (m)	Shear Wave Velocity (Vs) m/s	Depth (m)	Shear Wave Velocity (Vs) m/s
0.95	185	0.95	224	0.95	199
1.4	219	1.4	250	1.4	228
1.95	295	1.95	306	1.95	291
2.4	289	2.4	302	2.4	286
2.95	264	2.95	283	2.95	266
3.4	317	3.4	322	3.4	308
3.5	317	3.5	322	3.5	308

Fuente: NovoSPT.

De acuerdo con la gráfica anterior se observa que la velocidad de onda cortante V_s aumenta a medida que se profundiza en los estratos del suelo, se obtienen valores en intervalos entre 185 y 322 m/s.

A continuación, se presenta el perfil geotécnico tomando como referencia la norma NSR-10; tabla A.2.4-1, donde se establece el perfil geotécnico debajo de las estructuras proyectadas, el suelo presente se clasifica según el tipo de perfil, basados en la velocidad

media de la onda de cortante, V_s (m/s), el número medio de golpes del ensayo de penetración estándar; N de campo en golpes/pie a lo largo de todo el perfil.

Tabla 12. Clasificación de los perfiles geotécnicos del suelo tomando la NSR-10.

Tipo de perfil	Descripción	Definición
D	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante.	$360 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 180 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > \bar{N} \geq 15.0$ $100 \text{ KPa} (\approx 1 \text{ Kg/cm}^2) > S_u \geq 50 \text{ KPa} (\approx 0.5 \text{ Kg/cm}^2)$

Fuente: NRS-capítulo A.2, clasificación de perfiles de suelos.

El perfil de suelo existente en el sitio del estudio se clasifica como perfil tipo D, los valores de las velocidades de corte se encuentran entre 116 y 322 m/s en promedio, los valores de N de capo se encuentran entre 4 y 50 golpes/pie, abarcando un amplio rango de resistencias, en promedio los suelos presentan una consistencia desde firme a muy firme. El tipo de suelo es escogido con el criterio de manejar valores conservadores.

Los coeficientes de amplificación que afectan la aceleración en la zona de periodos cortos y periodos intermedios debido a los efectos de sitio son:

Tabla 13. Valores de F_a correspondientes al Municipio de Bucaramanga, para la zona de periodos cortos del espectro.

Tipo de perfil	Intensidad de Movimientos Sísmicos				
	$A_a \leq 0.1$	$A_a = 0.2$	$A_a = 0.3$	$A_a = 0.4$	$A_a \geq 0.5$
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0

Fuente: NSR-10, título a. Tabla A.2.4-3

F_a = coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos cortos, debida a los efectos de sitio, adimensional = valor resultado de interpolación lineal = 1.3

Tabla 14. Valores de F_v correspondientes al Municipio de Bucaramanga, para la zona de periodos intermedios del espectro.

Tipo de perfil	Intensidad de Movimientos Sísmicos				
	$A_v \leq 0.1$	$A_v = 0.2$	$A_v = 0.3$	$A_v = 0.4$	$A_v \geq 0.5$
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5

Fuente: NSR-10, título a. Tabla A.2.4-4

F_v = coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos intermedios, debida a los efectos de sitio, adimensional = valor resultado de interpolación lineal = 1.9

El coeficiente de importancia corresponde a una estructura de ocupación normal es de 1.0.

A continuación, se presenta una tabla con todas las correlaciones correspondientes a cada uno de los parámetros y las respectivas ecuaciones empleadas para calcularlos.

Tabla 15. Correlaciones para determinar E_s y ϕ .

Parámetro	Correlaciones	Ecuación
Módulo de elasticidad (E_s)	Begemann. (1974)	$E_s = 3 * (N_{60} + 6) * \frac{98.067}{1000}$
	Tan et al 1991	$E_s = \frac{300 * (N_{60} + 6)}{1000}$
	Webb. (1969)	$E_s = \frac{3.33 * (N_{60} + 5) * 95.76}{1000}$
Ángulo de fricción (Φ)	Ayuthaya	$\Phi = \sqrt{12 * N_{60}} + 22.8$
	Chonburi	$\Phi = \sqrt{12 * N_{60}} + 23.3$
	Kampengsen	$\Phi = \sqrt{12 * N_{60}} + 15$

Fuente: NovoSPT.

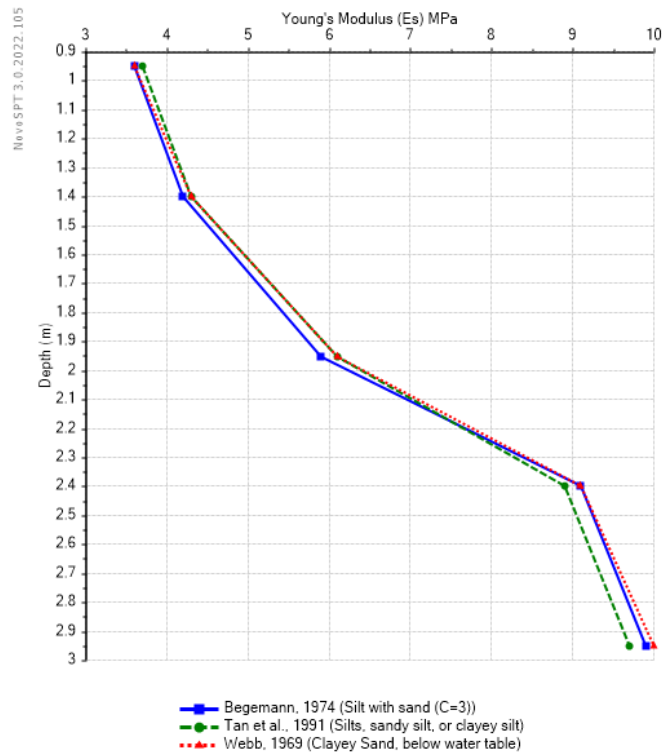
7.2.2 Modulo de elasticidad

A continuación, se presentan los resultados de los módulos de elasticidad del sondeo realizado, donde se puede observar su correspondiente gráfica de módulo de elasticidad (E_s) versus la Profundidad, se realizó de acuerdo con varias correlaciones obtenidas del Software Novo SPT.



7.2.2.1 Sondeo 1

Figura 8. Módulo de elasticidad, Sondeo 1.



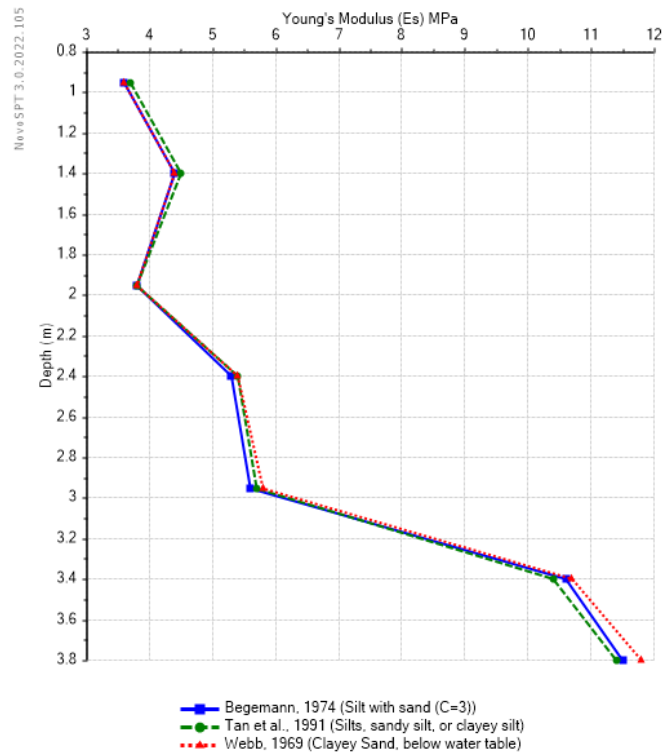
Begemann, 1974 (Silt with sand ($C=3$))		Tan et al., 1991 (Silt, sandy silt, or clayey silt)		Webb, 1969 (Clayey Sand, below water table)	
Depth (m)	Young's Modulus (E_s) MPa	Depth (m)	Young's Modulus (E_s) MPa	Depth (m)	Young's Modulus (E_s) MPa
0.95	3.6	0.95	3.7	0.95	3.6
1.4	4.2	1.4	4.3	1.4	4.3
1.95	5.9	1.95	6.1	1.95	6.1
2.4	9.1	2.4	8.9	2.4	9.1
2.95	9.9	2.95	9.7	2.95	10

Fuente: NovoSPT.

De acuerdo con la gráfica anterior se observa que el Módulo de elasticidad (E_s) aumenta a medida que se profundiza en los estratos del suelo, se obtienen valores en intervalos entre 3.6 y 10.0 MPa.

7.2.2.2 Sondeo 2

Figura 9. Módulo de elasticidad, Sondeo 2.



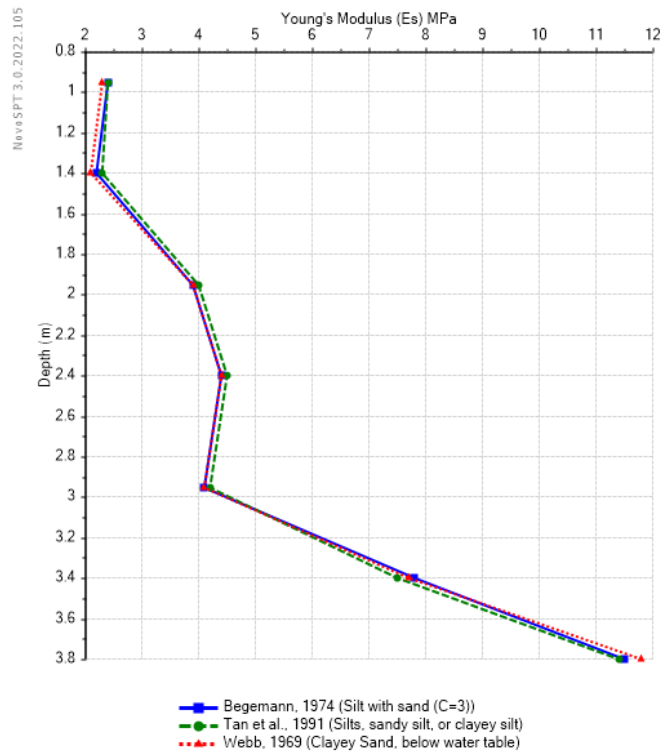
Begemann, 1974 (Silt with sand)		Tan et al., 1991 (Silts, sandy silt, or clayey silt)		Webb, 1969 (Clayey Sand, below water table)	
Depth (m)	Young's Modulus (Es) MPa	Depth (m)	Young's Modulus (Es) MPa	Depth (m)	Young's Modulus (Es) MPa
0.95	3.6	0.95	3.7	0.95	3.6
1.4	4.4	1.4	4.5	1.4	4.4
1.95	3.8	1.95	3.8	1.95	3.8
2.4	5.3	2.4	5.4	2.4	5.4
2.95	5.6	2.95	5.7	2.95	5.8
3.4	10.6	3.4	10.4	3.4	10.7
3.8	11.5	3.8	11.4	3.8	11.8

Fuente: NovoSPT.

De acuerdo con la gráfica anterior se observa que el Módulo de elasticidad (E_s) aumenta a medida que se profundiza en los estratos del suelo, se obtienen valores en intervalos entre 3.6 y 11.8 MPa.

7.2.2.3 Sondeo 3

Figura 10. Módulo de elasticidad, Sondeo 3.



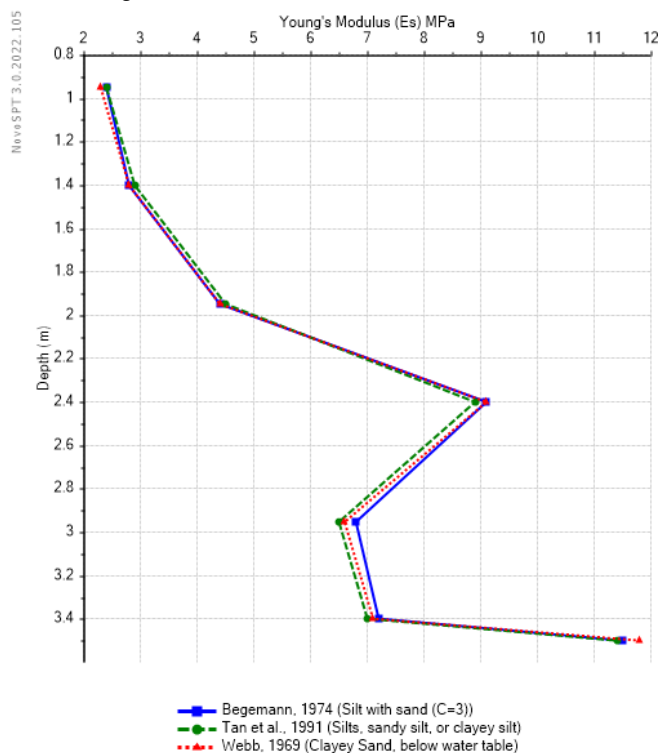
Begemann, 1974 (Silt with sand (C=3))		Tan et al., 1991 (Silts, sandy silt, or clayey silt)		Webb, 1969 (Clayey Sand, below water table)	
Depth (m)	Young's Modulus (Es) MPa	Depth (m)	Young's Modulus (Es) MPa	Depth (m)	Young's Modulus (Es) MPa
0.95	2.4	0.95	2.4	0.95	2.3
1.4	2.2	1.4	2.3	1.4	2.1
1.95	3.9	1.95	4	1.95	3.9
2.4	4.4	2.4	4.5	2.4	4.4
2.95	4.1	2.95	4.2	2.95	4.1
3.4	7.8	3.4	7.5	3.4	7.7
3.8	11.5	3.8	11.4	3.8	11.8

Fuente: NovoSPT.

De acuerdo con la gráfica anterior se observa que el Módulo de elasticidad (Es) aumenta a medida que se profundiza en los estratos del suelo, se obtienen valores en intervalos entre 2.3 y 11.8 MPa.

7.2.2.4 Sondeo 4

Figura 11. Módulo de elasticidad, Sondeo 4.



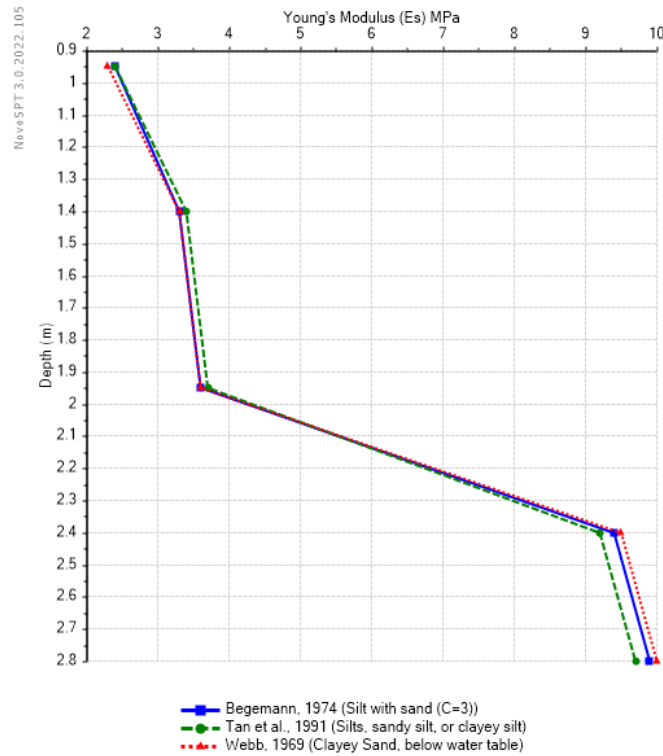
Begemann, 1974 (Silt with sand (C=3))		Tan et al., 1991 (Silt, sandy silt, or clayey silt)		Webb, 1969 (Clayey Sand, below water table)	
Depth (m)	Young's Modulus (Es) MPa	Depth (m)	Young's Modulus (Es) MPa	Depth (m)	Young's Modulus (Es) MPa
0.95	2.4	0.95	2.4	0.95	2.3
1.4	2.8	1.4	2.9	1.4	2.8
1.95	4.4	1.95	4.5	1.95	4.4
2.4	9.1	2.4	8.9	2.4	9.1
2.95	6.8	2.95	6.5	2.95	6.6
3.4	7.2	3.4	7	3.4	7.1
3.5	11.5	3.5	11.4	3.5	11.8

Fuente: NovoSPT.

De acuerdo con la gráfica anterior se observa que el Módulo de elasticidad (Es) aumenta a medida que se profundiza en los estratos del suelo, se obtienen valores en intervalos entre 2.3 y 11.8 MPa.

7.2.2.5 Sondeo 5

Figura 12. Módulo de elasticidad, Sondeo 5.



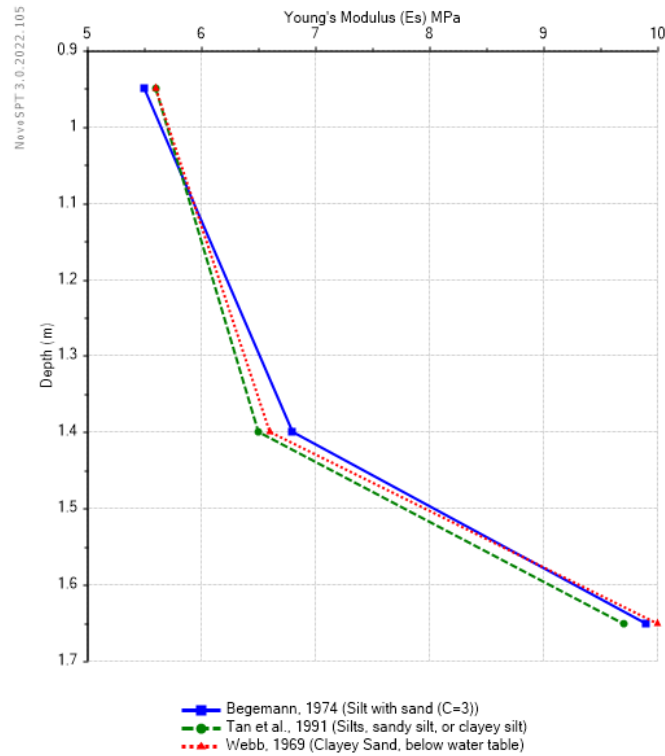
Begemann, 1974 (Silt with sand (C=3))		Tan et al., 1991 (Silts, sandy silt, or clayey silt)		Webb, 1969 (Clayey Sand, below water table)	
Depth (m)	Young's Modulus (Es) MPa	Depth (m)	Young's Modulus (Es) MPa	Depth (m)	Young's Modulus (Es) MPa
0.95	2.4	0.95	2.4	0.95	2.3
1.4	3.3	1.4	3.4	1.4	3.3
1.95	3.6	1.95	3.7	1.95	3.6
2.4	9.4	2.4	9.2	2.4	9.5
2.8	9.9	2.8	9.7	2.8	10

Fuente: NovoSPT.

De acuerdo con la gráfica anterior se observa que el Módulo de elasticidad (Es) aumenta a medida que se profundiza en los estratos del suelo, se obtienen valores en intervalos entre 2.3 y 10.0 MPa.

7.2.2.6 Sondeo 6

Figura 13. Módulo de elasticidad, Sondeo 6.



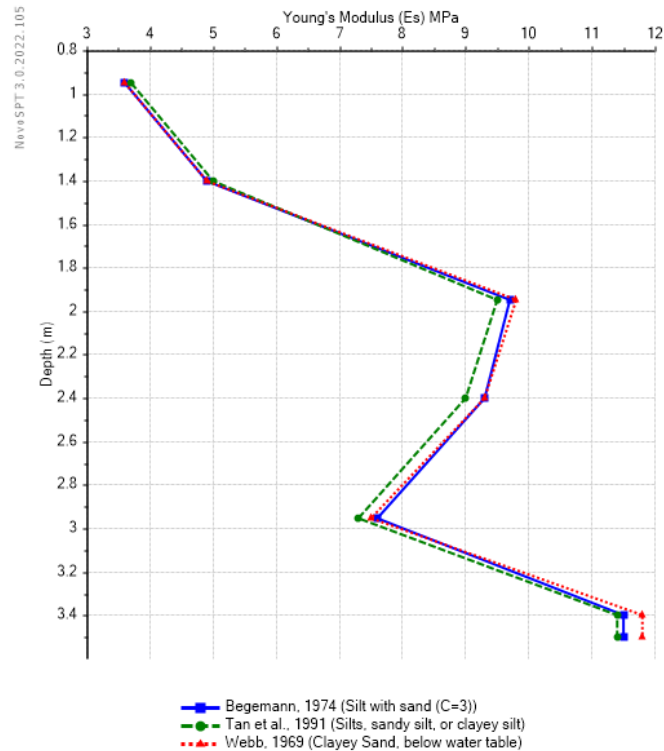
Begemann, 1974 (Silt with sand (C=3))		Tan et al., 1991 (Silts, sandy silt, or clayey silt)		Webb, 1969 (Clayey Sand, below water table)	
Depth (m)	Young's Modulus (Es) MPa	Depth (m)	Young's Modulus (Es) MPa	Depth (m)	Young's Modulus (Es) MPa
0.95	5.5	0.95	5.6	0.95	5.6
1.4	6.8	1.4	6.5	1.4	6.6
1.65	9.9	1.65	9.7	1.65	10

Fuente: NovoSPT.

De acuerdo con la gráfica anterior se observa que el Módulo de elasticidad (E_s) aumenta a medida que se profundiza en los estratos del suelo, se obtienen valores en intervalos entre 5.5 y 10.0 MPa.

7.2.2.7 Sondeo 7

Figura 14. Módulo de elasticidad, Sondeo 7.



Begemann, 1974 (Silt with sand)		Tan et al., 1991 (Silts, sandy silt, or clayey silt)		Webb, 1969 (Clayey Sand, below water table)	
Depth (m)	Young's Modulus (Es) MPa	Depth (m)	Young's Modulus (Es) MPa	Depth (m)	Young's Modulus (Es) MPa
0.95	3.6	0.95	3.7	0.95	3.6
1.4	4.9	1.4	5	1.4	4.9
1.95	9.7	1.95	9.5	1.95	9.8
2.4	9.3	2.4	9	2.4	9.3
2.95	7.6	2.95	7.3	2.95	7.5
3.4	11.5	3.4	11.4	3.4	11.8
3.5	11.5	3.5	11.4	3.5	11.8

Fuente: NovoSPT.

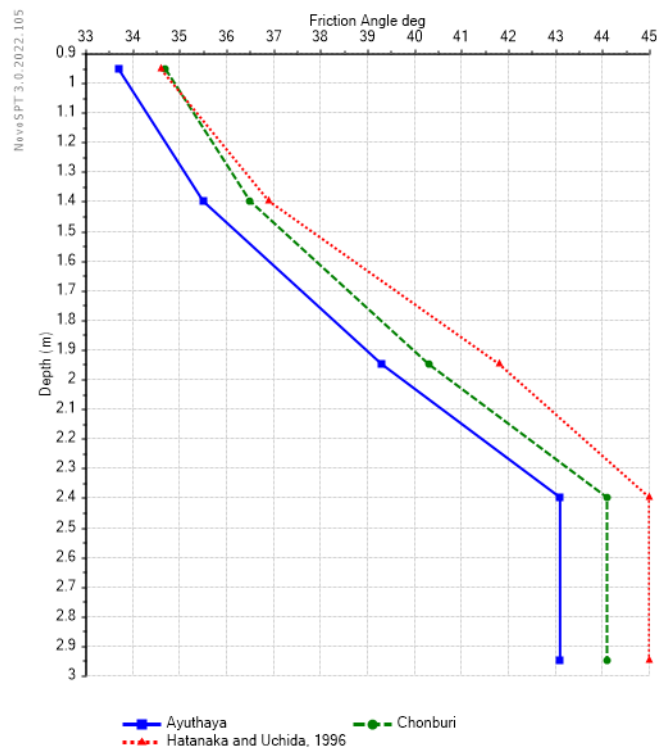
De acuerdo con la gráfica anterior se observa que el Módulo de elasticidad (Es) aumenta a medida que se profundiza en los estratos del suelo, se obtienen valores en intervalos entre 3.6 y 11.8 MPa.

7.2.3 Angulo de fricción

A continuación, se presentan los resultados de los ángulos de fricción del sondeo realizado, donde se puede observar su correspondiente gráfica del valor versus la Profundidad, se realizó de acuerdo con varias correlaciones obtenidas del Software Novo SPT.

7.2.3.1 Sondeo 1

Figura 15. Angulo de fricción, Sondeo 1.



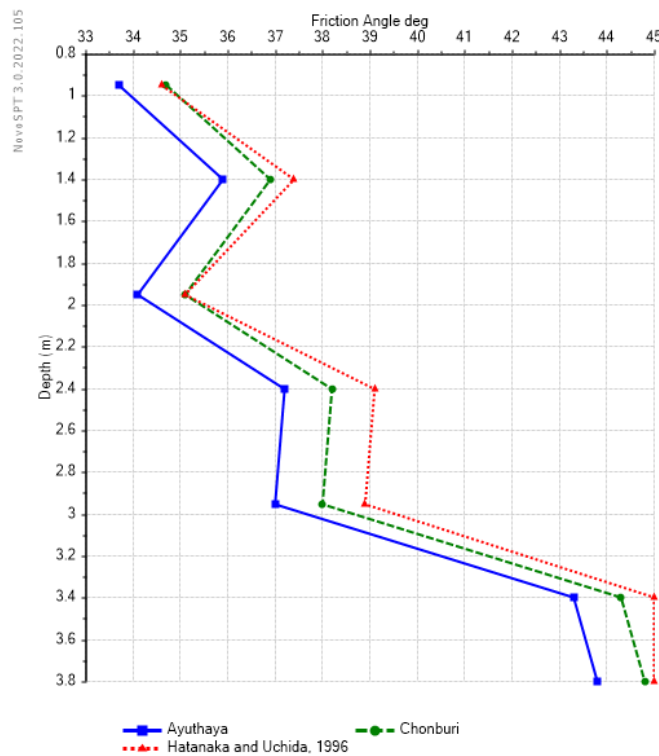
Ayuthaya		Chonburi		Hatanaka and Uchida, 1996	
Depth (m)	Friction Angle deg	Depth (m)	Friction Angle deg	Depth (m)	Friction Angle deg
0.95	33.7	0.95	34.7	0.95	34.6
1.4	35.5	1.4	36.5	1.4	36.9
1.95	39.3	1.95	40.3	1.95	41.8
2.4	43.1	2.4	44.1	2.4	45
2.95	43.1	2.95	44.1	2.95	45

Fuente: NovoSPT.

De acuerdo con la gráfica anterior se observa que el ángulo de fricción supera los 33 grados, llegando hasta los 45, por lo que se tendrá en cuenta el valor de los primeros estratos.

7.2.3.2 Sondeo 2

Figura 16. Angulo de fricción, Sondeo 2.



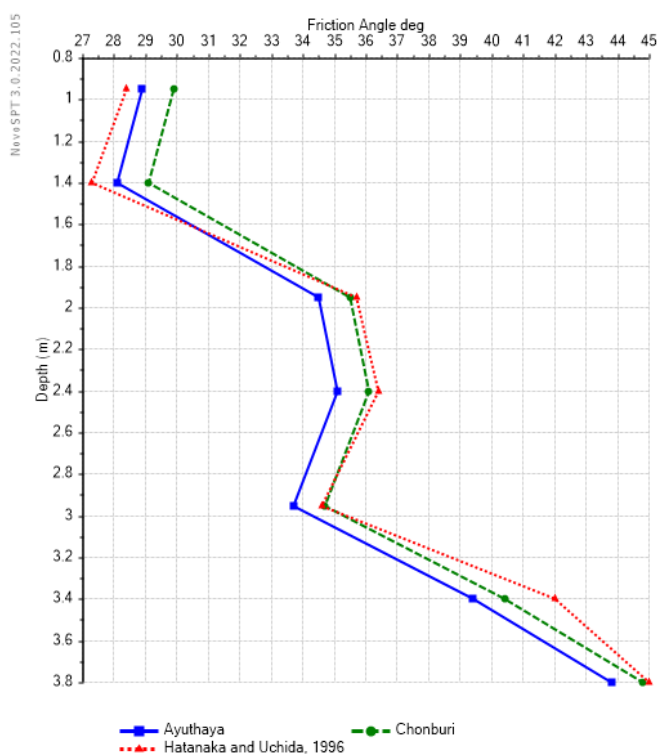
Ayuthaya		Chonburi		Hatanaka and Uchida, 1996	
Depth (m)	Friction Angle deg	Depth (m)	Friction Angle deg	Depth (m)	Friction Angle deg
0.95	33.7	0.95	34.7	0.95	34.6
1.4	35.9	1.4	36.9	1.4	37.4
1.95	34.1	1.95	35.1	1.95	35.1
2.4	37.2	2.4	38.2	2.4	39.1
2.95	37	2.95	38	2.95	38.9
3.4	43.3	3.4	44.3	3.4	45
3.8	43.8	3.8	44.8	3.8	45

Fuente: NovoSPT.

De acuerdo con la gráfica anterior se observan valores de ángulo de fricción entre 33.7 y 45 grados por lo que se tendrá en cuenta el valor de los primeros estratos.

7.2.3.3 Sondeo 3

Figura 17. Angulo de fricción, Sondeo 3.



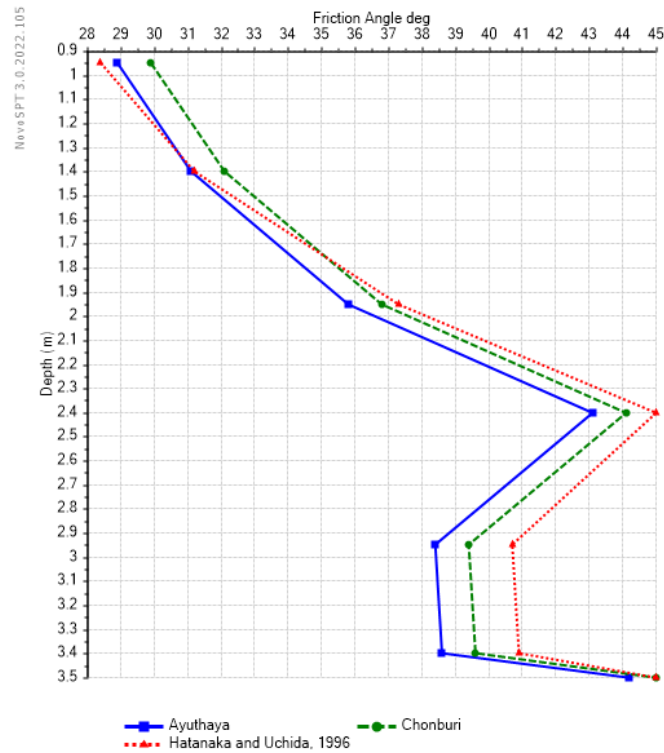
Ayuthaya		Chonburi		Hatanaka and Uchida, 1996	
Depth (m)	Friction Angle deg	Depth (m)	Friction Angle deg	Depth (m)	Friction Angle deg
0.95	28.9	0.95	29.9	0.95	28.4
1.4	28.1	1.4	29.1	1.4	27.3
1.95	34.5	1.95	35.5	1.95	35.7
2.4	35.1	2.4	36.1	2.4	36.4
2.95	33.7	2.95	34.7	2.95	34.6
3.4	39.4	3.4	40.4	3.4	42
3.8	43.8	3.8	44.8	3.8	45

Fuente: NovoSPT.

De acuerdo con la gráfica anterior se observan valores de ángulo de fricción entre 28.4 y 45 grados por lo que se tendrá en cuenta el valor de los primeros estratos.

7.2.3.4 Sondeo 4

Figura 18. Angulo de fricción, Sondeo 4.



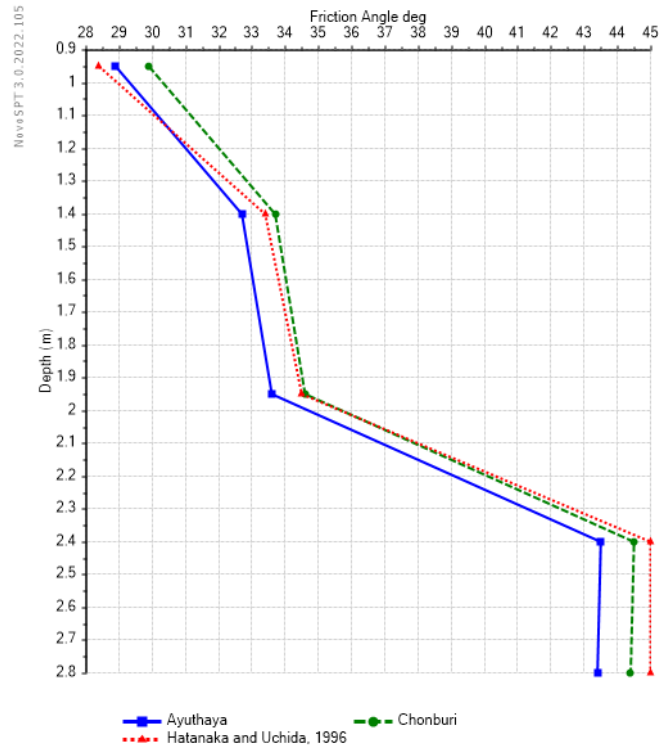
Ayuthaya		Chonburi		Hatanaka and Uchida, 1996	
Depth (m)	Friction Angle deg	Depth (m)	Friction Angle deg	Depth (m)	Friction Angle deg
0.95	28.9	0.95	29.9	0.95	28.4
1.4	31.1	1.4	32.1	1.4	31.2
1.95	35.8	1.95	36.8	1.95	37.3
2.4	43.1	2.4	44.1	2.4	45
2.95	38.4	2.95	39.4	2.95	40.7
3.4	38.6	3.4	39.6	3.4	40.9
3.5	44.2	3.5	45	3.5	45

Fuente: NovoSPT.

De acuerdo con la gráfica anterior se observan valores de ángulo de fricción entre 28.4 y 45 grados por lo que se tendrá en cuenta el valor de los primeros estratos.

7.2.3.5 Sondeo 5

Figura 19. Angulo de fricción, Sondeo 5.



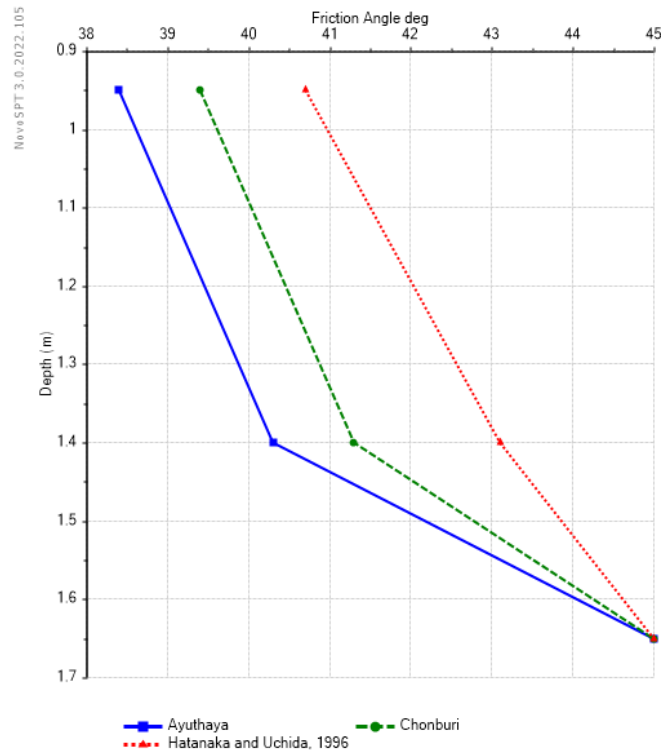
Ayuthaya		Chonburi		Hatanaka and Uchida, 1996	
Depth (m)	Friction Angle deg	Depth (m)	Friction Angle deg	Depth (m)	Friction Angle deg
0.95	28.9	0.95	29.9	0.95	28.4
1.4	32.7	1.4	33.7	1.4	33.4
1.95	33.6	1.95	34.6	1.95	34.5
2.4	43.5	2.4	44.5	2.4	45
2.8	43.4	2.8	44.4	2.8	45

Fuente: NovoSPT.

De acuerdo con la gráfica anterior se observan valores de ángulo de fricción entre 28.4 y 45 grados por lo que se tendrá en cuenta el valor de los primeros estratos.

7.2.3.6 Sondeo 6

Figura 20. Angulo de fricción, Sondeo 6.



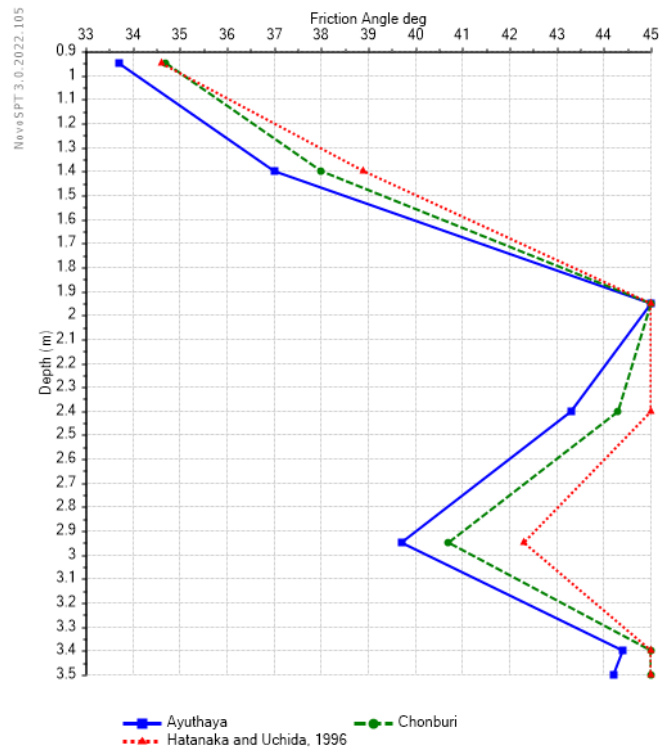
Ayuthaya		Chonburi		Hatanaka and Uchida, 1996	
Depth (m)	Friction Angle deg	Depth (m)	Friction Angle deg	Depth (m)	Friction Angle deg
0.95	38.4	0.95	39.4	0.95	40.7
1.4	40.3	1.4	41.3	1.4	43.1
1.65	45	1.65	45	1.65	45

Fuente: NovoSPT.

De acuerdo con la gráfica anterior se observan valores de ángulo de fricción entre 28.4 y 45 grados por lo que se tendrá en cuenta el valor de los primeros estratos.

7.2.3.7 Sondeo 7

Figura 21. Angulo de fricción, Sondeo 7.



Ayuthaya		Chonburi		Hatanaka and Uchida, 1996	
Depth (m)	Friction Angle deg	Depth (m)	Friction Angle deg	Depth (m)	Friction Angle deg
0.95	33.7	0.95	34.7	0.95	34.6
1.4	37	1.4	38	1.4	38.9
1.95	45	1.95	45	1.95	45
2.4	43.3	2.4	44.3	2.4	45
2.95	39.7	2.95	40.7	2.95	42.3
3.4	44.4	3.4	45	3.4	45
3.5	44.2	3.5	45	3.5	45

Fuente: NovoSPT.

De acuerdo con la gráfica anterior se observan valores de ángulo de fricción entre 33.7 y 45 grados por lo que se tendrá en cuenta el valor de los primeros estratos.

Dado a que el grado de ángulo de fricción reportado por las correlaciones de los sondeos es alto, se tomarán parámetros geotécnicos típicos según el tipo de suelo encontrado, para el caso de arcillas de consistencia dura, aquellas con un grado de saturación inferior a 0,8, el ángulo de fricción internó efectivo oscila entre 17° y 21°, se tomará el valor mas alto ya que el ensayo de SPT demostró una resistencia a la penetración bastante alta ($N > 30$ golpes en las profundidades de 2,00 y 2,50 m).

Para los limos de baja plasticidad de dura consistencia (grado de saturación inferior a 0,8) el ángulo de fricción internó efectivo oscila entre 19° y 23°, se tomará el valor mas alto ya que las correlaciones del Novo SPT proyectan ángulos de fricción superiores a 30° a lo largo del sondeo 3.

Para las arenas arcillosas el ángulo de fricción interno efectivo oscila ente 26° y 28°, dado a que el ensayo de SPT demostró una resistencia a la penetración bastante alta en presencia de este estrato y que en su defecto, las correlaciones del NovoSPT presentan valores superiores a los 30°, se tomará el valor de 28°, pues es el mas cercano a la consistencia del suelo explorada.

7.2.4 Cohesión

Las pruebas de penetración estándar proporcionan varias correlaciones útiles. Por ejemplo, la consistencia de los suelos arcillosos a menudo puede estimarse a partir del número estándar de penetración, N_{60} , como se muestra en la Tabla 16. Sin embargo, las correlaciones de arcillas requieren pruebas para verificar que las relaciones son válidas para que el depósito de arcilla sea examinado. (Das, 2015)

Tabla 16. Consistencia de arcillas y correlación aproximada para el número de penetración estándar, N_{60} .

Número de penetración estándar, N	Consistencia	Resistencia a la compresión no confinada, q_u (kN/m ²)
0–2	Muy blanda	0–25
2–5	Blanda	25–50
5–10	Rigidez media	50–100
10–20	Rígida	100–200
20–30	Muy rígida	200–400
> 30	Dura	> 400

Fuente: (Das, 2015)

La literatura técnica contiene muchas correlaciones entre el número estándar de penetración y la resistencia al corte no drenado de la arcilla, C_u . Sobre la base de los resultados de las pruebas triaxiales no drenadas realizadas en arcillas insensitivas, Stroud (1974) sugirió que:

$$Cu = KN$$

Ecuación 1. Correlación para hallar la Cu

Fuente: (Das, 2015)

Donde: K = constante 3.5 kN/m^2

N = Número de penetración estándar obtenido en campo

Esto es importante para hacer una nota que toda correlación entre Cu y N sólo es aproximada.

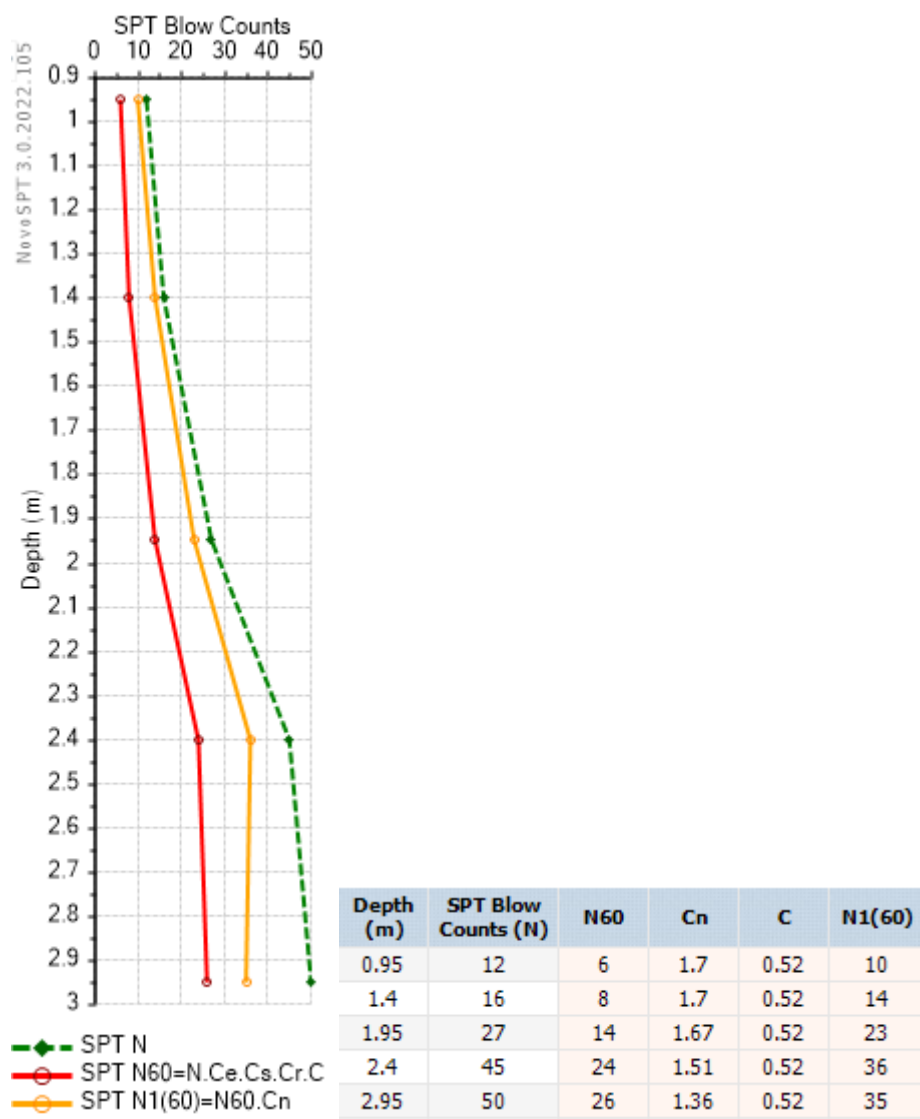
Como la correlación de Das es aplicable para suelos finos, solo se tomarán parámetros de cohesión para los estratos CL y ML reportados en la estratigrafía mencionada con anterioridad.

A continuación, se presenta el valor de N de campo Vs la Profundidad.



7.2.4.1 Sondeo 1

Tabla 17. Resultados de ensayos de campo SPT, Sondeo 1.



Fuente: Elaboración Propia en NovoSPT.



www.suelosygeotecnia.com



Suelos y Geotecnia SAS



[suelosygeotecnia](https://www.instagram.com/suelosygeotecnia)



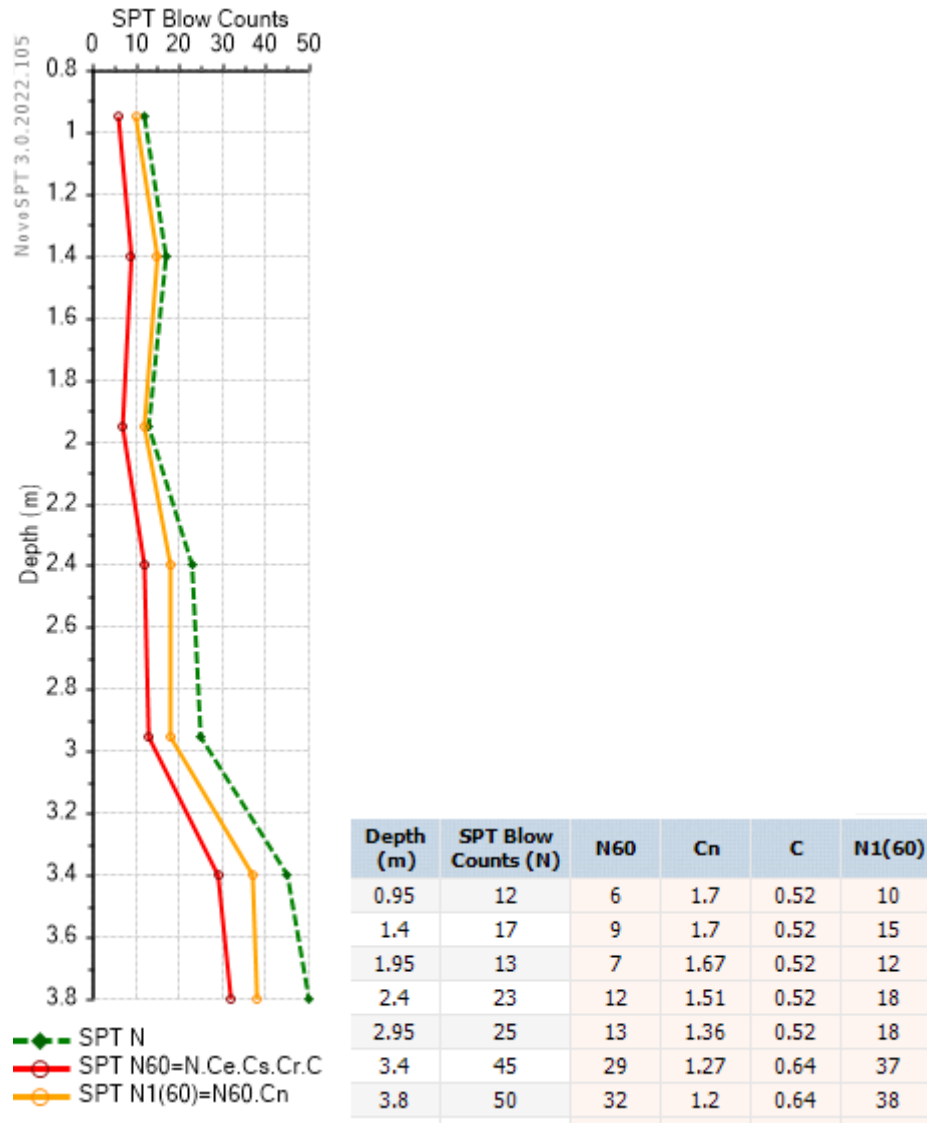
jgalvis@suelosygeotecnia.com.co
licitaciones@suelosygeotecnia.com.co
ingenieria@suelosygeotecnia.com.co



Calle 31 N° 27-56 - Cañaveral Alto
 Floridablanca, Santander - Colombia
 (57) 318 254 2966

7.2.4.2 Sondeo 2

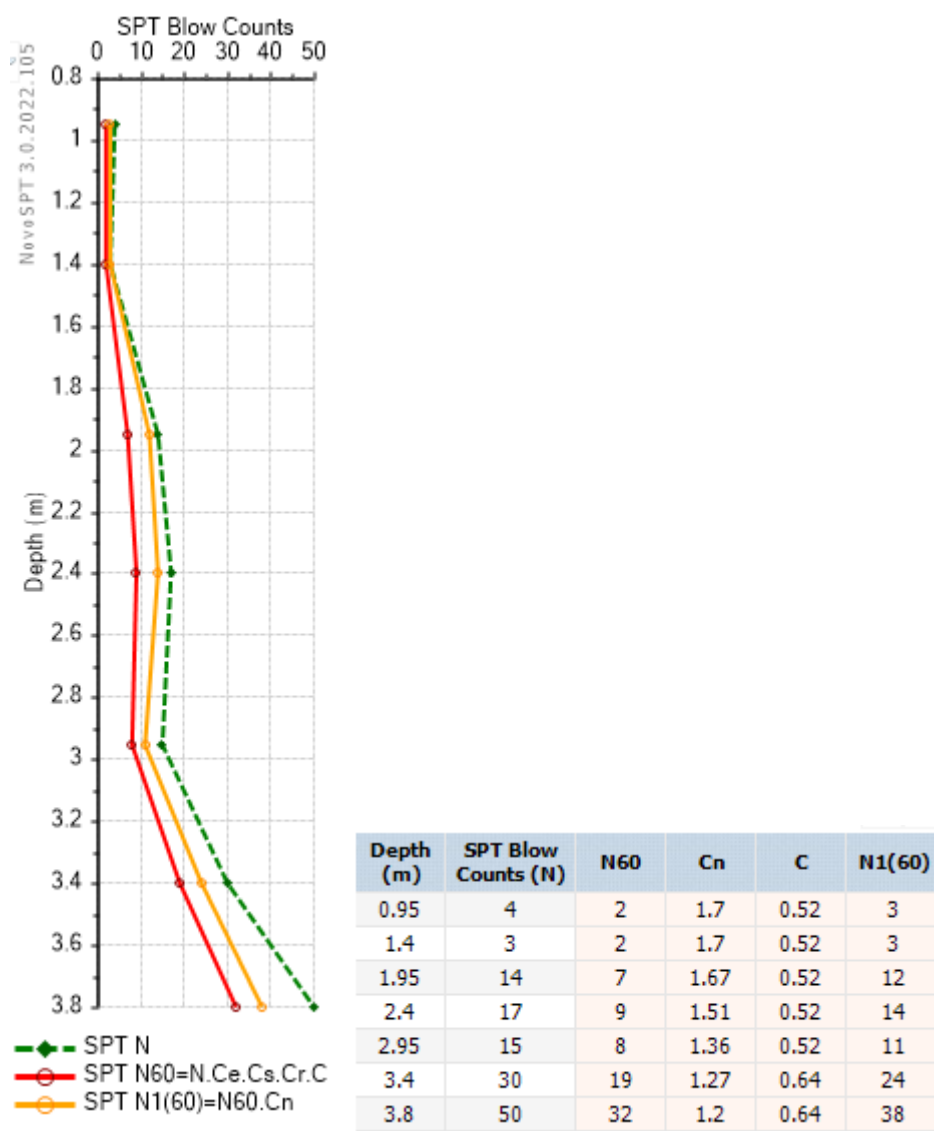
Tabla 18. Resultados de ensayos de campo SPT, Sondeo 2.



Fuente: Elaboración Propia en NovoSPT.

7.2.4.3 Sondeo 3

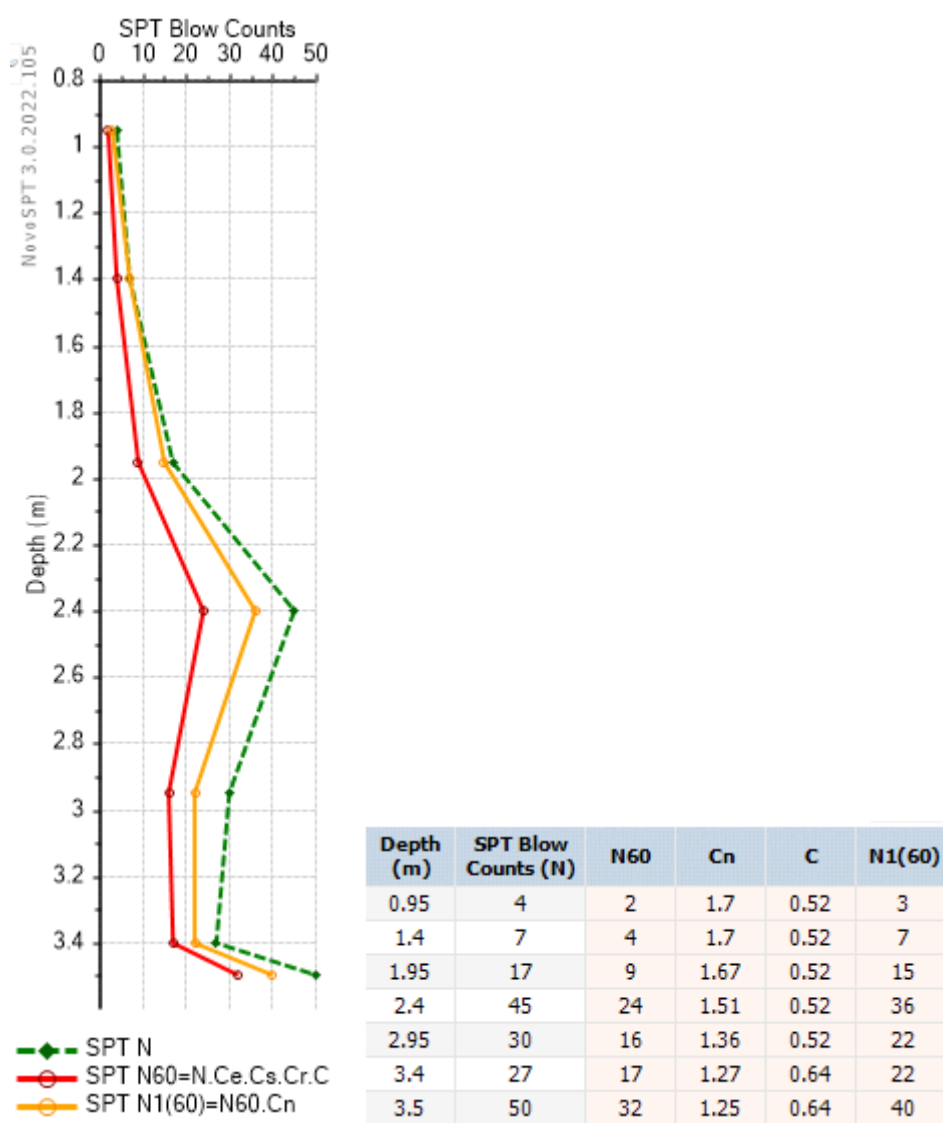
Tabla 19. Resultados de ensayos de campo SPT, Sondeo 3.



Fuente: Elaboración Propia en NovoSPT.

7.2.4.4 Sondeo 4

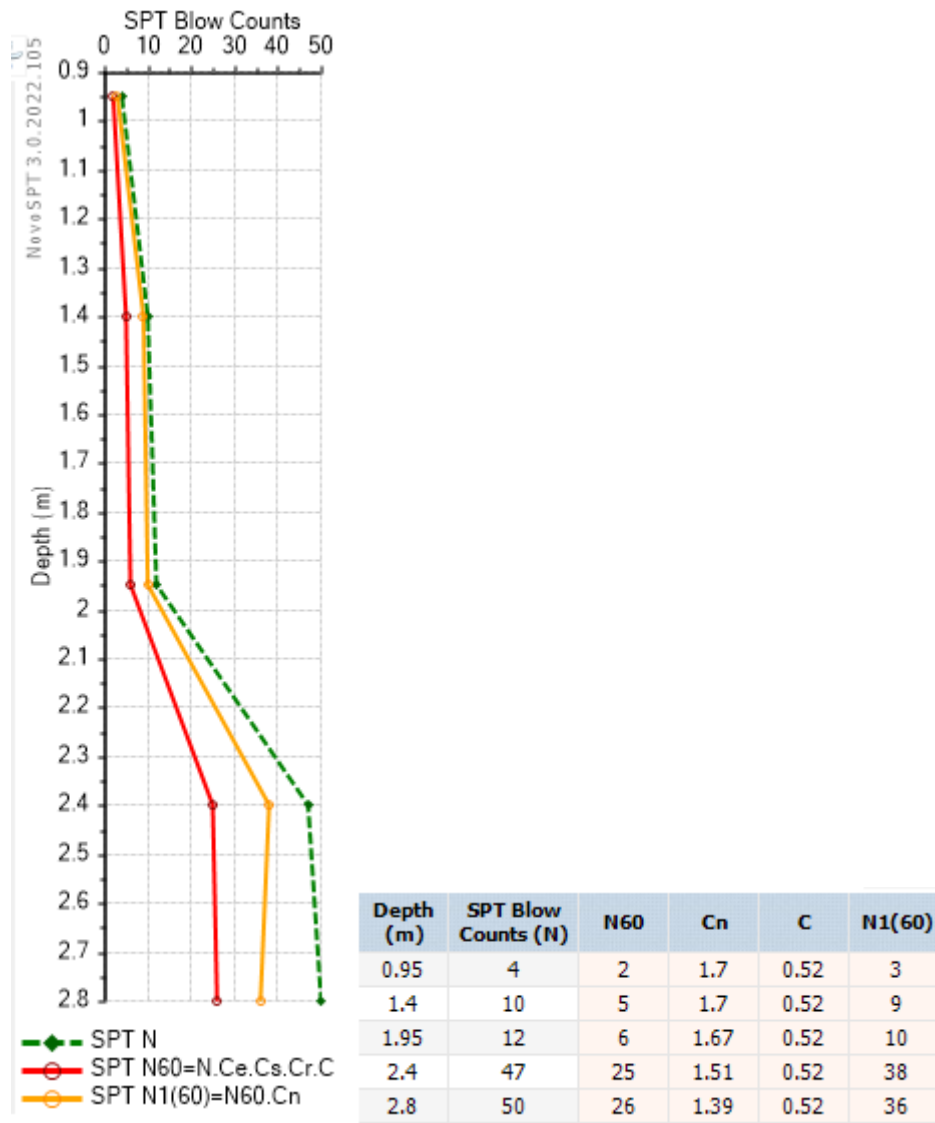
Tabla 20. Resultados de ensayos de campo SPT, Sondeo 4.



Fuente: Elaboración Propia en NovoSPT.

7.2.4.5 Sondeo 5

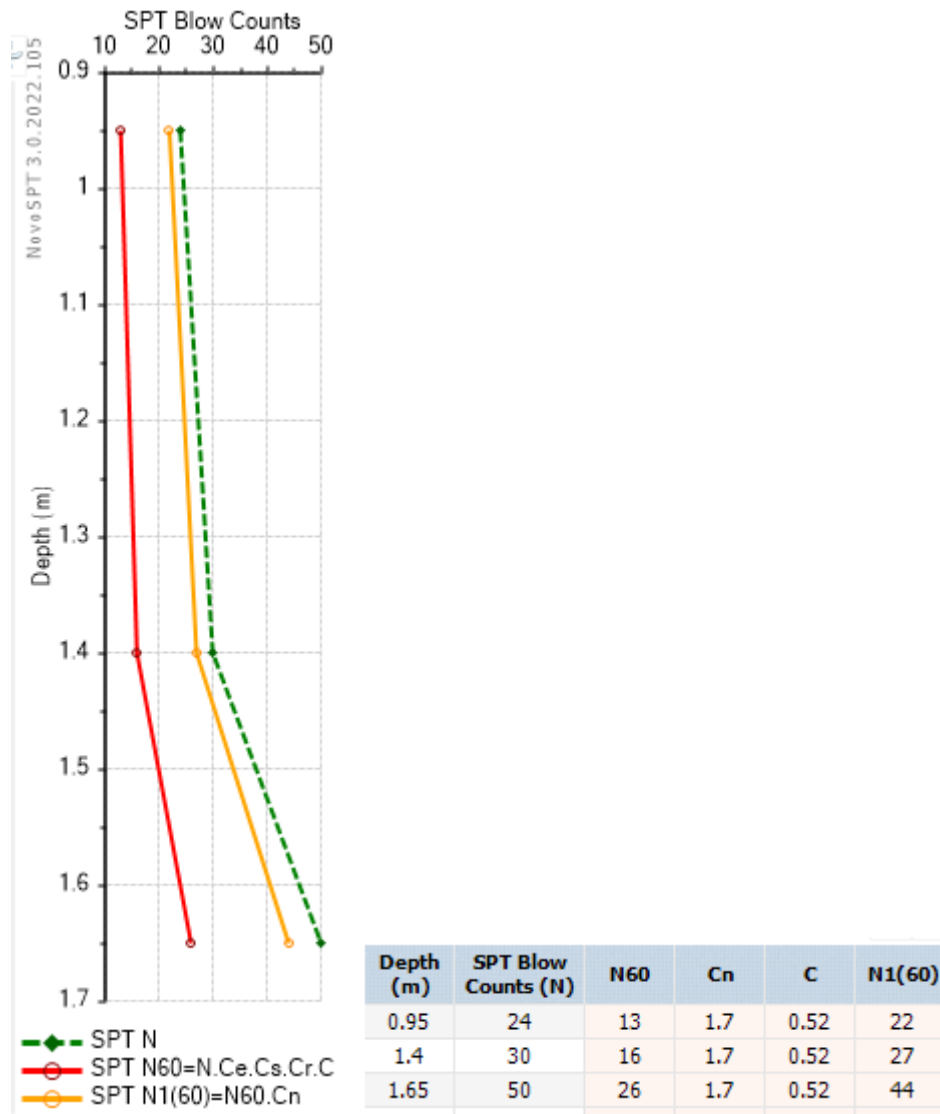
Tabla 21. Resultados de ensayos de campo SPT, Sondeo 5.



Fuente: Elaboración Propia en NovoSPT.

7.2.4.6 Sondeo 6

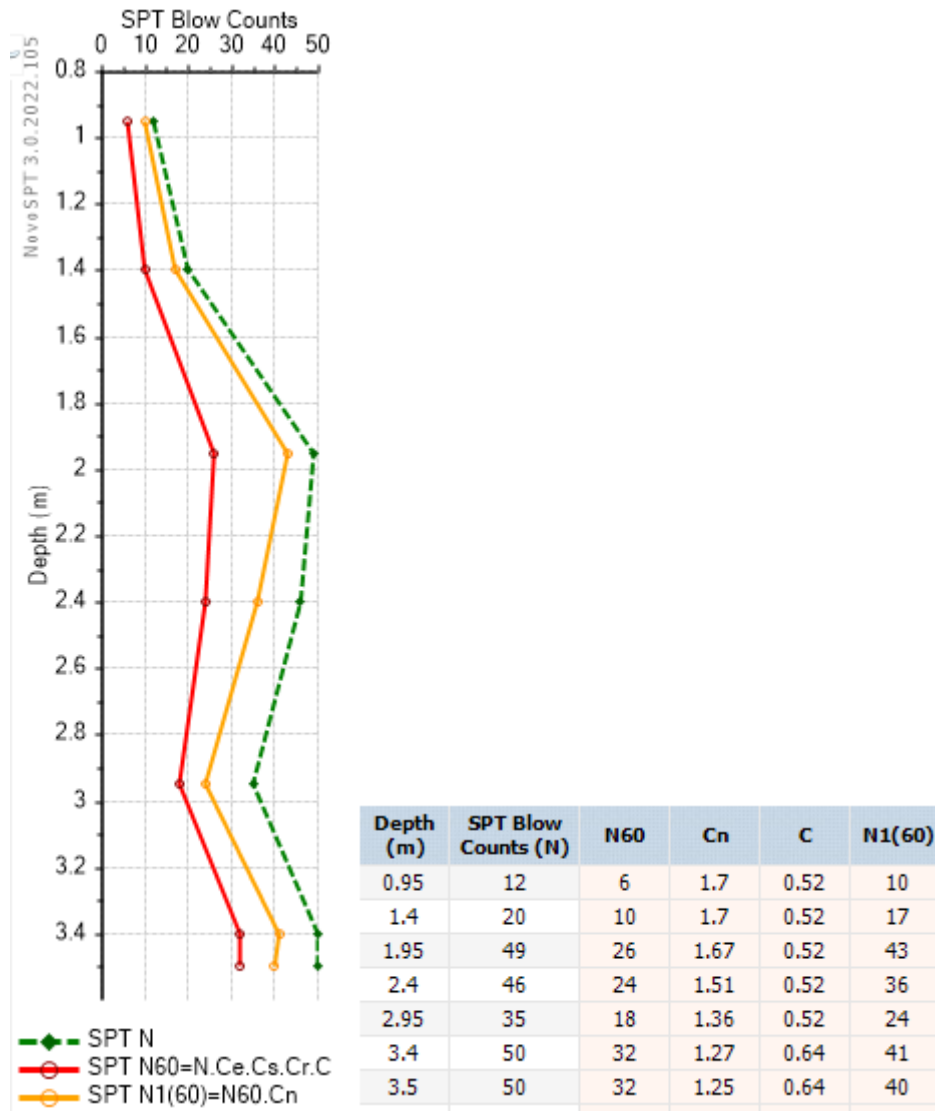
Tabla 22. Resultados de ensayos de campo SPT, Sondeo 6.



Fuente: Elaboración Propia en NovoSPT.

7.2.4.7 Sondeo 7

Tabla 23. Resultados de ensayos de campo SPT, Sondeo 7.



Fuente: Elaboración Propia en NovoSPT.

Los materiales presentes resultan en capas predominantes de material fino (arcillas y limos) así como material granular con presencia de finos; Con base a los resultados del N de campo los suelos superficiales poseen una consistencia rígida, donde en las profundidades de 1.50 m, se reportó un N promedio de 23 golpes, clasificándose, así como un suelo rígido.

Los resultados de la cohesión estimada con la ecuación anteriormente descrita se presentan en la siguiente tabla para todos los sondeos 1, 2, 3, 4, 5 y 6 abarcando profundidades desde 1.00 m a 2.50m.

Tabla 24. Valor de la cohesión vs profundidad por medio de la Ecuación 1

-	Profundidad (m)	N	CU (kN/m ²)
Sondeo 1	1	12	42
	1,5	16	56
	2	27	94,5
	2,5	45	157,5
	3	50	175
Sondeo 2	1	12	42
	1,5	17	59,5
	2	13	45,5
	2,5	23	80,5
	3	25	87,5
Sondeo 3	1	4	14
	1,5	3	10,5
	2	14	49
	2,5	17	59,5
	3	15	52,5
Sondeo 4	1	4	14
	1,5	7	24,5
	2	17	59,5
	2,5	45	157,5
	3	30	105
Sondeo 5	1	4	14
	1,5	10	35
	2	12	42
	2,5	47	164,5
	3	50	175
Sondeo 6	1	24	84
	1,5	30	105
	2	50	175
	2,5	50	175
	3	50	175

Fuente: Elaboración propia.

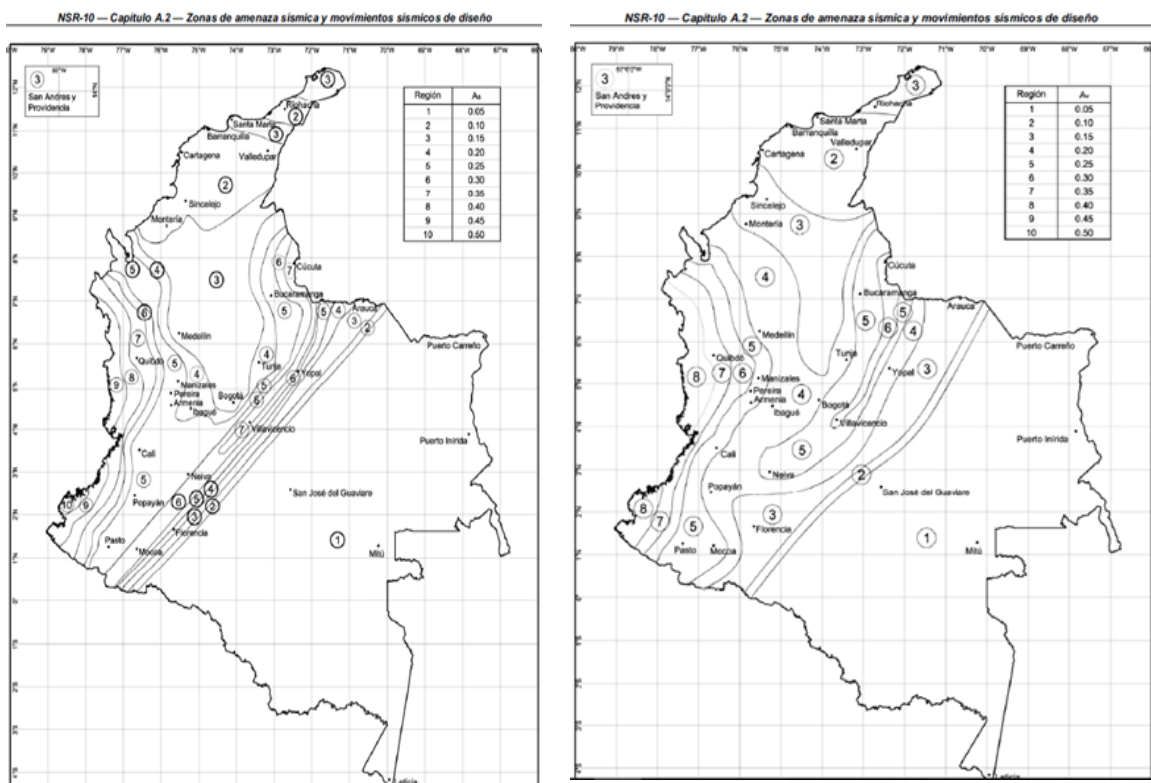
Los valores de cohesión determinados por el método descrito para los suelos explorados se presentan altos para las profundidades donde se encontró rechazo (50 golpes) sin embargo esta metodología será empleada en el cálculo de capacidad portante.

7.3 EFECTOS LOCALES

A continuación, se asignan los coeficientes de aceleración horizontal y vertical, coeficientes de amplificación del espectro por efectos de sitio, F_a y F_v , y el coeficiente de importancia (I).

Los efectos locales de la respuesta sísmica de la edificación deben evaluarse con base en los perfiles de suelo. Tomando como referencia la norma NSR-10, y la clasificación del perfil geotécnico, a continuación, se presentan los valores de F_a y F_v :

Ilustración 2. Zonas de Amenaza Sísmica aplicable a función de A_a y edificaciones para la NSR-10 en Av.



Fuente: NRS-Capítulo A.2- Zonas de amenazas sísmicas y movimientos sísmicos de Diseño.

Bucaramanga, Santander se encuentra en una zona de amenaza sísmica Alta, ilustrados en el mapa anterior con números de referencia en la zona 5 con valores de $A_a=0.25$, $A_v=0.25$, tomado del anexo que se presenta en la norma NSR-10 apéndice A-4, Valores A_a , A_v y definición de la zona de amenaza sísmica por los municipios de Colombia:

Tabla 25. Valores de A_a y A_v correspondientes al Municipio de Bucaramanga, Santander.

Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica
Bucaramanga	0,25	0,25	Alta

Fuente: NRS-capítulo A.2-Zonas de amenazas sísmicas y movimientos sísmicos de Diseño, tabla A.2.3-2



www.suelosygeotecnia.com



Suelos y Geotecnia SAS



[suelosygeotecnia](https://www.instagram.com/suelosygeotecnia)



jgalvis@suelosygeotecnia.com.co
licitaciones@suelosygeotecnia.com.co
ingenieria@suelosygeotecnia.com.co



Calle 31 N° 27-56 - Cañaveral Alto
 Floridablanca, Santander - Colombia
 (57) 318 254 2966

Aa = coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva, para diseño = 0.25
 Av = coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva, para diseño = 0.25

Los coeficientes de amplificación que afectan la aceleración en la zona de periodos cortos y periodos intermedios debido a los efectos de sitio son:

Tabla 26. Valores de Fa correspondientes al Municipio de Bucaramanga, para la zona de periodos cortos del espectro.

Tipo de perfil	Intensidad de Movimientos Sísmicos				
	Aa≤0.1	Aa=0.2	Aa=0.3	Aa=0.4	Aa≥0.5
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0

Fuente: NSR-10, título a. Tabla A.2.4-3

Fa = coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos cortos, debida a los efectos de sitio, adimensional = valor resultado de interpolación lineal = 1.4

Tabla 27. Valores de Fv correspondientes al Municipio de Bucaramanga, para la zona de periodos intermedios del espectro.

Tipo de perfil	Intensidad de Movimientos Sísmicos				
	Av≤0.1	Av=0.2	Av=0.3	Av=0.4	Av≥0.5
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5

Fuente: NSR-10, título a. Tabla A.2.4-4

Fv = coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos intermedios, debida a los efectos de sitio, adimensional = valor resultado de interpolación lineal = 2.0

El coeficiente de importancia corresponde a una estructura de ocupación normal es de 1.0.

8 ANALISIS GEOTECNICO

El presente capítulo desarrolla un análisis de capacidad portante para las estructuras proyectadas en la variante Las Olas de la red de conducción entre la planta de tratamiento de agua potable Rafael Ardila duarte- vereda los angelinos y el tanque ferrovías, donde se emplearon los parámetros obtenidos en la exploración de campo y los ensayos de laboratorio.

8.1 TIPO DE ESTRUCTURA Y CARGAS ESTIMADAS

A lo largo del tramo referente a la variante Las Olas se reportan estructuras de soporte para el cambio de dirección de la red de conducción, por lo que se presentarán cálculos referentes a la capacidad portante y asentamientos para estructuras de cimentación cuadradas con dimensionamientos de 1.00 m, 1.50 m, 2.00 m y 2.50 m a profundidades de 2.00 m, 2.50 m y 3.00 m utilizando las condiciones del suelo expuestas a continuación.



Se realizará un cálculo de capacidad portante por tramo de la variante de Las Olas, estos se dividen en su abscisado como se expone en la siguiente tabla.

Tabla 28. división de tramos de la variante para cálculo de capacidad portante.

Nombre	Desde	Hasta
Tramo 1	K1+600	K1+700
Tramo 2	K1+700	K1+780
Tramo 3	K1+780	K1+860
Tramo 4	K1+860	K1+940
Tramo 5	K1+940	K1+990

Fuente: Elaboración propia

8.2 CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE

Con la información de los numerales anteriores, se realiza el cálculo de la capacidad portante del suelo de fundación empleando una cimentación tipo zapata aislada los estratos de material fino encontrados. No se evidenció nivel freático en ninguna de las exploraciones realizadas, la implantación mínima recomendada es a 2.00 metros, esta profundidad puede variar siempre y cuando se observen condiciones no aptas para la implantación de la cimentación.

A continuación, se presenta el cálculo de la capacidad portante del suelo, las estructuras de cimentación ubicadas a lo largo de la variante, donde las características del suelo se distribuyeron en 5 tramos equidistantes que abarcaron la exploración, tomando como referencia el ángulo de fricción del suelo obtenido de correlaciones y el ensayo de SPT.

Ecuación 2. Ecuación General de la Capacidad de Carga por Terzaghi.

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

Fuente: principios de ingeniería de Cimentaciones, Cuarta Edición, Braja M.Das.

Dónde: c = cohesión.

q =Esfuerzo efectivo al nivel del fondo de la cimentación.

γ =Peso específico del suelo.

B = Ancho de la cimentación.

$F_{cs} F_{qs} F_{\gamma s}$ = Factores de forma.

$F_{cd} F_{qd} F_{\gamma d}$ =Factores de profundidad.

$N_c N_q N_\gamma$ = Factores de capacidad de carga.

D_f = Profundidad de la cimentación

$\phi(^{\circ})$ = Ángulo de fricción

8.2.1 Cálculo de la capacidad portante para las estructuras

El cálculo de la capacidad portante se realizará por medio de la cohesión, ángulo de fricción, el peso unitario del material; para el tramo 1 se emplearon las propiedades más críticas dentro de los sondeos 1, 2, 6 y 7 pues su ubicación se acerca al tramo nombrado, del mismo modo el tramo 2 emplea las propiedades del sondeo 5, el tramo 3 emplea las más críticas de los sondeos 3 y 5, el tramo 4 emplea las propiedades del sondeo 3 y el tramo 5 emplea las propiedades del sondeo 4. A continuación se presenta una tabla de capacidad portante por tramo donde se presentan valores de Q_{adm} en función de la profundidad y el ancho de la cimentación.

Tabla 29. Capacidades portantes; última, admisible y carga máxima admisible, tramo 1.

TRAMO 1									
C (KN/m ²)	ϕ (°)	B (m)	B/L	Df (m)	γ_1 (KN/m ³)	γ_2 (KN/m ³)	Qu (KN/m ²)	Qadm (KN/m ²)	Qadm (Ton/m ²)
45,50	21,00	1,00	1,00	2,00	21,00	21,00	2096,26	698,75	71,25
80,50	21,00	1,00	1,00	2,50	21,00	21,00	3465,45	1155,15	117,79
87,50	21,00	1,00	1,00	3,00	21,00	21,00	3901,83	1300,61	132,63
45,50	21,00	1,50	1,00	2,00	21,00	21,00	2017,51	672,50	68,58
80,50	21,00	1,50	1,00	2,50	21,00	21,00	3341,16	1113,72	113,57
87,50	21,00	1,50	1,00	3,00	21,00	21,00	3780,04	1260,01	128,49
45,50	21,00	2,00	1,00	2,00	21,00	21,00	2076,75	692,25	70,59
80,50	21,00	2,00	1,00	2,50	21,00	21,00	3239,89	1079,96	110,13
87,50	21,00	2,00	1,00	3,00	21,00	21,00	3675,72	1225,24	124,94
45,50	21,00	2,50	1,00	2,00	21,00	21,00	1986,99	662,33	67,54
80,50	21,00	2,50	1,00	2,50	21,00	21,00	3352,88	1117,63	113,97
87,50	21,00	2,50	1,00	3,00	21,00	21,00	3588,95	1196,32	121,99

Fuente: Elaboración Propia.

La Q_{adm} mínima presentada se reporta en la estructura con geometría de 2,50 m a una profundidad de 2,00 m con un valor de 67,54 Ton/m², sin embargo, se deja a criterio abierto la selección de la capacidad portante que más se acomode a las dimensiones y profundidad de cada estructura que se presente en este tramo.

Tabla 30. Capacidades portantes; última, admisible y carga máxima admisible, tramo 2.

TRAMO 2									
C (KN/m ²)	ϕ (°)	B (m)	B/L	Df (m)	γ_1 (KN/m ³)	γ_2 (KN/m ³)	Qu (KN/m ²)	Qadm (KN/m ²)	Qadm (Ton/m ²)
42,00	26,00	1,00	1,00	2,00	18,50	18,50	3011,39	1003,80	102,36
164,50	26,00	1,00	1,00	2,50	18,50	18,50	9466,27	3155,42	321,76
175,00	26,00	1,00	1,00	3,00	18,50	18,50	10375,78	3458,59	352,68
42,00	26,00	1,50	1,00	2,00	18,50	18,50	2907,02	969,01	98,81
164,50	26,00	1,50	1,00	2,50	18,50	18,50	9102,03	3034,01	309,38
175,00	26,00	1,50	1,00	3,00	18,50	18,50	10029,05	3343,02	340,89
42,00	26,00	2,00	1,00	2,00	18,50	18,50	2998,07	999,36	101,91

TRAMO 2									
C (KN/m ²)	φ (°)	B (m)	B/L	Df (m)	γ1 (KN/m ³)	γ2 (KN/m ³)	Qu (KN/m ²)	Qadm (KN/m ²)	Qadm (Ton/m ²)
164,50	26,00	2,00	1,00	2,50	18,50	18,50	8801,65	2933,88	299,17
175,00	26,00	2,00	1,00	3,00	18,50	18,50	9729,48	3243,16	330,71
42,00	26,00	2,50	1,00	2,00	18,50	18,50	2878,11	959,37	97,83
164,50	26,00	2,50	1,00	2,50	18,50	18,50	9095,82	3031,94	309,17
175,00	26,00	2,50	1,00	3,00	18,50	18,50	9477,29	3159,10	322,14

Fuente: Elaboración Propia.

La Qadm mínima presentada se reporta en la estructura con geometría de 2,50 m a una profundidad de 2,00 m con un valor de 97,83 Ton/m², sin embargo, se deja a criterio abierto la selección de la capacidad portante que más se acomode a las dimensiones y profundidad de cada estructura que se presente en este tramo.

Tabla 31. Capacidades portantes; última, admisible y carga máxima admisible, tramo 3.

TRAMO 3									
C (KN/m ²)	φ (°)	B (m)	B/L	Df (m)	γ1 (KN/m ³)	γ2 (KN/m ³)	Qu (KN/m ²)	Qadm (KN/m ²)	Qadm (Ton/m ²)
49,00	19,00	1,00	1,00	2,00	20,00	20,00	1842,97	614,32	62,64
59,50	19,00	1,00	1,00	2,50	20,00	20,00	2296,06	765,35	78,04
52,00	19,00	1,00	1,00	3,00	20,00	20,00	2217,34	739,11	75,37
49,00	19,00	1,50	1,00	2,00	20,00	20,00	1769,90	589,97	60,16
59,50	19,00	1,50	1,00	2,50	20,00	20,00	2215,49	738,50	75,31
52,00	19,00	1,50	1,00	3,00	20,00	20,00	2152,36	717,45	73,16
49,00	19,00	2,00	1,00	2,00	20,00	20,00	1819,16	606,39	61,83
59,50	19,00	2,00	1,00	2,50	20,00	20,00	2150,06	716,69	73,08
52,00	19,00	2,00	1,00	3,00	20,00	20,00	2097,16	699,05	71,28
49,00	19,00	2,50	1,00	2,00	20,00	20,00	1736,32	578,77	59,02
59,50	19,00	2,50	1,00	2,50	20,00	20,00	2225,61	741,87	75,65
52,00	19,00	2,50	1,00	3,00	20,00	20,00	2051,76	683,92	69,74

Fuente: Elaboración Propia.

La Qadm mínima presentada se reporta en la estructura con geometría de 2,50 m a una profundidad de 2,00 m con un valor de 59,02 Ton/m², sin embargo, se deja a criterio abierto la selección de la capacidad portante que más se acomode a las dimensiones y profundidad de cada estructura que se presente en este tramo.

Tabla 32. Capacidades portantes; última, admisible y carga máxima admisible, tramo 4.

TRAMO 4									
C (KN/m ²)	φ (°)	B (m)	B/L	Df (m)	γ1 (KN/m ³)	γ2 (KN/m ³)	Qu (KN/m ²)	Qadm (KN/m ²)	Qadm (Ton/m ²)
49,00	19,00	1,00	1,00	2,00	20,00	20,00	1842,97	614,32	62,64
59,50	19,00	1,00	1,00	2,50	20,00	20,00	2296,06	765,35	78,04
52,00	19,00	1,00	1,00	3,00	20,00	20,00	2217,34	739,11	75,37
49,00	19,00	1,50	1,00	2,00	20,00	20,00	1769,90	589,97	60,16



TRAMO 4									
C (KN/m ²)	ϕ (°)	B (m)	B/L	Df (m)	γ_1 (KN/m ³)	γ_2 (KN/m ³)	Qu (KN/m ²)	Qadm (KN/m ²)	Qadm (Ton/m ²)
59,50	19,00	1,50	1,00	2,50	20,00	20,00	2215,49	738,50	75,31
52,00	19,00	1,50	1,00	3,00	20,00	20,00	2152,36	717,45	73,16
49,00	19,00	2,00	1,00	2,00	20,00	20,00	1819,16	606,39	61,83
59,50	19,00	2,00	1,00	2,50	20,00	20,00	2150,06	716,69	73,08
52,00	19,00	2,00	1,00	3,00	20,00	20,00	2097,16	699,05	71,28
49,00	19,00	2,50	1,00	2,00	20,00	20,00	1736,32	578,77	59,02
59,50	19,00	2,50	1,00	2,50	20,00	20,00	2225,61	741,87	75,65
52,00	19,00	2,50	1,00	3,00	20,00	20,00	2051,76	683,92	69,74

Fuente: Elaboración Propia.

La Qadm mínima presentada se reporta en la estructura con geometría de 2,50 m a una profundidad de 2,00 m con un valor de 59,02 Ton/m², sin embargo, se deja a criterio abierto la selección de la capacidad portante que más se acomode a las dimensiones y profundidad de cada estructura que se presente en este tramo.

Tabla 33. Capacidades portantes; última, admisible y carga máxima admisible, tramo 5.

TRAMO 5									
C (KN/m ²)	ϕ (°)	B (m)	B/L	Df (m)	γ_1 (KN/m ³)	γ_2 (KN/m ³)	Qu (KN/m ²)	Qadm (KN/m ²)	Qadm (Ton/m ²)
59,90	21,00	1,00	1,00	2,00	21,00	21,00	2571,76	857,25	87,42
157,50	21,00	1,00	1,00	2,50	21,00	21,00	6066,66	2022,22	206,21
105,00	21,00	1,00	1,00	3,00	21,00	21,00	4502,43	1500,81	153,04
59,90	21,00	1,50	1,00	2,00	21,00	21,00	2469,30	823,10	83,93
157,50	21,00	1,50	1,00	2,50	21,00	21,00	5829,65	1943,22	198,15
105,00	21,00	1,50	1,00	3,00	21,00	21,00	4357,91	1452,64	148,13
59,90	21,00	2,00	1,00	2,00	21,00	21,00	2538,12	846,04	86,27
157,50	21,00	2,00	1,00	2,50	21,00	21,00	5633,69	1877,90	191,49
105,00	21,00	2,00	1,00	3,00	21,00	21,00	4233,66	1411,22	143,90
59,90	21,00	2,50	1,00	2,00	21,00	21,00	2422,00	807,33	82,32
157,50	21,00	2,50	1,00	2,50	21,00	21,00	5819,95	1939,98	197,82
105,00	21,00	2,50	1,00	3,00	21,00	21,00	4129,79	1376,60	140,37

Fuente: Elaboración Propia.

La Qadm mínima presentada se reporta en la estructura con geometría de 2,50 m a una profundidad de 2,00 m con un valor de 82,32 Ton/m², sin embargo, se deja a criterio abierto la selección de la capacidad portante que más se acomode a las dimensiones y profundidad de cada estructura que se presente en este tramo.

Para todos los tramos las cargas admisibles con base en los parámetros obtenidos del análisis geotécnico realizado, cuyo factor de seguridad fue de 3, se presentan alternativas de Qadm para una cimentación de base entre 1.00 m y 2.50 m, con profundidades de 2.00 m a 3.00 m según la información obtenida en campo, resultados de laboratorio y teniendo en cuenta que es un valor conservador suficiente para las cargas proyectadas.



8.3 CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

A continuación, se presenta el cálculo de los asentamientos máximos que se puedan ostentar en las estructuras a intervenir, para así poder generar un análisis característico entre ellos, tras la ejecución de los sondeos se observó que suelo de fundación corresponde a arcillas de baja plasticidad con alto porcentaje de arenas y un bajo porcentaje de gravas, por lo que se categoriza como suelo mixto, lo anterior no representa la probabilidad de que se tengan asentamientos por consolidación en el tiempo, sin embargo a continuación se presentan los asentamientos inmediatos que podrían llegar a presentarse.

8.3.1 Cálculo de asentamientos inmediatos de la cimentación, tomando como referencia las cargas máximas calculadas anteriormente

El calculo de asentamientos del presente capitulo se realiza ante las cargas de capacidad portante máxima, por el cálculo de asentamientos inmediatos presentados a continuación es el valor máximo que puede presentar el suelo; toda carga de estructuras con una magnitud menor a la presentada generará asentamientos considerablemente menores a aquellos calculados con la capacidad portante máxima admisible Q_{adm} .

Al igual que la presentación de la capacidad portante, las siguientes tablas presentan los diferentes asentamientos para las Q_{adm} de la sección previa, donde el valor del módulo de elasticidad fue extraído de las correlaciones del SPT anteriormente determinadas y el coeficiente de Poisson se determinó según valores típicos del tipo de suelo gracias al softwar geotécnico GEO5, donde según la caracterización del suelo y su consistencia, se presenta un μ_s de 0,35 para suelos arcillosos y un μ_s de 0,40 para suelos arenosos con presencia de finos y material limoso.

Tabla 34. Asentamientos inmediatos en la cimentación, tramo 1.

TRAMO 1						
B (m)	Q_{adm} (KN/m ²)	E_s (KN/m ²)	μ_s	L/B	α_r	S_e (mm)
1,00	698,75	3800	0,35	1,00	0,988	137,62
1,00	1155,15	5300	0,35	1,00	0,988	188,87
1,00	1300,61	5600	0,35	1,00	0,988	201,26
1,50	672,50	3800	0,35	1,00	0,988	230,04
1,50	1113,72	5300	0,35	1,00	0,988	273,14
1,50	1260,01	5600	0,35	1,00	0,988	292,47
2,00	692,25	3800	0,35	1,00	0,988	315,73
2,00	1079,96	5300	0,35	1,00	0,988	353,15
2,00	1225,24	5600	0,35	1,00	0,988	379,20
2,50	662,33	3800	0,35	1,00	0,988	377,60
2,50	1117,63	5300	0,35	1,00	0,988	456,84
2,50	1196,32	5600	0,35	1,00	0,988	462,80

Fuente: Elaboración Propia.



www.suelosygeotecnia.com



Suelos y Geotecnia SAS



[suelosygeotecnia](https://www.instagram.com/suelosygeotecnia)



jgalvis@suelosygeotecnia.com.co
licitaciones@suelosygeotecnia.com.co
ingenieria@suelosygeotecnia.com.co



Calle 31 N° 27-56 - Cañaveral Alto
 Floridablanca, Santander - Colombia
 (57) 318 254 2966

Tabla 35. Asentamientos inmediatos en la cimentación, tramo 2.

TRAMO 2						
B (m)	Qadm (KN/m ²)	Es (KN/m ²)	μ_s	L/B	α_r	Se (mm)
1,00	1003,80	3600	0,35	1,00	0,988	241,63
1,00	3155,42	9200	0,35	1,00	0,988	297,21
1,00	3458,59	9700	0,35	1,00	0,988	308,98
1,50	969,01	3600	0,35	1,00	0,988	349,88
1,50	3034,01	9200	0,35	1,00	0,988	428,67
1,50	3343,02	9700	0,35	1,00	0,988	447,98
2,00	999,36	3600	0,35	1,00	0,988	481,11
2,00	2933,88	9200	0,35	1,00	0,988	552,69
2,00	3243,16	9700	0,35	1,00	0,988	579,46
2,50	959,37	3600	0,35	1,00	0,988	577,33
2,50	3031,94	9200	0,35	1,00	0,988	713,96
2,50	3159,10	9700	0,35	1,00	0,988	705,56

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 36. Asentamientos inmediatos en la cimentación, tramo 3.

TRAMO 3						
B (m)	Qadm (KN/m ²)	Es (KN/m ²)	μ_s	L/B	α_r	Se (mm)
1,00	614,32	3900	0,40	1,00	0,988	130,67
1,00	765,35	4400	0,40	1,00	0,988	144,29
1,00	739,11	4100	0,40	1,00	0,988	149,54
1,50	589,97	3900	0,40	1,00	0,988	188,23
1,50	738,50	4400	0,40	1,00	0,988	208,84
1,50	717,45	4100	0,40	1,00	0,988	217,74
2,00	606,39	3900	0,40	1,00	0,988	257,96
2,00	716,69	4400	0,40	1,00	0,988	270,23
2,00	699,05	4100	0,40	1,00	0,988	282,87
2,50	578,77	3900	0,40	1,00	0,988	307,76
2,50	741,87	4400	0,40	1,00	0,988	349,66
2,50	683,92	4100	0,40	1,00	0,988	345,93

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 37. Asentamientos inmediatos en la cimentación, tramo 4.

TRAMO 4						
B (m)	Qadm (KN/m ²)	Es (KN/m ²)	μ_s	L/B	α_r	Se (mm)
1,00	614,32	3900	0,40	1,00	0,988	130,67
1,00	765,35	4400	0,40	1,00	0,988	144,29
1,00	739,11	4100	0,40	1,00	0,988	149,54



www.suelosygeotecnia.com



Suelos y Geotecnia SAS



suelosygeotecnia



jgalvis@suelosygeotecnia.com.co
licitaciones@suelosygeotecnia.com.co
ingenieria@suelosygeotecnia.com.co



Calle 31 N° 27-56 - Cañaveral Alto
Floridablanca, Santander - Colombia
(57) 318 254 2966

TRAMO 4						
B (m)	Qadm (KN/m ²)	Es (KN/m ²)	μ_s	L/B	α_r	Se (mm)
1,50	589,97	3900	0,40	1,00	0,988	188,23
1,50	738,50	4400	0,40	1,00	0,988	208,84
1,50	717,45	4100	0,40	1,00	0,988	217,74
2,00	606,39	3900	0,40	1,00	0,988	257,96
2,00	716,69	4400	0,40	1,00	0,988	270,23
2,00	699,05	4100	0,40	1,00	0,988	282,87
2,50	578,77	3900	0,40	1,00	0,988	307,76
2,50	741,87	4400	0,40	1,00	0,988	349,66
2,50	683,92	4100	0,40	1,00	0,988	345,93

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 38. Asentamientos inmediatos en la cimentación, tramo 5.

TRAMO 5						
B (m)	Qadm (KN/m ²)	Es (KN/m ²)	μ_s	L/B	α_r	Se (mm)
1,00	857,25	4400	0,40	1,00	0,988	161,62
1,00	2022,22	8900	0,40	1,00	0,988	188,48
1,00	1500,81	6500	0,40	1,00	0,988	191,53
1,50	823,10	4400	0,40	1,00	0,988	232,77
1,50	1943,22	8900	0,40	1,00	0,988	271,68
1,50	1452,64	6500	0,40	1,00	0,988	278,08
2,00	846,04	4400	0,40	1,00	0,988	319,01
2,00	1877,90	8900	0,40	1,00	0,988	350,06
2,00	1411,22	6500	0,40	1,00	0,988	360,20
2,50	807,33	4400	0,40	1,00	0,988	380,51
2,50	1939,98	8900	0,40	1,00	0,988	452,04
2,50	1376,60	6500	0,40	1,00	0,988	439,20

Fuente: Elaboración Propia.

Según lo estipulado en la NSR-10 Título H, los asentamientos totales calculados a 20 años para construcciones aisladas se deben limitar a los 30 cm de modo que el suelo tiene capacidad aceptable y cumple con los requerimientos mínimos de la NSR-10.

8.4 DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE BALASTO

El coeficiente de Balasto es una medida de la rigidez del suelo y se utiliza comúnmente en el diseño de cimentaciones para estructuras, en este capítulo se determina tanto el coeficiente de balasto horizontal como el coeficiente de balasto vertical requeridos para el diseño de las estructuras de cimentación planteadas en la variante Las Olas.

8.4.1 Coeficiente de Balasto vertical

El coeficiente de Balasto vertical es un parámetro utilizado para estimar las deformaciones en los suelos producto de las cargas que transmite una estructura de cimentación a los estratos donde esta se apoya, estas deformaciones son instantáneas por lo que no se computan los asientos por consolidación de los terrenos cohesivos blandos o compresibles.

Las unidades de k son MN/m^3 . El valor del coeficiente de reacción de la subrasante no es una constante para un suelo dado, sino depende más bien de varios factores, como la longitud L y el ancho B de la cimentación y también de la profundidad de empotramiento de ésta. Un estudio amplio de Terzaghi (1955) de los parámetros que afectan el coeficiente de reacción de la subrasante indicó que el valor del coeficiente disminuye con el ancho de la cimentación. En el campo se pueden realizar pruebas de carga con placas cuadradas que miden $0.3 \times 0.3 \text{ m}$ para calcular el valor de k . Este valor se puede relacionar con cimentaciones grandes que miden $B \times B$ de la manera siguiente:

Para suelos cohesivos:

Ecuación 3. Ecuación del coeficiente de reacción K_v para suelos finos.

$$k = k_{0.3} * \frac{0.3}{B}$$

Fuente: (Das, 2015)

Para suelos granulares:

Ecuación 4. Ecuación del coeficiente de reacción K_v para suelos granulares.

$$k = k_{0.3} \left(\frac{B + 0.3}{2B} \right)^2$$

Fuente: (Das, 2015)

Donde $k_{0.3}$ y k = coeficientes de reacción de la subrasante de cimentaciones que miden $0.3 \times 0.3 \text{ m}$ y $B(\text{m}) \times B(\text{m})$, respectivamente (las unidades son MN/m^3).

Tabla 39. Valores comunes de la reacción de la subrasante.

Tabla 6.2 Valores comunes de la reacción de la subrasante, $k_{0,3}(k_1)$.

Tipo de suelo	$k_{0,3}(k_1)$ MN/m ³
Arena seca o húmeda	
Suelta	8-25
Media	25-125
Densa	125-375
Arena saturada:	
Suelta	10-15
Media	35-40
Densa	130-150
Arcilla:	
Rígida	10-25
Muy rígida	25-50
Dura	>50

Fuente: (Das, 2015)

Gracias al ensayo de SPT se determinó la resistencia del suelo con el número de golpes, con esto es posible clasificar los suelos según su consistencia, donde se presentaron arcillas desde rígidas a muy rígidas, limos rígidos, arenas arcillosas densas y el material característico de la formación de terrazas coluviales que presenta la mayor dureza de la exploración.

Con lo anterior, se definieron los parámetros del K_{30} para calcular el coeficiente de Balasto vertical, a continuación, se presenta una serie de tablas en función de las dimensiones de la cimentación, donde se determinan los K_v para cada tramo y profundidad de la variante las Olas.

Tabla 40. K_v para cimentaciones de 1,00 m x 1,00 m.

KV para una base de 1,00 m x 1,00 m					
# Tramo	Profundidad (m)		Tipo de suelo	K_{30} (MN/m ³)	K_v (MN/m ³)
	Desde	Hasta			
1	0,50	2,00	fino (CL)	30	9
1	2,00	5,00	formación coluvial	200	84,5
2	0,50	1,00	fino (CL)	10	3
2	1,00	2,00	granular (SC)	120	50,7
2	2,00	5,00	formación coluvial	200	84,5
3	0,50	3,00	fino (ML)	20	6



KV para una base de 1,00 m x 1,00 m					
# Tramo	Profundidad (m)		Tipo de suelo	K ₃₀ (MN/m ³)	Kv (MN/m ³)
	Desde	Hasta			
3	3,00	5,00	formación coluvial	200	84,5
4	0,50	3,00	fino (ML)	20	6
4	3,00	5,00	formación coluvial	200	84,5
5	0,50	3,00	fino (CL)	35	10,5
5	3,00	5,00	formación coluvial	200	84,5

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 41. Kv para cimentaciones de 1,50 m x 1,50 m.

KV para una base de 1,50 m x 1,50 m					
# Tramo	Profundidad (m)		Tipo de suelo	K ₃₀ (MN/m ³)	Kv (MN/m ³)
	Desde	Hasta			
1	0,50	2,00	fino (CL)	30	6
1	2,00	5,00	formación coluvial	200	72
2	0,50	1,00	fino (CL)	10	2
2	1,00	2,00	granular (SC)	120	43,2
2	2,00	5,00	formación coluvial	200	72
3	0,50	3,00	fino (ML)	20	4
3	3,00	5,00	formación coluvial	200	72
4	0,50	3,00	fino (ML)	20	4
4	3,00	5,00	formación coluvial	200	72
5	0,50	3,00	fino (CL)	35	7
5	3,00	5,00	formación coluvial	200	72

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 42. Kv para cimentaciones de 2,00 m x 2,00 m.

KV para una base de 2,00 m x 2,00 m					
# Tramo	Profundidad (m)		Tipo de suelo	K ₃₀ (MN/m ³)	Kv (MN/m ³)
	Desde	Hasta			
1	0,50	2,00	fino (CL)	30	4,5
1	2,00	5,00	formación coluvial	200	66,125
2	0,50	1,00	fino (CL)	10	1,5
2	1,00	2,00	granular (SC)	120	39,675
2	2,00	5,00	formación coluvial	200	66,125
3	0,50	3,00	fino (ML)	20	3
3	3,00	5,00	formación coluvial	200	66,125
4	0,50	3,00	fino (ML)	20	3
4	3,00	5,00	formación coluvial	200	66,125



KV para una base de 2,00 m x 2,00 m					
# Tramo	Profundidad (m)		Tipo de suelo	K ₃₀ (MN/m ³)	Kv (MN/m ³)
	Desde	Hasta			
5	0,50	3,00	fino (CL)	35	5,25
5	3,00	5,00	formación coluvial	200	66,125

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 43. Kv para cimentaciones de 2,50 m x 2,50 m.

KV para una base de 2,50 m x 2,50 m					
# Tramo	Profundidad (m)		Tipo de suelo	K ₃₀ (MN/m ³)	Kv (MN/m ³)
	Desde	Hasta			
1	0,50	2,00	fino (CL)	30	3,6
1	2,00	5,00	formación coluvial	200	62,72
2	0,50	1,00	fino (CL)	10	1,2
2	1,00	2,00	granular (SC)	120	37,632
2	2,00	5,00	formación coluvial	200	62,72
3	0,50	3,00	fino (ML)	20	2,4
3	3,00	5,00	formación coluvial	200	62,72
4	0,50	3,00	fino (ML)	20	2,4
4	3,00	5,00	formación coluvial	200	62,72
5	0,50	3,00	fino (CL)	35	4,2
5	3,00	5,00	formación coluvial	200	62,72

Fuente: Elaboración Propia.

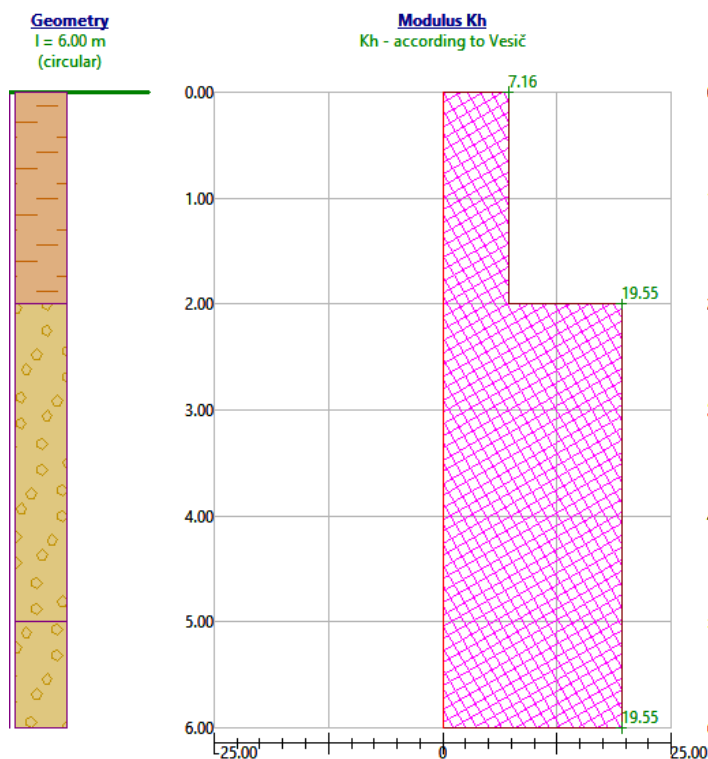
Las tablas anteriores presentan valores para el coeficiente de Balasto según la profundidad de los estratos de suelo explorado y según el tramo de la variante, es decir, si se proyecta una estructura de 2,50 m x 2,50 m enterrada a 1.50 m en el tramo 2, el Kv elegido sería de 37,632 MN/m³ pues la profundidad está en el rango de los suelos granulares encontrados en la exploración.

8.4.2 Coeficiente de Balasto horizontal

El coeficiente de Balasto horizontal (también conocido como coeficiente de subrasante lateral) es una medida de la rigidez lateral del suelo y se utiliza comúnmente en el diseño de estructuras de contención, como muros de contención y muros pantalla.

Para determinar el coeficiente de balasto horizontal se utilizó el software geotécnico PILE de GEO5, donde se procesó el cálculo de coeficiente de Balasto horizontal según la metodología de Vesic, al igual que en el numeral anterior, se presenta una variación del coeficiente de balasto según el tramo y la profundidad, las siguientes graficas permiten interpretar los coeficientes hasta una profundidad de 6,00 m.

ilustración 3. Gráfico del Kh según la profundidad del tramo 1.



Fuente: Elaboración Propia.

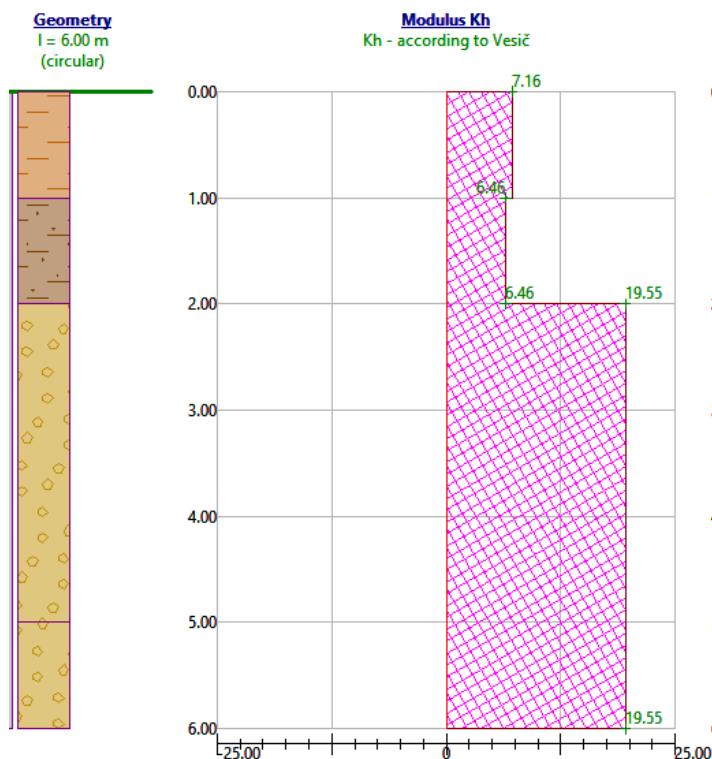
Tabla 44. Kh según la profundidad del tramo 1.

Tramo 1		
Profundidad (m)		Kh (MN/m ³)
Desde	Hasta	
0,00	2,00	7,16
2,00	6,00	19,55

Fuente: Elaboración Propia.

Para el tramo 1 se determinó un perfil promedio de arcillas de baja plasticidad hasta los 2 m pues en este tramo se encuentran los sondeos 1, 2, 6 y 7 donde el estrato de arcillas en promedio finalizaría cerca de los 2,00 metros, posterior se encuentra la capa de la formación de depósitos coluviales característica de la zona, donde se aprecia un incremento del coeficiente.

ilustración 4. Gráfico del K_h según la profundidad del tramo 2.



Fuente: Elaboración Propia.

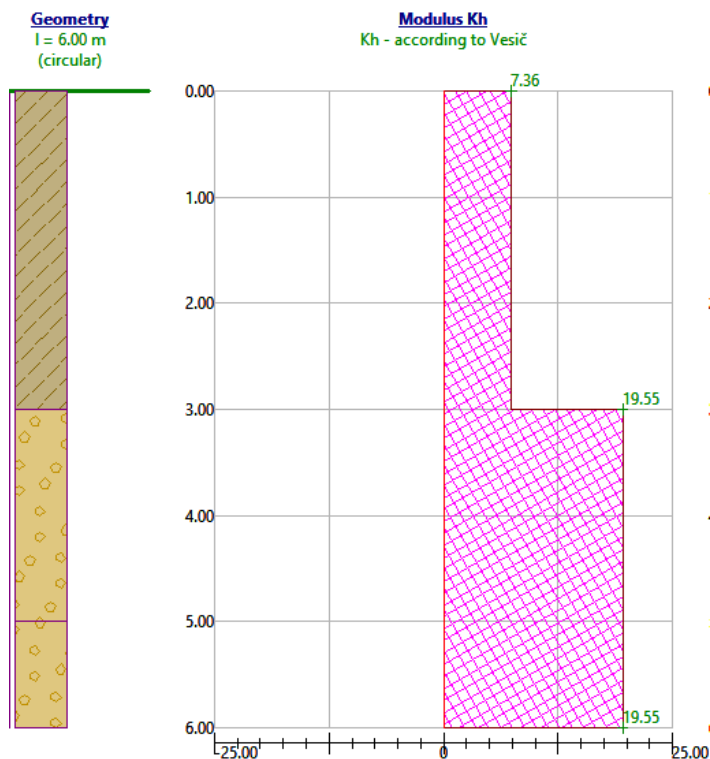
Tabla 45. K_h según la profundidad del tramo 2.

Tramo 2		
Profundidad (m)		K_h (MN/m³)
Desde	Hasta	
0,00	1,00	7,16
1,00	2,00	6,46
2,00	6,00	19,55

Fuente: Elaboración Propia.

Para el tramo 2 se determinó un perfil promedio de arcillas de baja plasticidad hasta el primer metro, seguido un estrato de arena arcillosa con espesor de un metro, para después encontrarse la capa de la formación de depósitos coluviales característica de la zona, donde se aprecia un incremento del coeficiente.

ilustración 5. Gráfico del K_h según la profundidad del tramo 3.



Fuente: Elaboración Propia.

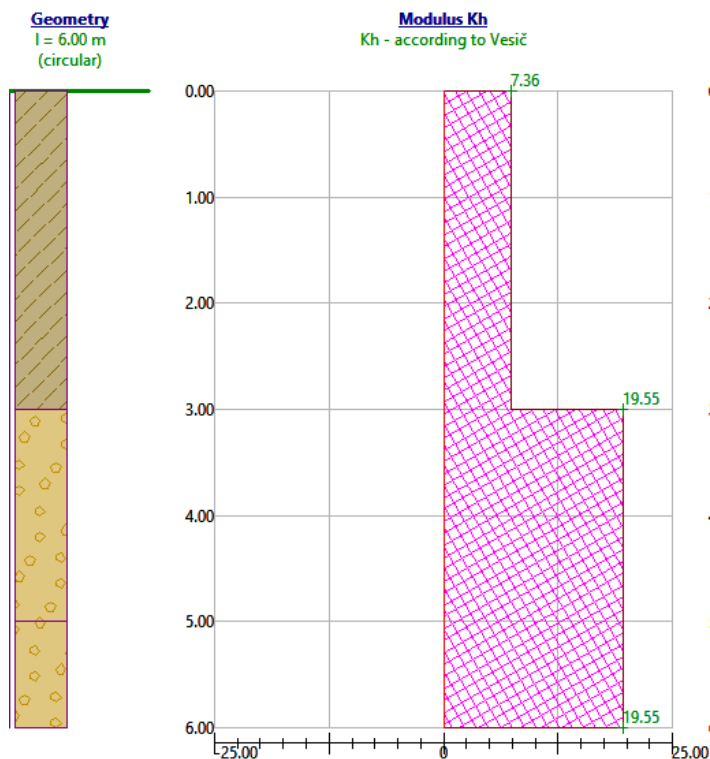
Tabla 46. K_h según la profundidad del tramo 3.

Tramo 3		
Profundidad (m)		K_h (MN/m ³)
Desde	Hasta	
0,00	3,00	7,36
3,00	6,00	19,55

Fuente: Elaboración Propia.

Para el tramo 3 se determinó un perfil promedio de limos de baja plasticidad hasta los 3 m, posterior se encuentra la capa de la formación de depósitos coluviales característica de la zona, donde se aprecia un incremento del coeficiente.

ilustración 6. Gráfico del K_h según la profundidad del tramo 4.



Fuente: Elaboración Propia.

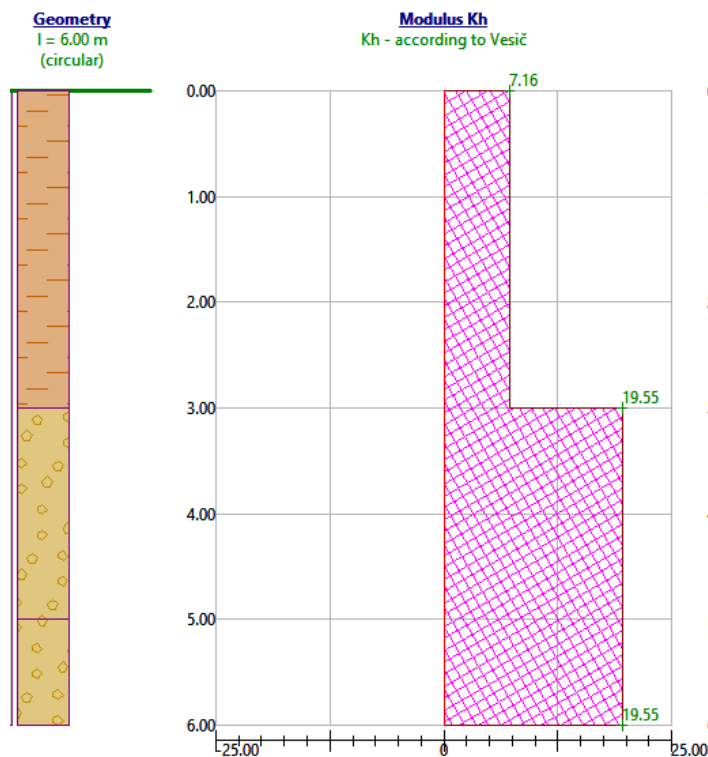
Tabla 47. K_h según la profundidad del tramo 4.

Tramo 4		
Profundidad (m)		K_h (MN/m³)
Desde	Hasta	
0,00	3,00	7,36
3,00	6,00	19,55

Fuente: Elaboración Propia.

Para el tramo 4 se determinó un perfil promedio de limos de baja plasticidad hasta los 3 m, posterior se encuentra la capa de la formación de depósitos coluviales característica de la zona, donde se aprecia un incremento del coeficiente.

ilustración 7. Gráfico del Kh según la profundidad del tramo 5.



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 48. Kh según la profundidad del tramo 5.

Tramo 5		
Profundidad (m)		Kh (MN/m³)
Desde	Hasta	
0,00	3,00	7,16
3,00	6,00	19,55

Fuente: Elaboración Propia.

Para el tramo 4 se determinó un perfil promedio de arcillas de baja plasticidad hasta los 3 m, posterior se encuentra la capa de la formación de depósitos coluviales característica de la zona, donde se aprecia un incremento del coeficiente.

9 RIESGO GEOTECNICO

El presente capítulo evalúa la estabilidad de los perfiles críticos presentados a lo largo de la red de conducción, así como la susceptibilidad ante eventos de erosión causada por las excavaciones, movimiento de masa, licuefacción y suelos expansivos.

9.1 ESTABILIDAD DE TALUDES

La variante las Olas hace parte de la red de conducción entre la planta de tratamiento de agua potable Rafael Ardila Duarte, en la vereda Los Angelinos y el Tanque ferrovías, este tramo se ubica a lo largo del barrio que le da nombre a la variante; Las Olas hace parte de del Norte de Bucaramanga, y se caracteriza por instalarse a lo largo de la avenida Libertador, vía a la costa. El barrio se divide en 2 sectores gracias a su geometría de pendientes pronunciadas, resultando en las olas altas y las olas bajas.

La ubicación del presente estudio geotécnico permite conocer la estratigrafía y propiedades físico-mecánicas del subsuelo gracias a 7 sondeos donde se ejecutaron ensayos de SPT in situ, en la siguiente imagen se aprecia la ubicación de los sondeos (puntos cian) con respecto a la red de conducción proyectada (polígono rojo).

Imagen 8. Ubicación de los sondeos respecto a la red de conducción.



Fuente: Elaboración Propia.

Interpolando la ubicación de los sondeos con la red de conducción proyectada se obtiene la siguiente tabla, relacionando el abscisado más cercano a cada punto de la exploración.

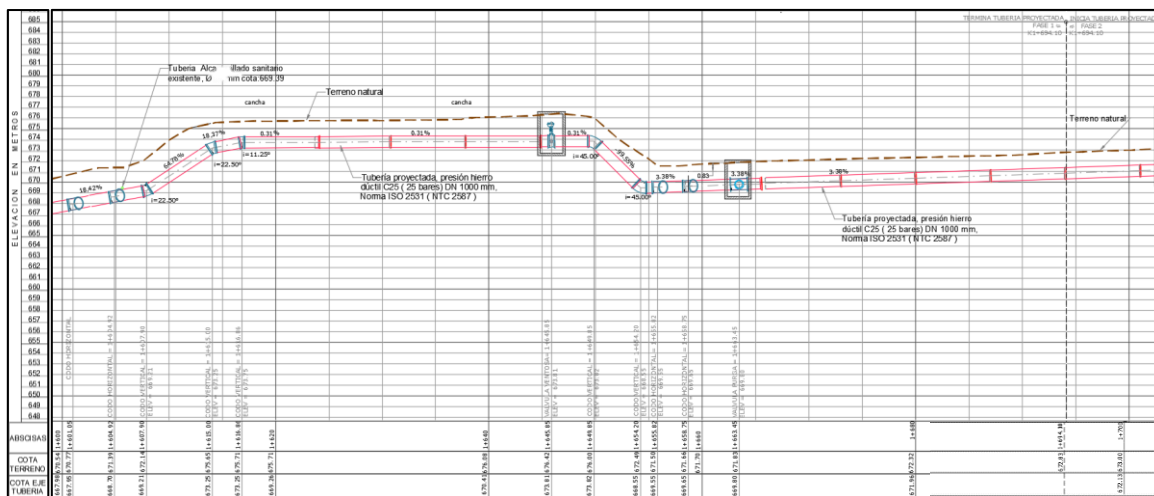
Tabla 49. Relación sondeos con abscisado.

sondeo	abscisado
1	K1+600
2	K1+665
3	K1+930
4	K1+985
5	K1+740
6	K1+645
7	K1+646

Fuente: Elaboración Propia.

Una vez identificada la ubicación relacionada a los sondeos, gracias al perfil de elevación proporcionado es posible identificar el intervalo del abscisado del estudio de suelos, resultando entre los tramos K1+600 hasta K1+985. A continuación, se presenta el perfil de elevación de los tramos mencionados.

Imagen 9. Vista en perfil tramo 1.

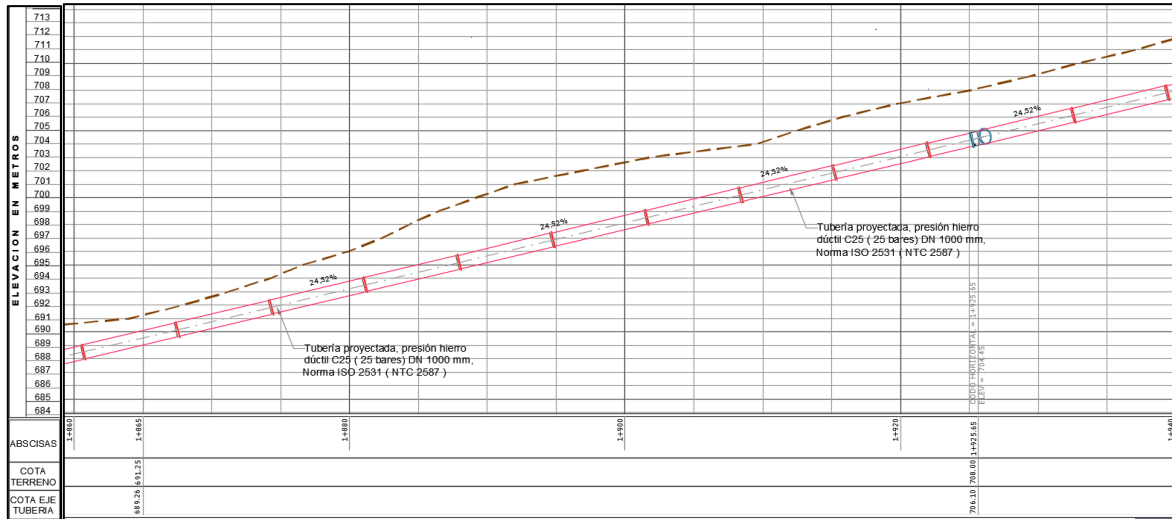


Fuente: Elaboración Propia.

Del tramo 1 entre el K1+600 y K1+700 donde se encuentran los sondeos 1, 2, 6 y 7, se aprecian pendientes leves de hasta 3.38%, esta zona conecta la calle 20 norte con la cancha de las Olas bajas.

Del tramo 3 entre el K1+780 y K1+860 se aprecia una continuación de la pendiente del tramo anterior, en esta se reporta un canal existente situado al lado de la red de conexión proyectada, se ve un aumento progresivo de pendiente llegando hasta 24.52%.

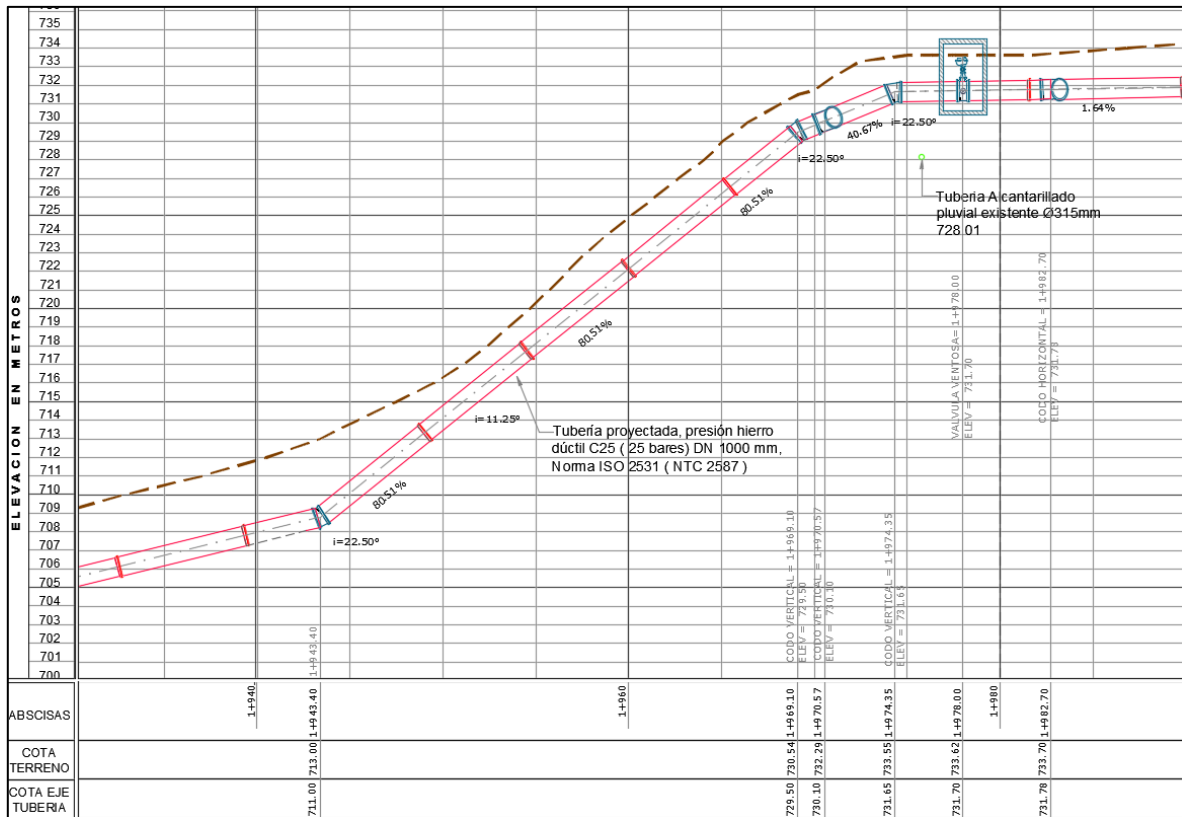
Imagen 12. Vista en perfil tramo 4.



Fuente: Elaboración Propia.

Del tramo 4 entre el K1+860 y K1+940 donde se encuentra el sondeo 3, se aprecia una continuación de la pendiente pronunciada del tramo anterior, en esta se reporta el fin canal existente situado al lado de la red de conexión proyectada.

Imagen 13. Vista en perfil tramo 5.



Fuente: Elaboración Propia.

Del tramo 5 entre el K1+940 y K1+990 donde se encuentra el sondeo 4, se aprecia un aumento a una pendiente altamente pronunciada, el tramo finaliza en la carrera 16ª donde la pendiente se ve disminuida al porcentaje de la acera.

Ya que se proyecta la ejecución de excavaciones para la construcción de estructuras de red de conducción en este numeral, se presente el análisis de estabilidad de las excavaciones y recomendaciones para el sistema de excavación más adecuado, que garantice la estabilidad de los taludes generados y permita el desarrollo de los trabajos en condiciones seguras.

Para los análisis de estabilidad de taludes resultantes de la excavación, se adopta el valor de aceleración horizontal pico efectiva propuesta por el REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE NSR-10, para el municipio de Bucaramanga, del Departamento de Santander, es decir, de 0.25.

Tabla 50. Valores de Aa y Av correspondientes al municipio de Bucaramanga.

Municipio	Aa	Av	Zona de Amenaza Sísmica
Bucaramanga	0,25	0,25	Alta

Fuente: (Asociación Colombiana De Ingeniería Sísmica, 2010).

Aa = coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva, para diseño = 0.25

Av = coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva, para diseño = 0.25

De acuerdo con la NSR-10 los valores del factor de seguridad no pueden ser menores a los exigidos por la norma.

Tabla 51. Factores de seguridad básicos mínimos directos.

Condición	F _{SBM}	
	Diseño	Construcción
Taludes – Condición Estática y Agua Subterránea Normal	1,50	1,25
Taludes – Condición Pseudo-estática con Agua Subterránea Normal y Coeficiente Sísmico de Diseño	1,05	1,00

Fuente: (Asociación Colombiana De Ingeniería Sísmica, 2010).

Dadas las recomendaciones para el tipo de proyecto y de acuerdo con la topografía existente, se deben realizar excavaciones para la cimentación de cada zona, a continuación, se presentan los análisis de estabilidad de los taludes más críticos del terreno generados por las excavaciones.

Se empleó el programa de modelación y determinación de los factores de seguridad Slide, del fabricante RockScience, con esto se determinaron los factores de seguridad de una excavación proyectada, esta modelación se realiza con las condiciones más críticas del terreno; cuando el talud se encuentra saturado y bajo acción sísmica, adicional, la geometría que se muestra en estas secciones de modelación es suministrada por el cliente.

Los análisis de estabilidad que se presentan en este numeral son:

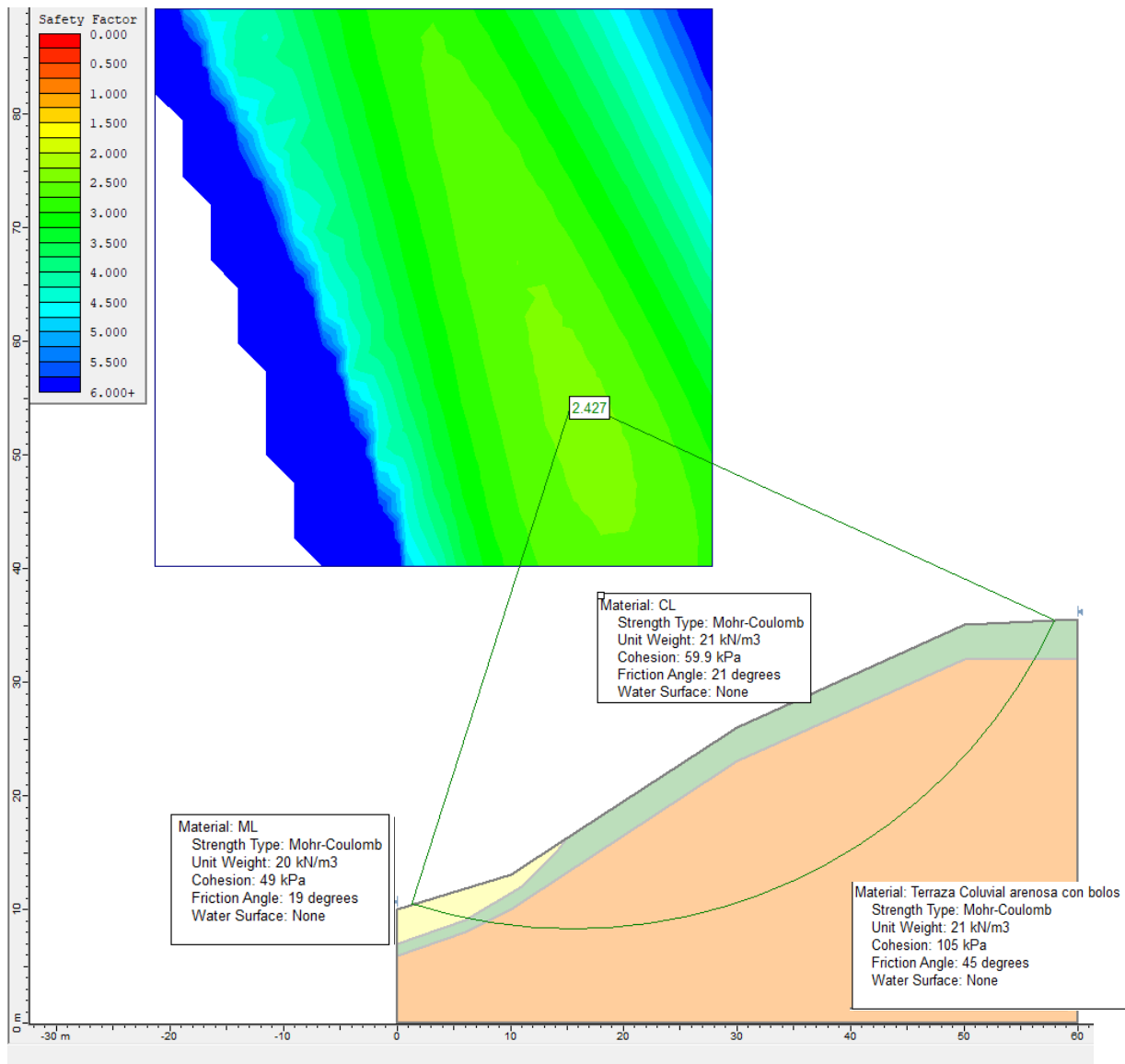
- Análisis de estabilidad en condición estática (sin sismo) con condición de agua subterránea normal.
- Análisis de estabilidad en condición dinámica (con sismo) con condición de agua subterránea normal.

Observando los perfiles de elevación de los tramos anteriormente descritos se considera crítico el análisis del tramo 5, pues su pendiente supera el 80% en la mayoría del tramo, Los parámetros de suelo usados se comparten con aquellos presentados en el capítulo de capacidad portante.

9.1.1 Tramo 5

En el tramo 5 se encuentran 2 estratigrafías presentes, aproximándose por el K1+940 se encuentra un estrato de limos de baja plasticidad como los encontrados en el sondeo 3, mientras que en el K1+985 se encuentra un estrato de arcillas de baja plasticidad hasta los 3 metros reportado en el sondeo 4, se espera que a lo largo del talud la estratigrafía se comporte como se describe en el siguiente modelo; con esto en mente el análisis de estabilidad para una condición estática del siguiente talud se presenta a continuación.

Imagen 14. Modelación de talud del tramo 5, análisis estático.



Fuente: Elaboración Propia.

Con el fin de consolidar un factor de seguridad que garantice un resultado conservador, el análisis de estabilidad de taludes generados por la excavación se realiza bajo la metodología de diferentes autores, a continuación, se muestran los resultados.

Tabla 52. Metodos usados para el analisis de estabilidad en condición estática.

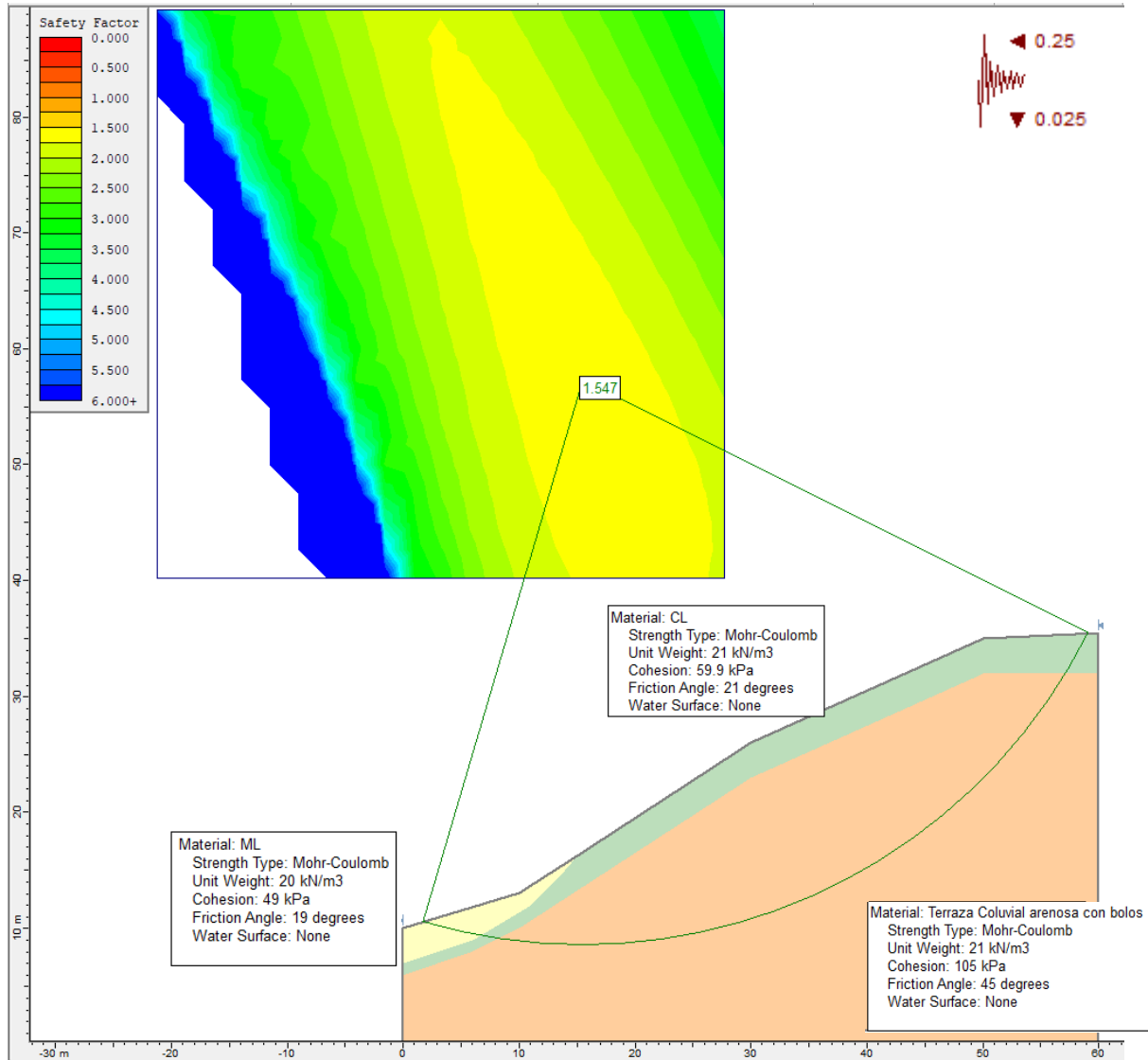
Método	Factor de seguridad
Bishop	2.427
Janbu	2.235
Spencer	2.420
Promedio	2.427

Fuente: Elaboración Propia.

El valor del factor de seguridad es superior a 1.5 en condición estática.

Para el análisis de estabilidad en condición dinámica se utilizaron las aceleraciones propuestas por la NSR10 según el perfil del suelo del área de Bucaramanga, el modelo en cuestión se presenta a continuación.

Imagen 15. Modelación de talud del tramo 5, análisis dinámico.



Fuente: Elaboración Propia.

Con el fin de consolidar un factor de seguridad que garantice un resultado conservador, el análisis de estabilidad de taludes generados por la excavación se realiza bajo la metodología de diferentes autores, a continuación, se muestran los resultados,

Tabla 53. Metodos usados para el analisis de estabilidad en condición dinámica.

Método	Factor de seguridad
Bishop	1.547
Janbu	1.374
Spencer	1.544

Método	Factor de seguridad
Promedio	1.555

Fuente: Elaboración Propia.

El valor del factor de seguridad es superior a 1.05 en condición dinámica.

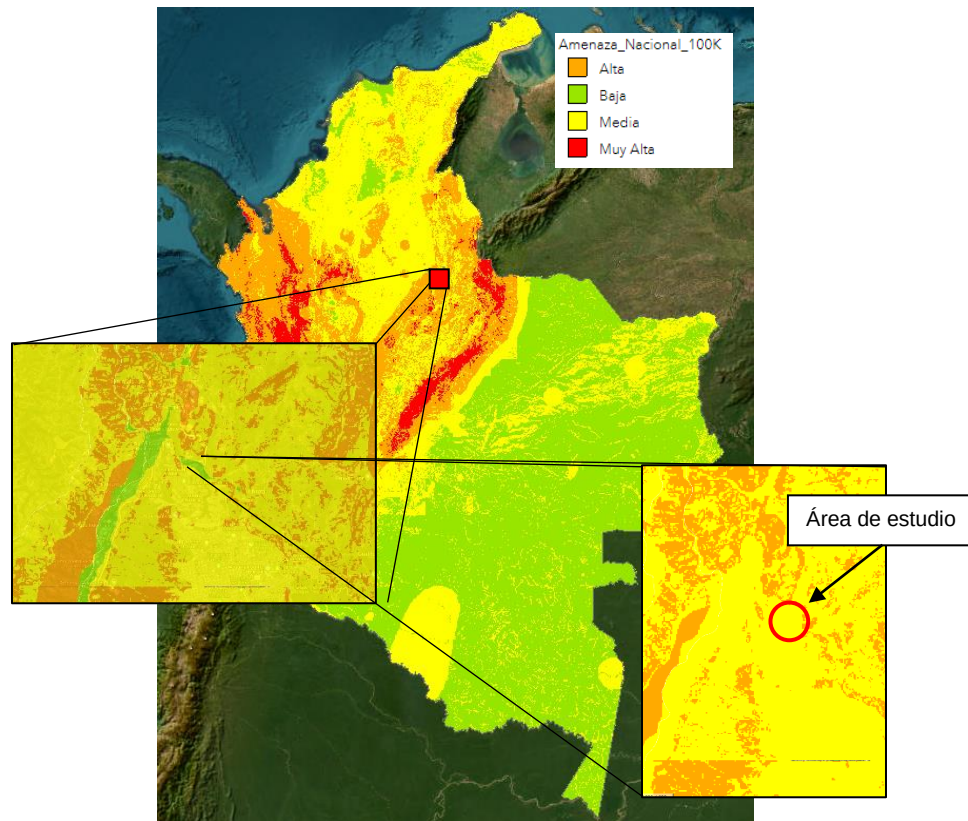
9.2 DESLIZAMIENTOS

Los deslizamientos son un tipo de riesgo geológico que afecta a las comunidades, infraestructura y al mismo ambiente. Consiste principalmente en el movimiento de masas de suelo, roca y flujos de diferentes constituciones y tamaños. Siendo clasificados según su geología, propiedades ingenieriles, tipo de corte y tamaño de partículas, pero el sistema de clasificación más adoptado por los estudios es el de Varnes en 1978, que describe 5 estilos distintos de movimientos (caídos, volteos, deslizamientos rotacionales y traslacionales, flujos, expansión lateral y reptación) y el tipo de material (rocas, detritos, tierra, lodo).

Durante los trabajos de campo se observó que la red de conducción de la variante las Olas se encuentra sobre una ladera bastante inclinada, que comunica la parte alta con la parte baja del mismo barrio, dada la naturaleza del terreno, las pendientes encontradas actúan como una red de drenaje de aguas superficiales al momento de un evento de lluvia.

De acuerdo con la verificación de la estabilidad de las laderas presentes en la zona periferia al sitio del proyecto, a través de la información suministrada por el Servicio Geológico Colombiano (SGC) en el mapa de Amenaza por Movimiento de Remoción de Masa, se observa que el área de estudio posee una amenaza media que podría representar problemas geotécnicos asociados a los taludes aledaños al sitio de estudio como se observa en la imagen. Sin embargo, la escala de este mapa es 1:100.000, lo que sugiere que el análisis realizado para su elaboración es muy regional y posiblemente discretiza grandes extensiones en un mismo grado de amenaza sin tener en cuenta las condiciones locales de cada una de ellas. Cabe resaltar que las apreciaciones dadas anteriormente se basan en la exploración geotécnica realizada y la inspección visual de las condiciones del terreno teniendo en cuenta el alcance del estudio, ya que, para realizar una caracterización completa de la amenaza se requieren estudios adicionales que no se encuentran en los objetivos del proyecto.

Imagen 16. Mapa de amenaza sísmica por movimiento de remoción de masa.



Fuente: Servicio Geológico Colombiano S.G.C.

La zona de estudio en cuestión se ubica en la franja de amenaza media, al igual que toda el área metropolitana de Bucaramanga, esta se rodea por cuerpos que se identifican como amenaza alta por lo que se encontrarán movimientos aledaños que no necesariamente afecten de manera directa al área de estudio.

Según registros de movimientos de masa reportados por INGEOMINAS, a la margen izquierda del río Suratá, zona aledaña a la zona de estudio se reportó el 23 de noviembre de 2006 un movimiento de reptación de roca sedimentaria ligeramente húmeda de plasticidad baja, este deslizamiento se evidencia en la siguiente fotografía, tomada del reporte oficial del SIMMA, entidad del Servicio Geológico Colombiano.

Fotografía 21. Registro fotográfico reptación en el norte de Bucaramanga.



Fuente: Sistema de información de movimientos en masa SIMMA.

9.3 PROTECCIÓN FRENTE A EROSIÓN DEL TERRENO A CAUSA DE LAS EXCAVACIONES

Debido a que la granulometría del terreno es consistentemente una mezcla entre arenas y material fino con pocas gravas, el suelo es propenso a sufrir de erosión generada por agentes ambientales como el agua y el viento, durante las excavaciones y mientras se implementan las estructuras, se deben proteger los taludes de los efectos erosivos que genera especialmente el agua, en especial en zonas donde se identificaron los estratos superficiales como limos de baja plasticidad, pues este material es propenso a lavarse durante los eventos de lluvia.

En este numeral se plasman las recomendaciones geotécnicas adicionales al manejo de la superficie de los taludes mostrados en el numeral 8.1, estas recomendaciones tienen como propósito minimizar el riesgo de deslizamiento, tomando como referencia las medidas más conocidas e implementadas para ello.

Bromhead (1992) (citado por Turnery y Schuster, 1996), plantea factores desestabilizantes críticos, en orden de importancia como el factor más influyente: la variación de las presiones del agua las cuales están ligadas a la pluviosidad, la infiltración, la escorrentía y su distribución a través de la masa del suelo.

Como se proyectan excavaciones que generan taludes y expuestos a la erosión, estos requieren protegerse contra la erosión y la infiltración de aguas lluvias, empleando bermas

de coronación, diques de desviación y bermas de talud, dissipadores y otras obras cuyas ventajas y desventajas se muestran a continuación:

Tabla 54. Métodos para el control de la erosión en taludes, manual de estabilidad de taludes, INVIAS.

METODOS PARA CONTROL DE LA EROSION EN TALUDES		
TRATAMIENTO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Drenaje en la cara del talud	Previene la erosión, puede ser temporal o permanente según la finalidad ingenieril del talud, puede ser construido o prolongado a medida que avanza el corte.	Requiere obras complementarias para coleccionar el agua, la construcción permanente no es siempre compatible con otras obras del proyecto, exigen dissipadores de energía.
Berma en la corona del talud	Evitar escurrimiento sobre el talud, conduce el agua al sistema de drenaje, puede ser construida antes de iniciar la excavación.	Cuando el acceso a la corona del talud es difícil, se dificulta la construcción de estas bermas en laderas empinadas o rocosas, la concentración de agua puede requerir canales revestidos y dissipadores de energía. Puede promover la infiltración.
Dique o canal interceptor	Corta y conduce el agua a sitios seleccionados reduciendo la erosión potencial, puede ser incorporado al sistema de drenaje permanente.	Dificultades de acceso, requiere de un mantenimiento frecuente si no está revestido, el material puede ser fácil de rodar.
Aterrazamiento	Disminuye la velocidad del agua de escorrentía, colecciona sedimentos los cuales requiere ser removidos (mantenimiento), permite acceso al talud para empujamiento y mantenimiento, colecciona agua hacia el sistema de drenaje o al terreno natural	Puede originar falla del talud si el agua se infiltra, requiere de cunetas complementarias, requiere terreno adicional, este aterrazamiento no es posible en todos los terrenos, incrementa el volumen de excavación.

Fuente: (INVIAS, 1998).

Acorde a las necesidades en obra, y la disponibilidad de los recursos, el método más recomendado para controlar la erosión de los taludes que van a ser resultado de cortes y excavaciones en el proyecto, es la ejecución de excavaciones con al menos 45° de inclinación en sus paredes laterales.

9.4 SUSCEPTIBILIDAD FRENTE AL EVENTO DE LICUEFACCION

La licuefacción se define como la pérdida dramática de resistencia debido al incremento de presión de poros bajo condiciones de carga no-drenada; Cargas sísmicas inducen licuación en arenas y limos sueltos y saturados, a continuación, se realiza la evaluación frente al fenómeno de licuación para los depósitos de material hasta una profundidad de 3.0 metros.

Siguiendo los conceptos acerca de evaluación de la susceptibilidad a la licuación de las características de los materiales encontrados y sus circunstancias expuestas en la NSR10, y teniendo en cuenta que no todos los suelos son licuables se realiza la siguiente lista de chequeo:

Acorde con la información obtenida en el estudio de suelos, el material predominante en el sitio del proyecto son material fino de baja plasticidad, así como arenas con alto porcentaje de arcillas (SC, CL, ML), no se observó nivel freático en la exploración por medio del sondeo SPT.

(a) La edad geológica es determinante: Suelos del Holoceno son más susceptibles que los del Pleistoceno y la licuación de depósitos de edades anteriores no es común; corresponde a suelos de edades del Mesozoico, Triásico y Jurásico.

(b) El depósito de suelo debe estar saturado, o cerca de la saturación, para que ocurra la licuación; El suelo no se presenta saturado.

(c) Depósitos fluviales, coluviales, granulares, eólicos, cuando están saturados, son susceptibles de licuación; Corresponde a un depósito coluvial que no presenta nivel freático en la exploración.

(d) Así mismo pueden clasificarse como licuables los depósitos de abanicos aluviales, planicies aluviales, playas, terrazas y estuarios; corresponde a una terraza asociada con la intersección entre el Río de Oro y el Río Suratá pero se presenta alejado de los 2 cuerpos hídricos.

(e) Son muy susceptibles a la licuación las arenas finas y arenas limosas, relativamente uniformes, con densidad suelta y media. Generalmente se producen grandes deformaciones del terreno y de las estructuras apoyadas, y pueden formar volcanes de arena en superficie con los correspondientes cambios volumétricos severos; El depósito presenta arenas arcillosas de alta dureza.

(f) Los depósitos bien gradados con tamaños hasta de gravas, gravas arenosas y gravas areno-limosas, son menos susceptibles a licuación, pero de todas formas deben verificarse. Estos materiales también pueden generar cambios volumétricos del terreno; Estos depósitos corresponden a arenas arcillosas y material fino.

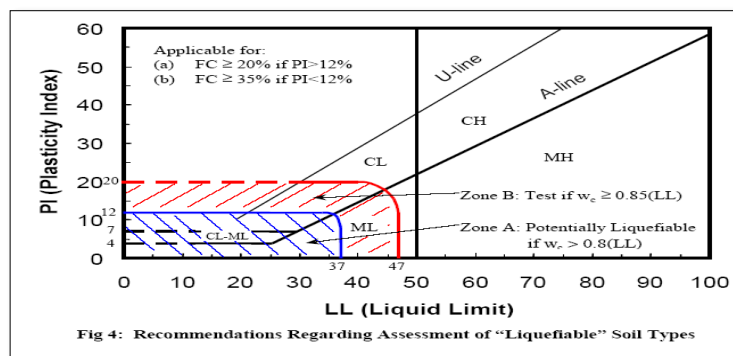


(g) Los limos, limos arcillosos y arcillas limosas, de baja plasticidad y con la humedad natural cercana al límite líquido, también son susceptibles de presentar licuación o falla cíclica. Generalmente se produce la degradación progresiva de la resistencia dinámica de los suelos finos con el número de ciclos de carga equivalente, llevándolos a la falla o generando grandes asentamientos del terreno y de las estructuras apoyadas en él; El depósito presenta en el sondeo 3 material limoso con humedades entre el 17% y el 20%.

Método determinístico evaluación potencial de licuefacción:

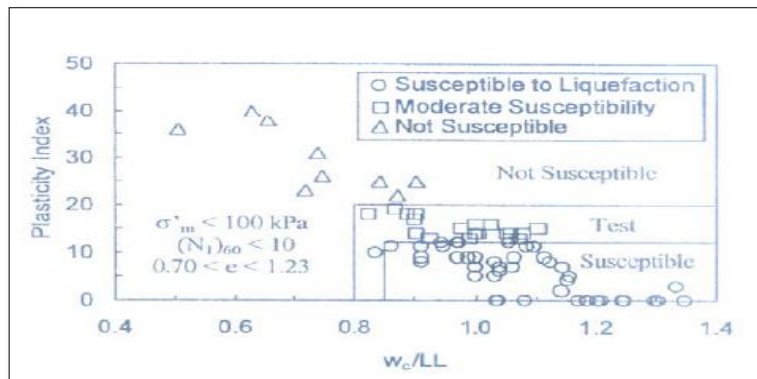
Acorde con la información obtenida en el estudio de suelos, el material predominante en el sitio del proyecto son material fino de baja plasticidad, así como arenas con alto porcentaje de arcillas (SC, CL, ML); de humedad y plasticidad baja, no se evidencio nivel freático en el depósito a 4.0 metros de profundidad en la exploración. A continuación, se presentan dos gráficas para determinar en suelos el potencial de licuación, de los materiales, se analiza el porcentaje del límite líquido e índice de plasticidad, usando los datos arrojados por el laboratorio, "Criterio Seed and Idrish".

Figura 22. Criterio recomendado a la susceptibilidad de licuación (Seed and Idrish)



Fuente (Seed and Idrish)

Figura 23. Criterio recomendado a la susceptibilidad de licuación (Bray et al 2004)



Fuente: (Bray et al 2004)

Tabla 55. Clasificación de suelos susceptibles a licuefacción.

Nombre nclatu ra	Muestra		USCS	% Wn	LL (%)	IP (%)	W/LL	SUCEPTIBLE	MODERADO	NO SUSCEPTIBLE
	de	a								
Sondeo 1	0,50	0,95	SC	13	32	10	0,41			X
Sondeo 1	1,50	1,95	CL	6,6	30	8	0,22			X
Sondeo 2	0,50	0,95	CL	13,9	36	19	0,39			X
Sondeo 2	1,50	1,95	CL	13,8	36	22	0,38			X
Sondeo 2	2,50	2,95	CL	14,3	39	18	0,37			X
Sondeo 3	1,50	1,95	ML	17,2	34	8	0,51			X
Sondeo 3	2,50	2,95	ML	20,2	38	8	0,53			X
Sondeo 4	0,50	0,95	CL	15,8	35	14	0,45			X
Sondeo 4	1,50	1,95	CL	14,2	36	16	0,39			X
Sondeo 4	2,50	2,95	CL	10,3	33	22	0,31			X
Sondeo 5	0,50	0,95	CL	11,5	30	9	0,38			X
Sondeo 5	1,50	1,95	SC	11,9	28	9	0,43			X
Sondeo 6	0,50	0,95	CL	9,9	34	12	0,29			X
Sondeo 7	0,50	0,95	SC	11	35	17	0,31			X
Sondeo 7	1,50	1,95	SC	10,3	30	9	0,34			X
Sondeo 7	2,50	2,95	SC	11,5	33	15	0,35			X

Fuente: Elaboración Propia.

Observando las gráficas anteriores, se muestra que el suelo presente en la zona del proyecto no es susceptible a licuación de acuerdo con el análisis por medio de los límites de plasticidad, pero ya que el punto presenta materiales areno limosos de densidades medias, se recomienda no incrementar severamente la carga del suelo en el proceso constructivo y evitar deformaciones por el incremento de la presión de poros.

En el presente capítulo se expuso 2 metodologías para determinar el potencial de licuefacción, donde ninguna determinó la posibilidad de ocurrencia gracias al tipo de suelo, las condiciones geológicas y los cuerpos hídricos aledaños, ensayos de límites de Atterberg e índice de plasticidad.

9.5 POSIBILIDAD DE SUELOS EXPANSIVOS

Como característica especial, todas las arcillas tienen, de una forma u otra, la propiedad de contraerse cuando pierden humedad y de expandirse cuando la ganan de nuevo según las condiciones ambientales.

Como minerales activos se reconocen la montmorillonita, la vermiculita y algunas variedades de haloisita; la particularidad de éstos radica en que tienen la propiedad de "absorber" moléculas de agua dentro de su propia estructura molecular.



Los daños que presentan las edificaciones cimentadas superficialmente en estos suelos se manifiestan progresivamente mediante fisuramientos, agrietamientos y giros de conjunto de los muros y elementos estructurales, a causa de movimientos desiguales de sus cimientos, especialmente en los años de prolongados períodos de verano e invierno.

A continuación, se muestra la evaluación de suelos expansivos:

Basados en los valores del límite líquido, del índice de plasticidad, contenido de partículas coloidales y bajos valores del límite de contracción. Estos criterios deben verificarse en el laboratorio mediante ensayos de las propiedades índices correspondientes. Para este análisis, se toman las muestras extraídas en las exploraciones, estos materiales son principalmente finos y con presencia de arenas.

Tabla 56. Clasificación de suelos expansivos.

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

Fuente: (Asociación Colombiana De Ingeniería Sísmica, 2010)

9.5.1 Clasificación del potencial de expansión por medio de los límites de Atterberg.

Tabla 57. Evaluación del potencial de expansión de los suelos.

Nombre nclatu ra	Muestra		USCS	LL (%)	IP (%)	Alto	Medio	Bajo
	de	a						
Sondeo 1	0,5	0,95	SC	32	10			
Sondeo 1	1,5	1,95	CL	30	8			x
Sondeo 2	0,5	0,95	CL	36	19			x
Sondeo 2	1,5	1,95	CL	36	22			x
Sondeo 2	2,5	2,95	CL	39	18		x	
Sondeo 3	1,5	1,95	ML	34	8			x
Sondeo 3	2,5	2,95	ML	38	8			x

Nombre nclatu ra	Muestra		USCS	LL (%)	IP (%)	Alto	Medio	Bajo
	de	a						
Sondeo 4	0,5	0,95	CL	35	14			x
Sondeo 4	1,5	1,95	CL	36	16			x
Sondeo 4	2,5	2,95	CL	33	22		x	
Sondeo 5	0,5	0,95	CL	30	9			x
Sondeo 5	1,5	1,95	SC	28	9			x
Sondeo 6	0,5	0,95	CL	34	12			x
Sondeo 7	0,5	0,95	SC	35	17			x
Sondeo 7	1,5	1,95	SC	30	9			x
Sondeo 7	2,5	2,95	SC	33	15			x

Fuente: Elaboración Propia.

Tomando los resultados de los ensayos de laboratorio para las exploraciones se tiene lo siguiente:

El valor del límite líquido para los suelos presentes en los sondeos tomados a partir del ensayo de laboratorio es menor de 39%. (suelos de baja compresibilidad) a excepción de un estrato de la muestra 2.

El valor del índice de plasticidad para los materiales presentes en los sondeos, y tomados a partir de los ensayos de laboratorio es menor al 20% (suelos de plasticidad baja). A excepción de un estrato de la muestra 4.

Por estos conceptos y por la granulometría presente en el sitio, se determina que el suelo presente posee un potencial bajo de expansión, se recomienda durante el proceso de construcción, no incrementar la humedad del suelo.

10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La exploración geotécnica realizada permitió caracterizar los suelos correspondientes a la variante de las olas de la red de conducción proyectada, ubicada en el norte de Bucaramanga, Santander, reportando en capas de suelo residual hasta los 3,80 metros arcillas de baja plasticidad, así como arenas con alto contenido de arcillas y limos de alta plasticidad, posterior a esto se encontró el material característico de la formación de terrazas descrito en el componente de la geología local, donde se presenta material coluvial altamente compactado que no permite el avance del ensayo de SPT pues a los 50 golpes el estrato arroja rechazo, por lo que se garantiza una excelente capacidad portante a las profundidades donde el N alcanzó 50.

La consistencia de los suelos es varía entre rígida y muy rígida (9-50 golpes/pie), presentando en todos los sondeos suelos mixtos (porcentajes distribuidos entre arenas, finos y gravas) por lo que es un suelo optimo para soportar estructuras; las estructuras



proyectadas deben ser cimentadas adecuadamente para mitigar los riesgos de asentamientos que se puedan presentar.

Los parámetros geotécnicos determinados mediante los ensayos de laboratorio, correlaciones a partir del número de golpes del ensayo de SPT in situ y la literatura relacionada con el tipo de suelo, permitieron el cálculo de la capacidad portante para las estructuras proyectadas a lo largo de la variante Las Olas, permitiendo así al especialista en estructuras elegir aquella que se adapte a las condiciones de geometría y profundidad de cada cimentación en específico, pues se presenta una amplia variedad de resultados distribuidos a lo largo de 5 tramos determinados con el abscisado de la red de conducción; Este caso se presenta también para los asentamientos inmediatos, donde para cada valor de capacidad portante presentado se complementa un valor de asentamiento en mm.

La evaluación de estabilidad de taludes se realizó en el tramo 5, pues este presenta tanto el suelo con condiciones más desfavorables (estrato de 3 m de limo de baja plasticidad, cuyas propiedades del suelo fueron las menores de toda la exploración y la pendiente más pronunciada identificada en el perfil de elevación). Por lo que la condición de los tramos anteriores a este se asegura es más favorable. Dicho esto, los factores de seguridad calculados por las 3 metodologías para condición estática y dinámica cumplen con lo establecido en la norma, por lo que se concluye que las propiedades del suelo son favorables y garantizan la estabilidad del talud presentado.

El perfil de la variante las Olas es en su mayoría leve, a excepción del tramo 5, donde la pendiente se reporta de hasta 80.05%, es en este mismo tramo donde en el pie del talud se encontraron estratos de limo de baja plasticidad (ML) hasta los 3,00 m, por lo que la posibilidad de erosión en esta zona está presente, pues el drenaje natural del terreno transportaría el agua lluvia a estas zonas, provocando erosiones gracias a que las partículas de finos del suelo se lavarían, por lo que se recomienda realizar un tratamiento de control de erosión en la zona descrita.

Dado a que la mayoría de los suelos residuales presenta alto porcentaje de finos, se realizó un análisis de posibilidad ante la expansión utilizando los resultados de los laboratorios de límites de Atterberg e índice de plasticidad, donde se comprobó que los suelos presentan una baja susceptibilidad ante este evento.

Dado a que se presentan arenas y que la ubicación del proyecto yace sobre una terraza coluvial que a su vez limita con el desemboque del Río Suratá en el Río de Oro, se presentó un análisis de susceptibilidad ante la licuefacción, donde se determinó poco probable este evento gracias a los criterios expuestos en su respectivo capítulo.

11 BIBLIOGRAFIA

- Asociación Colombiana De Ingeniería Sísmica. (2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10*. Bogotá: Asociación Colombiana De Ingeniería Sísmica.
- Das, B. M. (2015). Fundamentos de ingeniería geotécnica, cuarta edición. En B. M. Das, *Fundamentos de ingeniería geotécnica*. México: Cengage learning.
- G, J. N. (1963). *Estudio Estratigráfico del Girón al W del Macizo de Santander (Cordillera Oriental, Colombia)*. Boletín De Geología, (12), 19–33. Recuperado a partir de <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistaboletindegologia/article/view/5652>.
- INGEOMINAS. (1984). Memoria explicativa Plancha 119 - Jamundí. Escala 1:100.000. *Ministerio de Minas y Energía*.
- INVIAS. (1998). *Manual de estabilidad de taludes geotecnia vial*. Bogotá: INVIAS.
- INVIAS. (2013). *Compresión inconfiada en muestras de suelos. INV E 152 - 13*. Bogotá.
- INVIAS. (2013). *Determinación del límite líquido de los suelos. INV E 125 - 13*. Bogotá.
- INVIAS. (2013). *Determinación en el laboratorio del contenido de agua (humedad) de muestras de suelo, roca y mezclas de suelo-agregado INV E 122-13*. Bogotá.
- INVIAS. (2013). *Ensayo Normal de Penetración (SPT) y muestreo de suelos con tubo partido INV E 111-13*.
- INVIAS. (2013). *Investigación de suelos y rocas para propósitos de ingeniería. INV E 101 - 13*. Bogotá.
- M.DAS, B. (2012). Fundamentos de ingeniería de cimentaciones. En B. M.DAS, *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones septima edicion* (pág. 819). Cengage Learning.
- Servicio Geológico Colombiano. (s.f.). *Servicio Geológico Colombiano*. Obtenido de Servicio Geológico Colombiano: http://geoportal.sgc.gov.co/Flexviewer/Amenaza_Movimiento_Remocion_Masa/

12 ANEXOS



www.suelosygeotecnia.com

Suelos y Geotecnia SAS

[suelosygeotecnia](https://www.instagram.com/suelosygeotecnia)



jgalvis@suelosygeotecnia.com.co
licitaciones@suelosygeotecnia.com.co
ingenieria@suelosygeotecnia.com.co



Calle 31 N° 27-56 - Cañaveral Alto
Floridablanca, Santander - Colombia



(57) 318 254 2966



SUELOS Y GEOTECNIA S.A.S

NIT: 900922834-7

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
INV E-122-13

Versión

LAB-01-2019

Cliente:	5T S.A.S BIC	Codigo de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	10-abr-23		

SONDEO/APIQUE O TRINCHERA	1		
No de Muestra	1		
Profundidad (m)	0,50 a 0,95		
Capsula No.	37		
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)	184,00		
Peso cápsula + suelo seco W2(g)	167,00		
Peso cápsula (g)	36,00		
Peso agua (g)	17,0		
Peso suelo seco (g)	131,0		
Humedad W (%)	13,0		
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			

Observaciones:

Sebastian Aguillon
Laboratorista

Julian Galvis
Gerente Técnico

Cliente:	5T S.A.S BIC	Codigo de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	10-abr-23		

SONDEO/APIQUE O TRINCHERA	1		
No de Muestra	2		
Profundidad (m)	1,50 a 1,95		
Capsula No.	31		
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)	181,00		
Peso cápsula + suelo seco W2(g)	172,00		
Peso cápsula (g)	36,00		
Peso agua (g)	9,0		
Peso suelo seco (g)	136,0		
Humedad W (%)	6,6		
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			

Observaciones:



Sebastian Aguillon
Laboratorista



Julian Galvis
Gerente Técnico

Cliente:	5T S.A.S BIC	Codigo de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	10-abr-23		

SONDEO/APIQUE O TRINCHERA	2		
No de Muestra	1		
Profundidad (m)	0,50 a 0,95		
Capsula No.	28		
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)	174,00		
Peso cápsula + suelo seco W2(g)	157,00		
Peso cápsula (g)	35,00		
Peso agua (g)	17,0		
Peso suelo seco (g)	122,0		
Humedad W (%)	13,9		
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			

Observaciones:



Sebastian Aguillon
Laboratorista



Julian Galvis
Gerente Técnico

Cliente:	5T S.A.S BIC	Código de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	10-abr-23		

SONDEO/APIQUE O TRINCHERA	2		
No de Muestra	2		
Profundidad (m)	1,50 a 1,95		
Capsula No.	34		
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)	184,00		
Peso cápsula + suelo seco W2(g)	166,00		
Peso cápsula (g)	36,00		
Peso agua (g)	18,0		
Peso suelo seco (g)	130,0		
Humedad W (%)	13,8		
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			

Observaciones:



Sebastian Aguillon
Laboratorista



Julian Galvis
Gerente Técnico

Cliete:	5T S.A.S BIC	Codigo de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	10-abr-23		

SONDEO/APIQUE O TRINCHERA	2		
No de Muestra	3		
Profundidad (m)	2,50 a 2,95		
Capsula No.	32		
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)	172,00		
Peso cápsula + suelo seco W2(g)	155,00		
Peso cápsula (g)	36,00		
Peso agua (g)	17,0		
Peso suelo seco (g)	119,0		
Humedad W (%)	14,3		
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			

Observaciones:



Sebastian Aguillon
Laboratorista



Julian Galvis
Gerente Técnico



SUELOS Y GEOTECNIA S.A.S

NIT: 900922834-7

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
INV E-122-13

Versión

LAB-01-2019

Cliente:	5T S.A.S BIC	Codigo de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	11-abr-23		

SONDEO/APIQUE O TRINCHERA	3		
No de Muestra	2		
Profundidad (m)	1,50 a 1,95		
Capsula No.	35		
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)	179,00		
Peso cápsula + suelo seco W2(g)	158,00		
Peso cápsula (g)	36,00		
Peso agua (g)	21,0		
Peso suelo seco (g)	122,0		
Humedad W (%)	17,2		
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			

Observaciones:

Sebastian Aguillon
Laboratorista

Julian Galvis
Gerente Técnico



SUELOS Y GEOTECNIA S.A.S

NIT: 900922834-7

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
INV E-122-13

Versión

LAB-01-2019

Cliente:	5T S.A.S BIC	Codigo de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	11-abr-23		

SONDEO/APIQUE O TRINCHERA	3		
No de Muestra	3		
Profundidad (m)	2,50 a 2,95		
Capsula No.	33		
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)	186,00		
Peso cápsula + suelo seco W2(g)	161,00		
Peso cápsula (g)	37,00		
Peso agua (g)	25,0		
Peso suelo seco (g)	124,0		
Humedad W (%)	20,2		
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			

Observaciones:

Sebastian Aguillon
Laboratorista

Julian Galvis
Gerente Técnico



SUELOS Y GEOTECNIA S.A.S

NIT: 900922834-7

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
INV E-122-13

Versión

LAB-01-2019

Cliente:	5T S.A.S BIC	Codigo de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	11-abr-23		

SONDEO/APIQUE O TRINCHERA	4		
No de Muestra	1		
Profundidad (m)	0,50 a 0,95		
Capsula No.	30		
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)	175,00		
Peso cápsula + suelo seco W2(g)	156,00		
Peso cápsula (g)	36,00		
Peso agua (g)	19,0		
Peso suelo seco (g)	120,0		
Humedad W (%)	15,8		
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			

Observaciones:

Sebastian Aguillon
Laboratorista

Julian Galvis
Gerente Técnico



SUELOS Y GEOTECNIA S.A.S

NIT: 900922834-7

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
INV E-122-13

Versión

LAB-01-2019

Cliente:	5T S.A.S BIC	Codigo de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	11-abr-23		

SONDEO/APIQUE O TRINCHERA	4		
No de Muestra	2		
Profundidad (m)	1,50 a 1,95		
Capsula No.	29		
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)	164,00		
Peso cápsula + suelo seco W2(g)	148,00		
Peso cápsula (g)	35,00		
Peso agua (g)	16,0		
Peso suelo seco (g)	113,0		
Humedad W (%)	14,2		
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			

Observaciones:

Sebastian Aguillon
Laboratorista

Julian Galvis
Gerente Técnico



SUELOS Y GEOTECNIA S.A.S

NIT: 900922834-7

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
INV E-122-13

Versión

LAB-01-2019

Cliente:	5T S.A.S BIC	Codigo de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	11-abr-23		

SONDEO/APIQUE O TRINCHERA	4		
No de Muestra	3		
Profundidad (m)	2,50 a 2,95		
Capsula No.	36		
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)	176,00		
Peso cápsula + suelo seco W2(g)	163,00		
Peso cápsula (g)	37,00		
Peso agua (g)	13,0		
Peso suelo seco (g)	126,0		
Humedad W (%)	10,3		
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			

Observaciones:

Sebastian Aguillon
Laboratorista

Julian Galvis
Gerente Técnico



SUELOS Y GEOTECNIA S.A.S

NIT: 900922834-7

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
INV E-122-13

Versión

LAB-01-2019

Cliente:	5T S.A.S BIC	Codigo de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	13-abr-23		

SONDEO/APIQUE O TRINCHERA	5		
No de Muestra	1		
Profundidad (m)	0,50 a 0,95		
Capsula No.	27		
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)	183,00		
Peso cápsula + suelo seco W2(g)	168,00		
Peso cápsula (g)	37,00		
Peso agua (g)	15,0		
Peso suelo seco (g)	131,0		
Humedad W (%)	11,5		
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			

Observaciones:

Sebastian Aguillon
Laboratorista

Julian Galvis
Gerente Técnico



SUELOS Y GEOTECNIA S.A.S

NIT: 900922834-7

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
INV E-122-13

Versión

LAB-01-2019

Cliente:	5T S.A.S BIC	Codigo de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	13-abr-23		

SONDEO/APIQUE O TRINCHERA	5		
No de Muestra	2		
Profundidad (m)	1,50 a 1,95		
Capsula No.	13		
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)	184,00		
Peso cápsula + suelo seco W2(g)	170,00		
Peso cápsula (g)	52,00		
Peso agua (g)	14,0		
Peso suelo seco (g)	118,0		
Humedad W (%)	11,9		
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			

Observaciones:

Sebastian Aguillon
Laboratorista

Julian Galvis
Gerente Técnico



SUELOS Y GEOTECNIA S.A.S

NIT: 900922834-7

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
INV E-122-13

Versión

LAB-01-2019

Cliente:	5T S.A.S BIC	Codigo de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	13-abr-23		

SONDEO/APIQUE O TRINCHERA	6		
No de Muestra	1		
Profundidad (m)	0,50 a 0,95		
Capsula No.	14		
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)	184,00		
Peso cápsula + suelo seco W2(g)	172,00		
Peso cápsula (g)	51,00		
Peso agua (g)	12,0		
Peso suelo seco (g)	121,0		
Humedad W (%)	9,9		
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			

Observaciones:

Sebastian Aguillon
Laboratorista

Julian Galvis
Gerente Técnico

Cliente:	5T S.A.S BIC	Codigo de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	13-abr-23		

SONDEO/APIQUE O TRINCHERA	7		
No de Muestra	1		
Profundidad (m)	0,50 a 0,95		
Capsula No.	12		
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)	181,00		
Peso cápsula + suelo seco W2(g)	168,00		
Peso cápsula (g)	50,00		
Peso agua (g)	13,0		
Peso suelo seco (g)	118,0		
Humedad W (%)	11,0		
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			

Observaciones:



Sebastian Aguillon
Laboratorista



Julian Galvis
Gerente Técnico



SUELOS Y GEOTECNIA S.A.S

NIT: 900922834-7

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
INV E-122-13

Versión

LAB-01-2019

Cliente:	5T S.A.S BIC	Código de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	13-abr-23		

SONDEO/APIQUE O TRINCHERA	7		
No de Muestra	2		
Profundidad (m)	1,50 a 1,95		
Capsula No.	18		
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)	170,00		
Peso cápsula + suelo seco W2(g)	159,00		
Peso cápsula (g)	52,00		
Peso agua (g)	11,0		
Peso suelo seco (g)	107,0		
Humedad W (%)	10,3		
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			

Observaciones:

Sebastian Aguillon
Laboratorista

Julian Galvis
Gerente Técnico



SUELOS Y GEOTECNIA S.A.S

NIT: 900922834-7

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
INV E-122-13

Versión

LAB-01-2019

Cliente:	5T S.A.S BIC	Codigo de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	13-abr-23		

SONDEO/APIQUE O TRINCHERA	7		
No de Muestra	3		
Profundidad (m)	2,50 a 2,95		
Capsula No.	11		
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)	177,00		
Peso cápsula + suelo seco W2(g)	164,00		
Peso cápsula (g)	51,00		
Peso agua (g)	13,0		
Peso suelo seco (g)	113,0		
Humedad W (%)	11,5		
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			
SONDEO/APIQUE O TRINCHERA			
No de Muestra			
Profundidad (m)			
Capsula No.			
Peso cápsula + suelo húmedo W1 (g)			
Peso cápsula + suelo seco W2(g)			
Peso cápsula (g)			
Peso agua (g)			
Peso suelo seco (g)			
Humedad W (%)			

Observaciones:

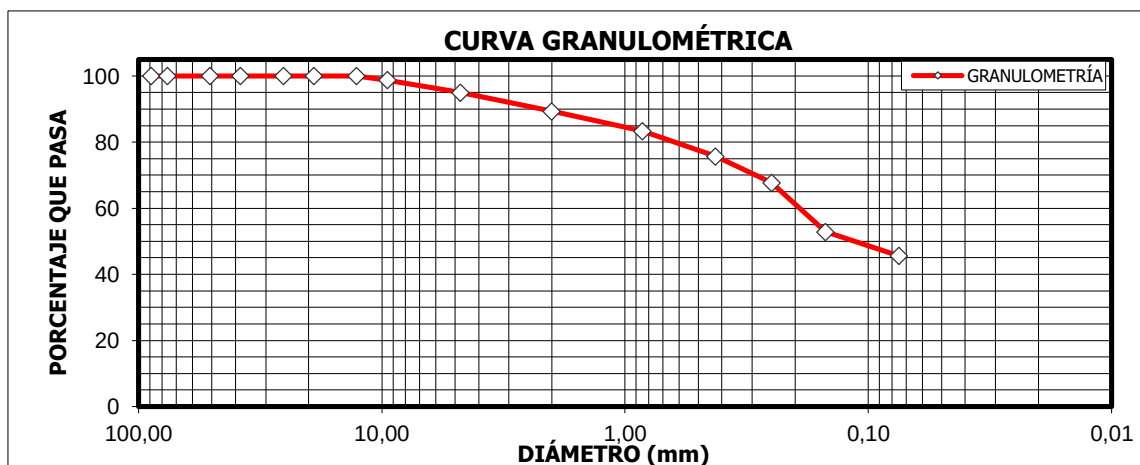
Sebastian Aguillon
Laboratorista

Julian Galvis
Gerente Técnico

Cliente:	5T S.A.S BIC	Código de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	10-abr-23	Profundidad :	0,50 a 0,95
Apique/Sondeo:	S1	Coordenadas	N: 1283158
Descripción:	Muestra #1		E: 1104609

PESO MUESTRA SECA (g) P1: 403
PESO MUESTRA LAVADA POR TAMIZ Nº 200 (g) P2: 219

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO			PASA (%)
		PARCIAL (gr)	PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)	REAL
3 1/2"	88.9	0	0.00	0.0	100
3"	76.2	0.0	0.00	0.0	100
2"	50.8	0.0	0.00	0.0	100
1 1/2"	38.1	0.0	0.00	0.0	100
1"	25.4	0.0	0.00	0.0	100
3/4"	19.05	0.0	0.00	0.0	100
1/2"	12.7	0.0	0.00	0.0	100
3/8"	9.51	5.0	1.24	1.2	99
N4	4.76	15.0	3.73	5.0	95
N10	2.00	23.0	5.71	10.7	89
N20	0.850	24.0	5.96	16.6	83
N40	0.425	31.0	7.70	24.3	76
N60	0.250	32.0	7.95	32.3	68
N100	0.150	60.0	14.90	47.2	53
N200	0.075	29.0	7.20	54.4	46
FONDO	.....	183.7	45.61	100.0	0



Coefficiente de Uniformidad Cu: NA
Coefficiente de Curvatura Cc: NA
Clasificación SUCS: SC

% de Gravas: 4.97
% de Arenas: 49.42
% de Finos: 45.61

Observaciones:



Sebastian Aguillon
Laboratorista

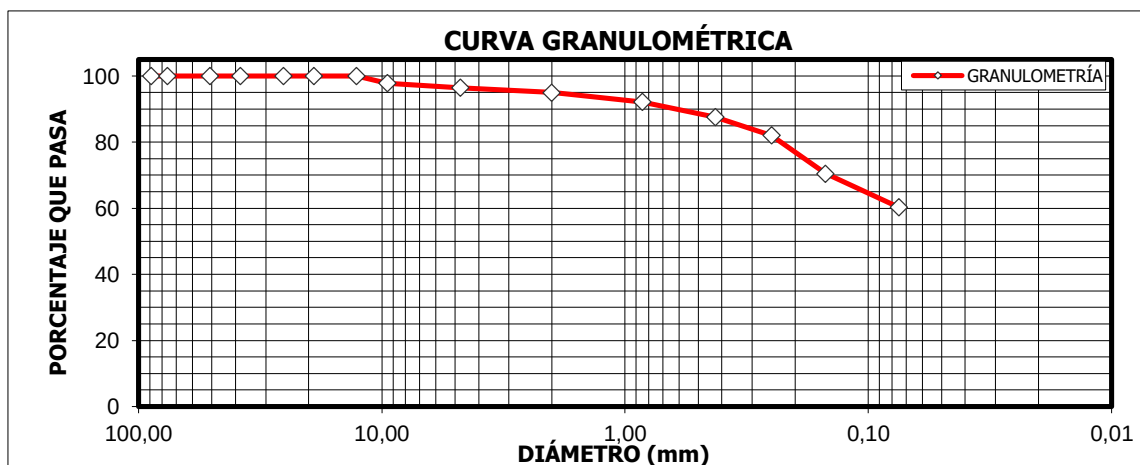


Julian Galvis
Gerente Técnico

Cliente:	5T S.A.S BIC	Código de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	10-abr-23	Profundidad :	0,50 a 0,95
Apique/Sondeo:	S2	Coordenadas	N: 1283206
Descripción:	Muestra #1		E: 1104561

PESO MUESTRA SECA (g) P1: 394
PESO MUESTRA LAVADA POR TAMIZ Nº 200 (g) P2: 157,1

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO			PASA (%)
		PARCIAL (gr)	PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)	REAL
3 1/2"	88.9	0	0.00	0.0	100
3"	76.2	0.0	0.00	0.0	100
2"	50.8	0.0	0.00	0.0	100
1 1/2"	38.1	0.0	0.00	0.0	100
1"	25.4	0.0	0.00	0.0	100
3/4"	19.05	0.0	0.00	0.0	100
1/2"	12.7	0.0	0.00	0.0	100
3/8"	9.51	8.5	2.16	2.2	98
N4	4.76	5.5	1.40	3.6	96
N10	2.00	5.8	1.47	5.0	95
N20	0.850	10.9	2.77	7.8	92
N40	0.425	18.4	4.67	12.5	88
N60	0.250	21.7	5.50	18.0	82
N100	0.150	45.5	11.54	29.5	70
N200	0.075	40.2	10.20	39.7	60
FONDO	.....	237.7	60.30	100.0	0



Coefficiente de Uniformidad Cu: NA
Coefficiente de Curvatura Cc: NA
Clasificación SUCS: CL

% de Gravas: 3.55
% de Arenas: 36.15
% de Finos: 60.30

Observaciones: CL ARENOSO



Sebastian Aguillon
Laboratorista

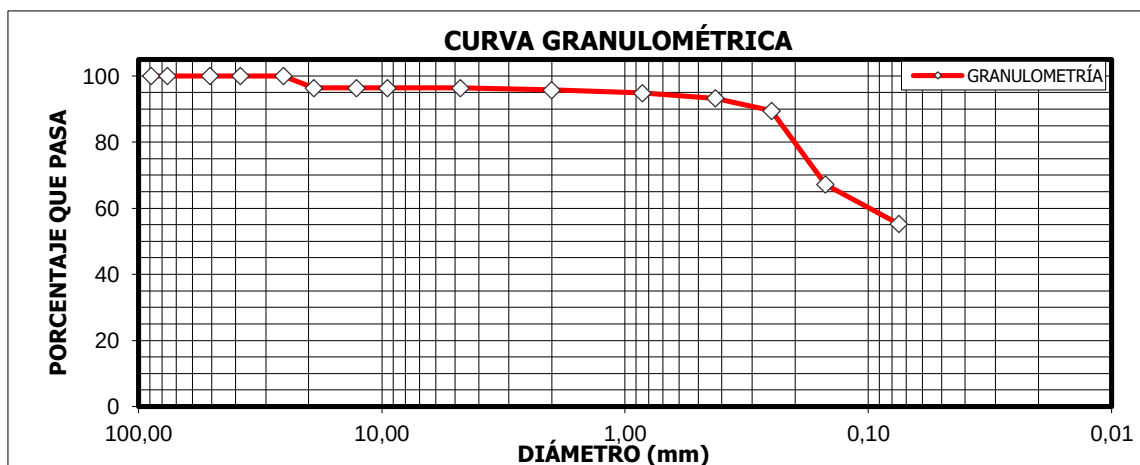


Julian Galvis
Gerente Técnico

Cliente:	5T S.A.S BIC	Código de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	10-abr-23	Profundidad :	1,50 a 1,95
Apique/Sondeo:	S2	Coordenadas	N: 1283206
Descripción:	Muestra #2		E: 1104561

PESO MUESTRA SECA (g) P1: 435
PESO MUESTRA LAVADA POR TAMIZ Nº 200 (g) P2: 195,4

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO			PASA (%)
		PARCIAL (gr)	PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)	REAL
3 1/2"	88.9	0	0.00	0.0	100
3"	76.2	0.0	0.00	0.0	100
2"	50.8	0.0	0.00	0.0	100
1 1/2"	38.1	0.0	0.00	0.0	100
1"	25.4	0.0	0.00	0.0	100
3/4"	19.05	15.6	3.59	3.6	96
1/2"	12.7	0.0	0.00	3.6	96
3/8"	9.51	0.0	0.00	3.6	96
N4	4.76	0.2	0.05	3.6	96
N10	2.00	2.4	0.55	4.2	96
N20	0.850	4.2	0.97	5.1	95
N40	0.425	6.9	1.59	6.7	93
N60	0.250	16.4	3.77	10.5	89
N100	0.150	97.2	22.35	32.9	67
N200	0.075	51.8	11.91	44.8	55
FONDO	.....	240.3	55.24	100.0	0



Coefficiente de Uniformidad Cu: NA
Coefficiente de Curvatura Cc: NA
Clasificación SUCS: CL

% de Gravas: 3.63
% de Arenas: 41.13
% de Finos: 55.24

Observaciones: CL ARENOSO



Sebastian Aguillon
Laboratorista

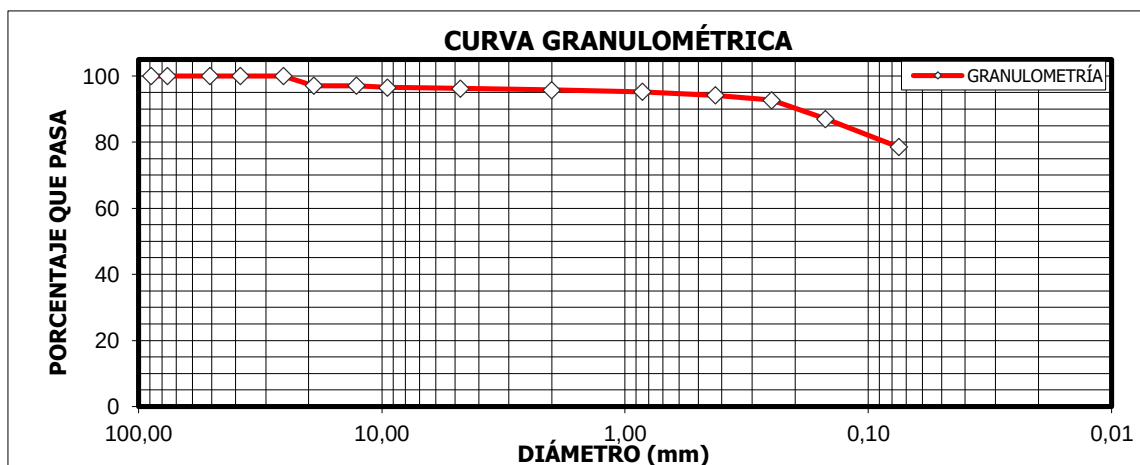


Julian Galvis
Gerente Técnico

Cliente:	5T S.A.S BIC	Código de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	10-abr-23	Profundidad :	2,50 a 2,95
Apique/Sondeo:	S2	Coordenadas	N: 1283206
Descripción:	Muestra #3		E: 1104561

PESO MUESTRA SECA (g) P1: 360
PESO MUESTRA LAVADA POR TAMIZ Nº 200 (g) P2: 77,5

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO			PASA (%)
		RETENIDO			REAL
		PARCIAL (gr)	PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)	
3 1/2"	88.9	0	0.00	0.0	100
3"	76.2	0.0	0.00	0.0	100
2"	50.8	0.0	0.00	0.0	100
1 1/2"	38.1	0.0	0.00	0.0	100
1"	25.4	0.0	0.00	0.0	100
3/4"	19.05	10.6	2.95	2.9	97
1/2"	12.7	0.0	0.00	2.9	97
3/8"	9.51	1.9	0.53	3.5	97
N4	4.76	0.9	0.25	3.7	96
N10	2.00	1.9	0.53	4.3	96
N20	0.850	1.7	0.47	4.7	95
N40	0.425	4.0	1.11	5.8	94
N60	0.250	5.2	1.45	7.3	93
N100	0.150	20.3	5.65	12.9	87
N200	0.075	30.8	8.57	21.5	79
FONDO	.....	282.3	78.50	100.0	0



Coefficiente de Uniformidad Cu: NA
Coefficiente de Curvatura Cc: NA
Clasificación SUCS: CL

% de Gravas: 3.73
% de Arenas: 17.77
% de Finos: 78.50

Observaciones: CL CON ARENA



Sebastian Aguillon
Laboratorista

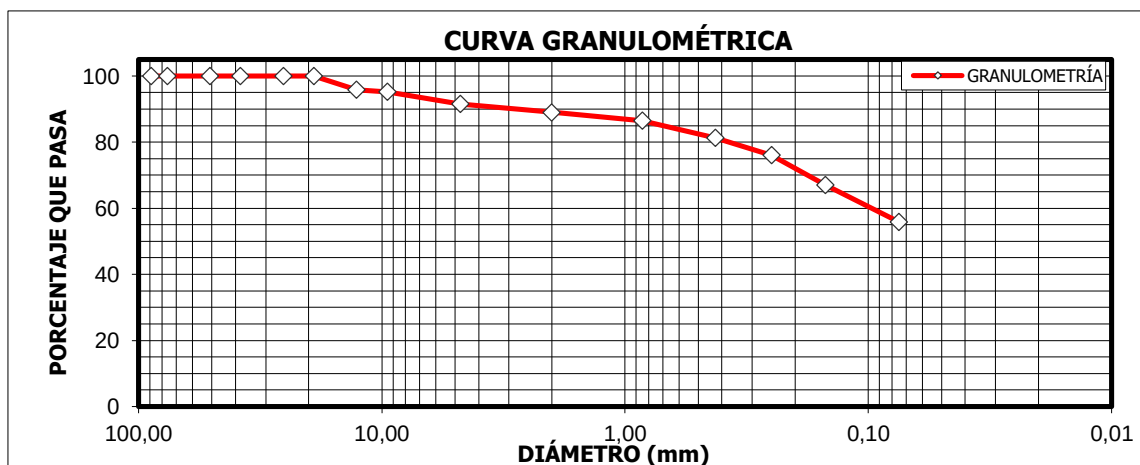


Julian Galvis
Gerente Técnico

Cliente:	5T S.A.S BIC	Código de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	11-abr-23	Profundidad :	1,50 a 1,95
Apique/Sondeo:	S3	Coordenadas	N: 1283003
Descripción:	Muestra #2		E: 1104436

PESO MUESTRA SECA (g) P1: 326
PESO MUESTRA LAVADA POR TAMIZ Nº 200 (g) P2: 144,5

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO			PASA (%)
		PARCIAL (gr)	PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)	REAL
3 1/2"	88.9	0	0.00	0.0	100
3"	76.2	0.0	0.00	0.0	100
2"	50.8	0.0	0.00	0.0	100
1 1/2"	38.1	0.0	0.00	0.0	100
1"	25.4	0.0	0.00	0.0	100
3/4"	19.05	0.0	0.00	0.0	100
1/2"	12.7	13.4	4.11	4.1	96
3/8"	9.51	2.0	0.61	4.7	95
N4	4.76	12.1	3.71	8.4	92
N10	2.00	8.2	2.52	11.0	89
N20	0.850	8.4	2.58	13.5	86
N40	0.425	16.9	5.19	18.7	81
N60	0.250	16.9	5.19	23.9	76
N100	0.150	29.6	9.08	33.0	67
N200	0.075	36.3	11.14	44.1	56
FONDO	.....	182.1	55.88	100.0	0



Coefficiente de Uniformidad Cu: NA
Coefficiente de Curvatura Cc: NA
Clasificación SUCS: ML

% de Gravas: 8.44
% de Arenas: 35.68
% de Finos: 55.88

Observaciones: ML ARENOSO



Sebastian Aguillon
Laboratorista

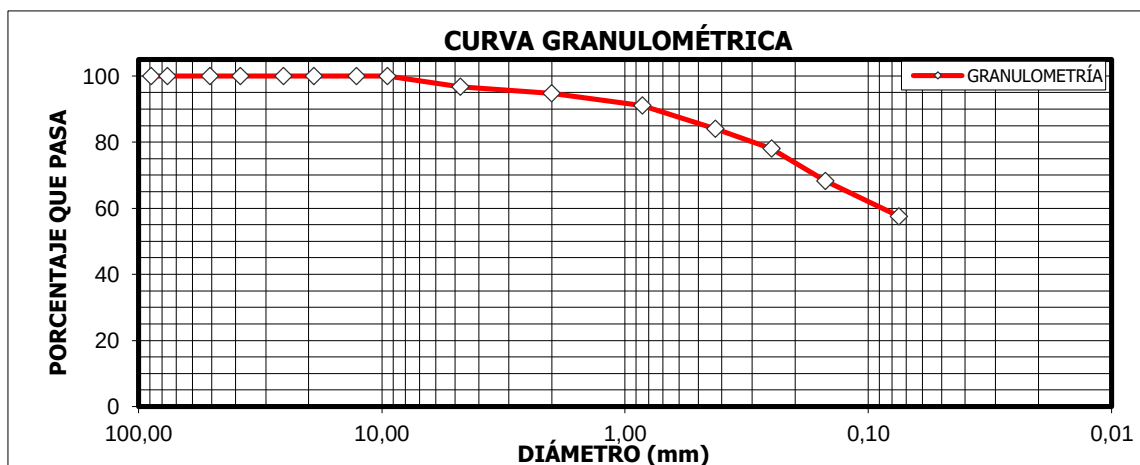


Julian Galvis
Gerente Técnico

Cliente:	5T S.A.S BIC	Código de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	11-abr-23	Profundidad :	2,50 a 2,95
Apique/Sondeo:	S3	Coordenadas	N: 1283003
Descripción:	Muestra #3		E: 1104436

PESO MUESTRA SECA (g) P1: 275
PESO MUESTRA LAVADA POR TAMIZ Nº 200 (g) P2: 117,9

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO			PASA (%)
		PARCIAL (gr)	PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)	REAL
3 1/2"	88.9	0	0.00	0.0	100
3"	76.2	0.0	0.00	0.0	100
2"	50.8	0.0	0.00	0.0	100
1 1/2"	38.1	0.0	0.00	0.0	100
1"	25.4	0.0	0.00	0.0	100
3/4"	19.05	0.0	0.00	0.0	100
1/2"	12.7	0.0	0.00	0.0	100
3/8"	9.51	0.0	0.00	0.0	100
N4	4.76	8.8	3.20	3.2	97
N10	2.00	5.5	2.00	5.2	95
N20	0.850	10.2	3.70	8.9	91
N40	0.425	19.4	7.04	15.9	84
N60	0.250	16.5	5.99	21.9	78
N100	0.150	27.1	9.83	31.8	68
N200	0.075	29.3	10.64	42.4	58
FONDO	.....	158.6	57.59	100.0	0



Coefficiente de Uniformidad Cu: NA
Coefficiente de Curvatura Cc: NA
Clasificación SUCS: ML

% de Gravas: 3.20
% de Arenas: 39.21
% de Finos: 57.59

Observaciones: ML ARENOSO



Sebastian Aguillon
Laboratorista

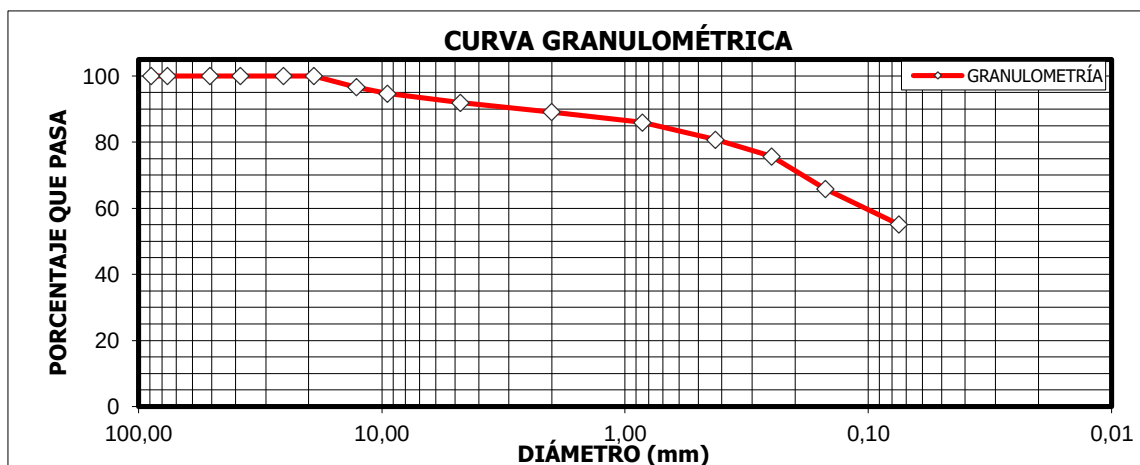


Julian Galvis
Gerente Técnico

Cliente:	5T S.A.S BIC	Código de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	11-abr-23	Profundidad :	0,50 a 0,95
Apique/Sondeo:	S4	Coordenadas	N: 1283012
Descripción:	Muestra #1		E: 1104385

PESO MUESTRA SECA (g) P1: 418
PESO MUESTRA LAVADA POR TAMIZ Nº 200 (g) P2: 188,1

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO			PASA (%)
		PARCIAL (gr)	PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)	REAL
3 1/2"	88.9	0	0.00	0.0	100
3"	76.2	0.0	0.00	0.0	100
2"	50.8	0.0	0.00	0.0	100
1 1/2"	38.1	0.0	0.00	0.0	100
1"	25.4	0.0	0.00	0.0	100
3/4"	19.05	0.0	0.00	0.0	100
1/2"	12.7	14.1	3.37	3.4	97
3/8"	9.51	8.0	1.91	5.3	95
N4	4.76	11.6	2.78	8.1	92
N10	2.00	11.9	2.85	10.9	89
N20	0.850	13.2	3.16	14.1	86
N40	0.425	21.8	5.22	19.3	81
N60	0.250	21.0	5.02	24.3	76
N100	0.150	41.3	9.88	34.2	66
N200	0.075	44.7	10.69	44.9	55
FONDO	.....	230.4	55.12	100.0	0



Coefficiente de Uniformidad Cu: NA
Coefficiente de Curvatura Cc: NA
Clasificación SUCS: CL

% de Gravas: 8.06
% de Arenas: 36.82
% de Finos: 55.12

Observaciones: CL ARENOSO



Sebastian Aguillon
Laboratorista

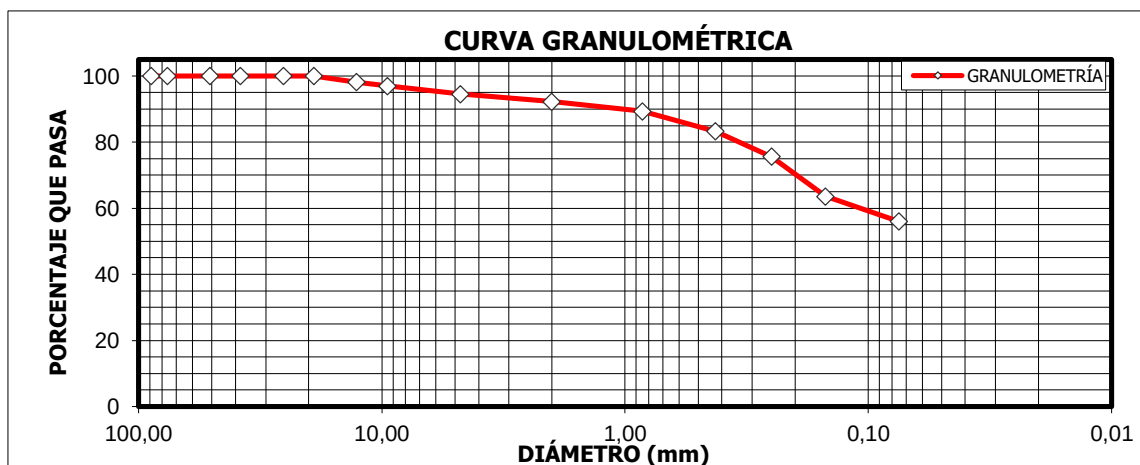


Julian Galvis
Gerente Técnico

Cliente:	5T S.A.S BIC	Código de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	11-abr-23	Profundidad :	1,50 a 1,95
Apique/Sondeo:	S4	Coordenadas	N: 1283012
Descripción:	Muestra #2		E: 1104385

PESO MUESTRA SECA (g) P1: 384
PESO MUESTRA LAVADA POR TAMIZ Nº 200 (g) P2: 169,7

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO			PASA (%)
		RETENIDO			REAL
		PARCIAL (gr)	PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)	
3 1/2"	88.9	0	0.00	0.0	100
3"	76.2	0.0	0.00	0.0	100
2"	50.8	0.0	0.00	0.0	100
1 1/2"	38.1	0.0	0.00	0.0	100
1"	25.4	0.0	0.00	0.0	100
3/4"	19.05	0.0	0.00	0.0	100
1/2"	12.7	7.2	1.87	1.9	98
3/8"	9.51	4.3	1.12	3.0	97
N4	4.76	9.3	2.42	5.4	95
N10	2.00	8.9	2.32	7.7	92
N20	0.850	11.3	2.94	10.7	89
N40	0.425	23.4	6.09	16.8	83
N60	0.250	29.4	7.65	24.4	76
N100	0.150	46.2	12.02	36.4	64
N200	0.075	29.1	7.57	44.0	56
FONDO	.....	215.3	56.01	100.0	0



Coefficiente de Uniformidad Cu: NA
Coefficiente de Curvatura Cc: NA
Clasificación SUCS: CL

% de Gravas: 5.41
% de Arenas: 38.58
% de Finos: 56.01

Observaciones: CL ARENOSO



Sebastian Aguillon
Laboratorista

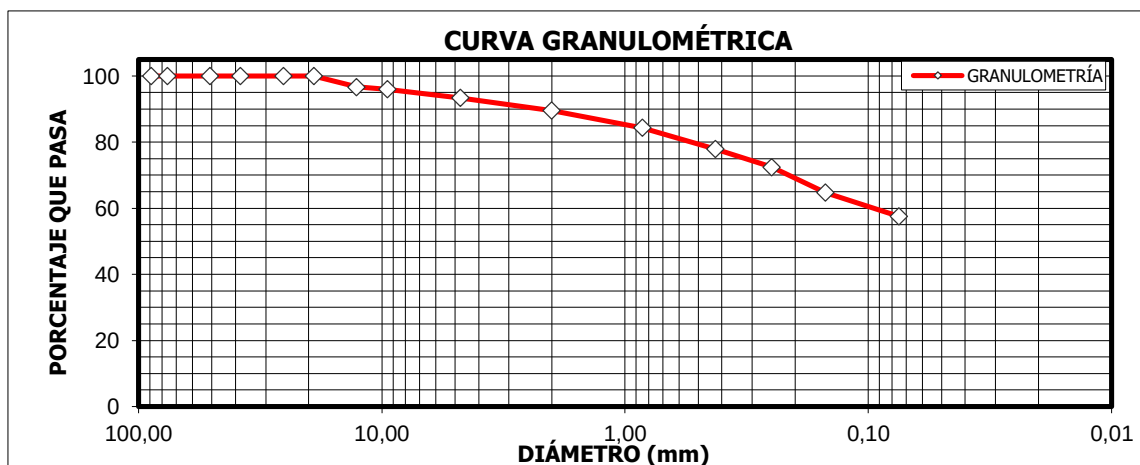


Julian Galvis
Gerente Técnico

Cliente:	5T S.A.S BIC	Código de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	11-abr-23	Profundidad :	2,50 a 2,95
Apique/Sondeo:	S4	Coordenadas	N: 1283012
Descripción:	Muestra #3		E: 1104385

PESO MUESTRA SECA (g) P1: 262
PESO MUESTRA LAVADA POR TAMIZ Nº 200 (g) P2: 111,5

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO			PASA (%)
		PARCIAL (gr)	PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)	REAL
3 1/2"	88.9	0	0.00	0.0	100
3"	76.2	0.0	0.00	0.0	100
2"	50.8	0.0	0.00	0.0	100
1 1/2"	38.1	0.0	0.00	0.0	100
1"	25.4	0.0	0.00	0.0	100
3/4"	19.05	0.0	0.00	0.0	100
1/2"	12.7	8.6	3.28	3.3	97
3/8"	9.51	1.9	0.73	4.0	96
N4	4.76	6.7	2.56	6.6	93
N10	2.00	10.1	3.86	10.4	90
N20	0.850	13.7	5.23	15.7	84
N40	0.425	16.9	6.45	22.1	78
N60	0.250	14.3	5.46	27.6	72
N100	0.150	20.2	7.71	35.3	65
N200	0.075	18.8	7.18	42.4	58
FONDO	.....	150.8	57.56	100.0	0



Coefficiente de Uniformidad Cu: NA
Coefficiente de Curvatura Cc: NA
Clasificación SUCS: CL

% de Gravas: 6.56
% de Arenas: 35.88
% de Finos: 57.56

Observaciones: CL ARENOSO



Sebastian Aguillon
Laboratorista

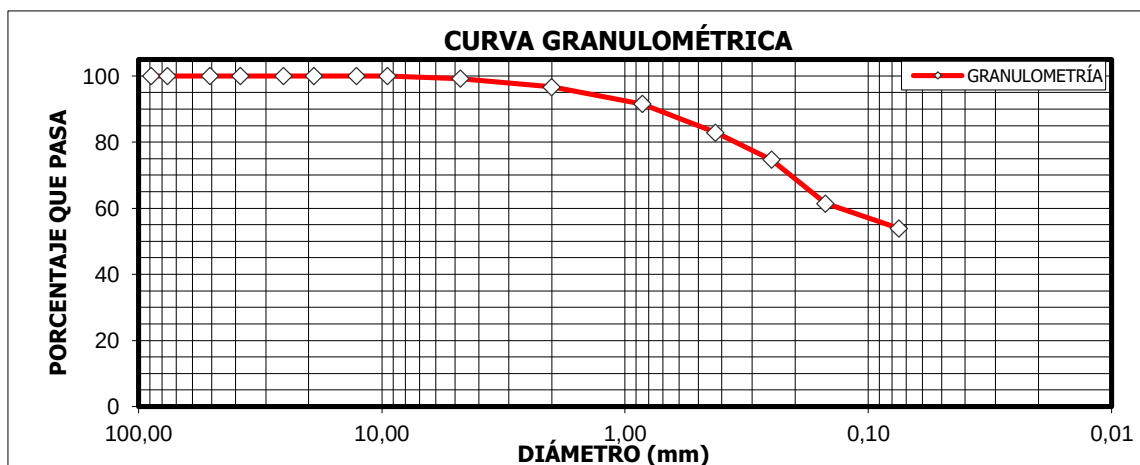


Julian Galvis
Gerente Técnico

Cliente:	5T S.A.S BIC	Código de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	11-abr-23	Profundidad :	0,50 a 0,95
Apique/Sondeo:	S5	Coordenadas	N: 1283187
Descripción:	Muestra #1		E: 1104487

PESO MUESTRA SECA (g) P1: 433
PESO MUESTRA LAVADA POR TAMIZ Nº 200 (g) P2: 200

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO			PASA (%)
		PARCIAL (gr)	PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)	REAL
3 1/2"	88.9	0	0.00	0.0	100
3"	76.2	0.0	0.00	0.0	100
2"	50.8	0.0	0.00	0.0	100
1 1/2"	38.1	0.0	0.00	0.0	100
1"	25.4	0.0	0.00	0.0	100
3/4"	19.05	0.0	0.00	0.0	100
1/2"	12.7	0.0	0.00	0.0	100
3/8"	9.51	0.0	0.00	0.0	100
N4	4.76	3.2	0.74	0.7	99
N10	2.00	11.2	2.59	3.3	97
N20	0.850	22.2	5.12	8.4	92
N40	0.425	37.4	8.63	17.1	83
N60	0.250	35.7	8.24	25.3	75
N100	0.150	57.4	13.25	38.6	61
N200	0.075	32.5	7.50	46.1	54
FONDO	.....	233.6	53.92	100.0	0



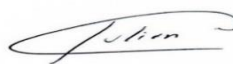
Coefficiente de Uniformidad Cu: NA
Coefficiente de Curvatura Cc: NA
Clasificación SUCS: CL

% de Gravas: 0.74
% de Arenas: 45.34
% de Finos: 53.92

Observaciones: CL ARENOSO



Sebastian Aguillon
Laboratorista

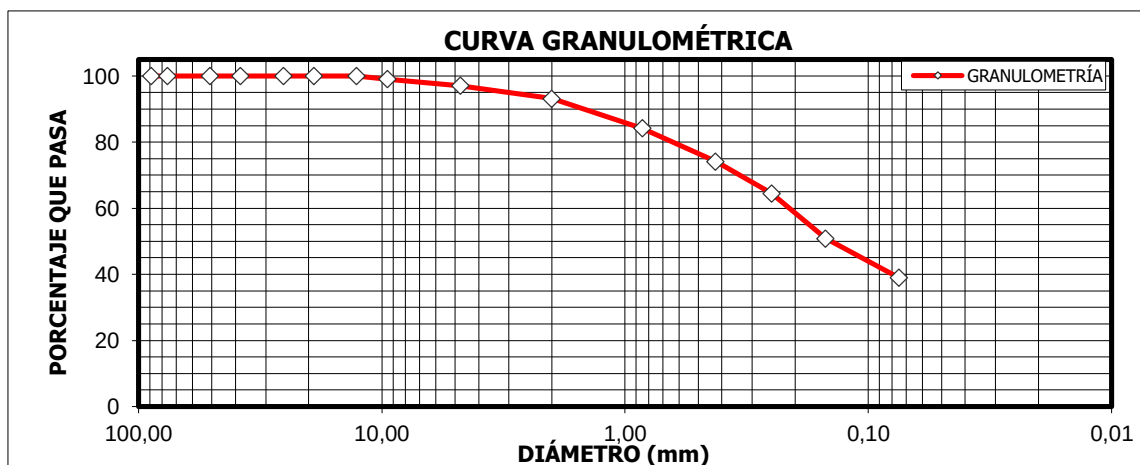


Julian Galvis
Gerente Técnico

Cliente:	5T S.A.S BIC	Código de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	11-abr-23	Profundidad :	1,50 a 1,95
Apique/Sondeo:	S5	Coordenadas	N: 1283187
Descripción:	Muestra #2		E: 1104487

PESO MUESTRA SECA (g) P1: 446
PESO MUESTRA LAVADA POR TAMIZ Nº 200 (g) P2: 272,5

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO			PASA (%)
		RETENIDO			REAL
		PARCIAL (gr)	PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)	
3 1/2"	88.9	0	0.00	0.0	100
3"	76.2	0.0	0.00	0.0	100
2"	50.8	0.0	0.00	0.0	100
1 1/2"	38.1	0.0	0.00	0.0	100
1"	25.4	0.0	0.00	0.0	100
3/4"	19.05	0.0	0.00	0.0	100
1/2"	12.7	0.0	0.00	0.0	100
3/8"	9.51	4.0	0.90	0.9	99
N4	4.76	9.0	2.02	2.9	97
N10	2.00	17.5	3.92	6.8	93
N20	0.850	39.9	8.95	15.8	84
N40	0.425	44.7	10.02	25.8	74
N60	0.250	43.1	9.67	35.5	65
N100	0.150	61.1	13.70	49.2	51
N200	0.075	52.7	11.82	61.0	39
FONDO	.....	173.9	39.00	100.0	0



Coefficiente de Uniformidad Cu: NA
Coefficiente de Curvatura Cc: NA
Clasificación SUCS: SC

% de Gravas: 2.92
% de Arenas: 58.08
% de Finos: 39.00

Observaciones:



Sebastian Aguillon
Laboratorista

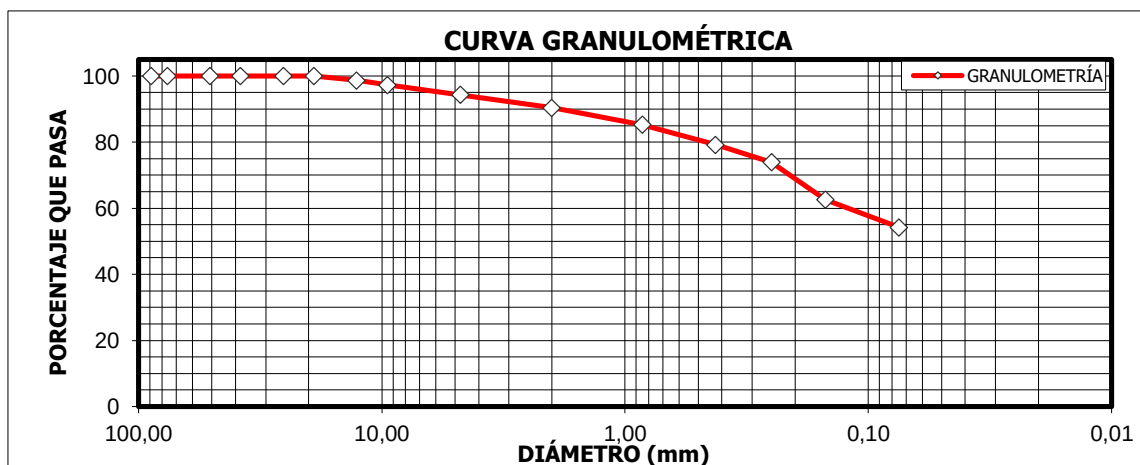


Julian Galvis
Gerente Técnico

Cliente:	5T S.A.S BIC	Código de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	11-abr-23	Profundidad :	0,50 a 0,95
Apique/Sondeo:	S6	Coordenadas	N: 1283185
Descripción:	Muestra #1		E: 1104575

PESO MUESTRA SECA (g) P1: 275
PESO MUESTRA LAVADA POR TAMIZ Nº 200 (g) P2: 125,9

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO			PASA (%)
		PARCIAL (gr)	PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)	REAL
3 1/2"	88,9	0	0,00	0,0	100
3"	76,2	0,0	0,00	0,0	100
2"	50,8	0,0	0,00	0,0	100
1 1/2"	38,1	0,0	0,00	0,0	100
1"	25,4	0,0	0,00	0,0	100
3/4"	19,05	0,0	0,00	0,0	100
1/2"	12,7	3,6	1,31	1,3	99
3/8"	9,51	3,8	1,38	2,7	97
N4	4,76	8,1	2,95	5,6	94
N10	2,00	10,9	3,97	9,6	90
N20	0,850	14,0	5,09	14,7	85
N40	0,425	16,8	6,11	20,8	79
N60	0,250	14,5	5,28	26,1	74
N100	0,150	31,2	11,35	37,4	63
N200	0,075	22,8	8,30	45,7	54
FONDO	.....	149,1	54,26	100,0	0



Coefficiente de Uniformidad Cu: NA
Coefficiente de Curvatura Cc: NA
Clasificación SUCS: CL

% de Gravas: 5,64
% de Arenas: 40,10
% de Finos: 54,26

Observaciones: CL ARENOSO



Sebastian Aguillon
Laboratorista

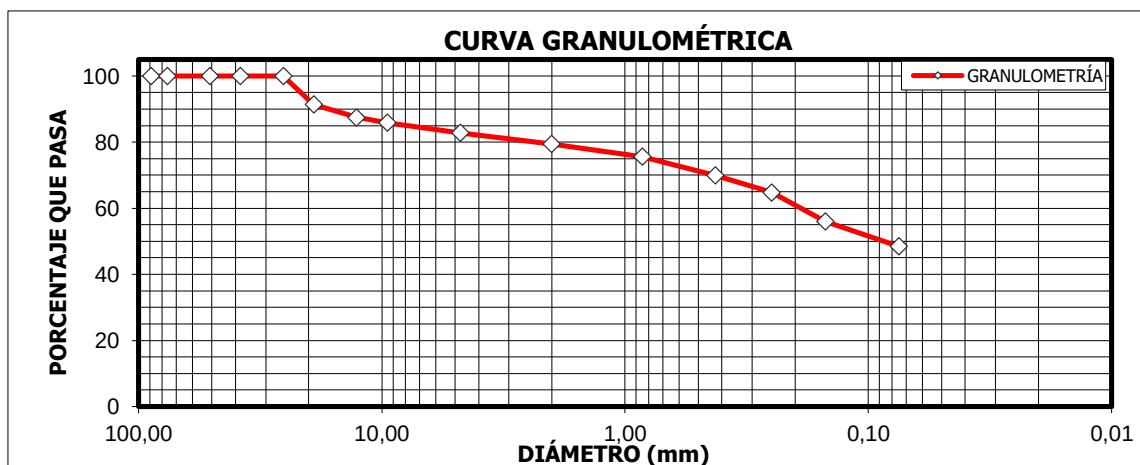


Julian Galvis
Gerente Técnico

Cliente:	ST S.A.S BIC	Código de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	11-abr-23	Profundidad :	0,50 a 0,95
Apique/Sondeo:	S7	Coordenadas	N: 1283185
Descripción:	Muestra #1		E: 1104574

PESO MUESTRA SECA (g) P1: 453
PESO MUESTRA LAVADA POR TAMIZ Nº 200 (g) P2: 234

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO			PASA (%)
		PARCIAL (gr)	PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)	REAL
3 1/2"	88.9	0	0.00	0.0	100
3"	76.2	0.0	0.00	0.0	100
2"	50.8	0.0	0.00	0.0	100
1 1/2"	38.1	0.0	0.00	0.0	100
1"	25.4	0.0	0.00	0.0	100
3/4"	19.05	38.8	8.56	8.6	91
1/2"	12.7	17.7	3.91	12.5	88
3/8"	9.51	7.5	1.66	14.1	86
N4	4.76	13.9	3.07	17.2	83
N10	2.00	15.1	3.33	20.5	79
N20	0.850	17.6	3.88	24.4	76
N40	0.425	25.5	5.63	30.0	70
N60	0.250	23.4	5.16	35.2	65
N100	0.150	39.8	8.78	44.0	56
N200	0.075	34.2	7.55	51.5	48
FONDO	.....	219.7	48.47	100.0	0



Coefficiente de Uniformidad Cu: NA
Coefficiente de Curvatura Cc: NA
Clasificación SUCS: SC

% de Gravas: 17.19
% de Arenas: 34.34
% de Finos: 48.47

Observaciones: SC CON GRAVA



Sebastian Aguillon
Laboratorista

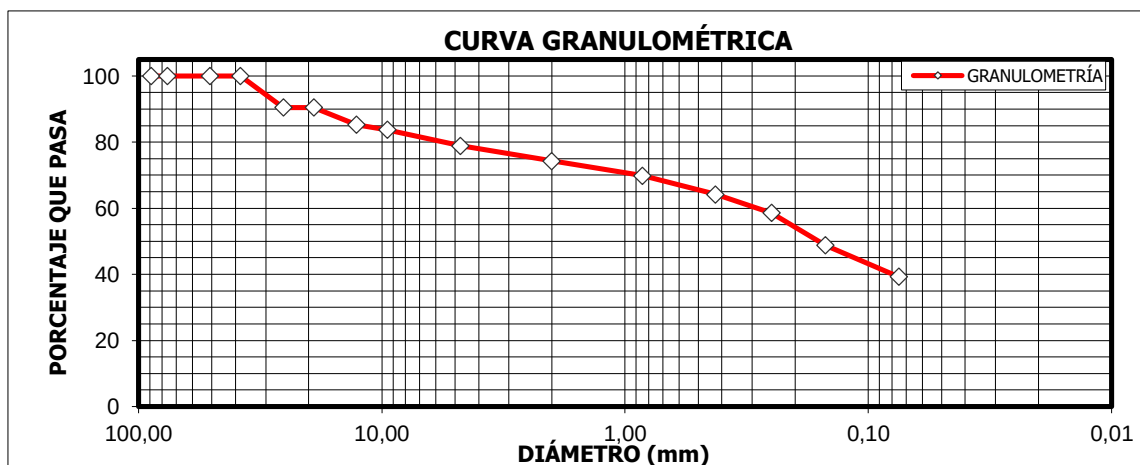


Julian Galvis
Gerente Técnico

Cliente:	5T S.A.S BIC	Código de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	11-abr-23	Profundidad :	1,50 a 1,95
Apique/Sondeo:	S7	Coordenadas	N: 1283185
Descripción:	Muestra #2		E: 1104574

PESO MUESTRA SECA (g) P1: 341
PESO MUESTRA LAVADA POR TAMIZ Nº 200 (g) P2: 208,1

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO			PASA (%)
		PARCIAL (gr)	PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)	REAL
3 1/2"	88.9	0	0.00	0.0	100
3"	76.2	0.0	0.00	0.0	100
2"	50.8	0.0	0.00	0.0	100
1 1/2"	38.1	0.0	0.00	0.0	100
1"	25.4	32.5	9.53	9.5	90
3/4"	19.05	0.0	0.00	9.5	90
1/2"	12.7	17.6	5.16	14.7	85
3/8"	9.51	5.3	1.55	16.3	84
N4	4.76	16.4	4.81	21.1	79
N10	2.00	15.7	4.61	25.7	74
N20	0.850	15.3	4.49	30.2	70
N40	0.425	19.2	5.63	35.8	64
N60	0.250	19.0	5.57	41.4	59
N100	0.150	33.7	9.89	51.2	49
N200	0.075	32.4	9.50	60.8	39
FONDO	.....	133.8	39.25	100.0	0



Coefficiente de Uniformidad Cu: NA
Coefficiente de Curvatura Cc: NA
Clasificación SUCS: SC

% de Gravas: 21.06
% de Arenas: 39.69
% de Finos: 39.25

Observaciones: SC CON GRAVA



Sebastian Aguillon
Laboratorista

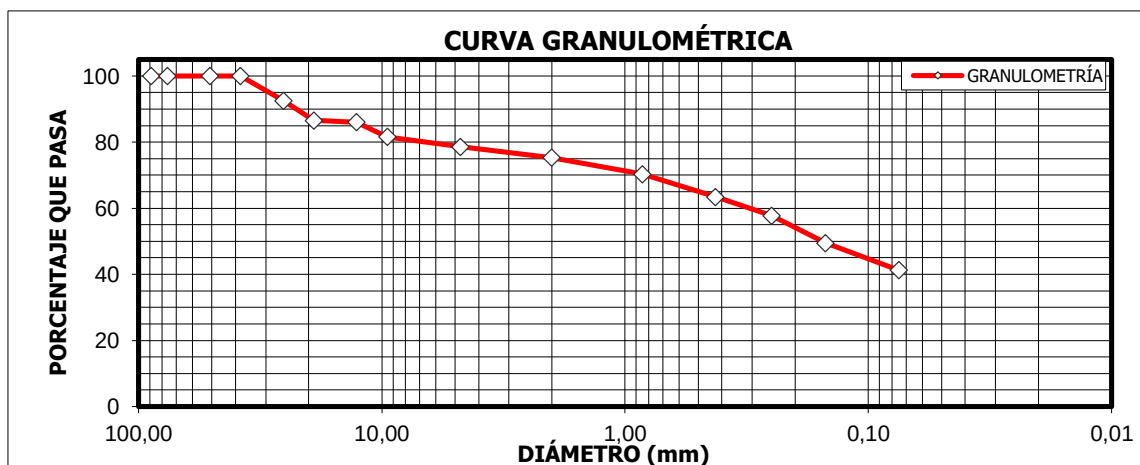


Julian Galvis
Gerente Técnico

Cliente:	5T S.A.S BIC	Código de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	11-abr-23	Profundidad :	2,50 a 2,95
Apique/Sondeo:	S7	Coordenadas	N: 1283185
Descripción:	Muestra #3		E: 1104574

PESO MUESTRA SECA (g) P1: 377
PESO MUESTRA LAVADA POR TAMIZ Nº 200 (g) P2: 231,7

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO			PASA (%)
		PARCIAL (gr)	PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)	REAL
3 1/2"	88.9	0	0.00	0.0	100
3"	76.2	0.0	0.00	0.0	100
2"	50.8	0.0	0.00	0.0	100
1 1/2"	38.1	0.0	0.00	0.0	100
1"	25.4	28.1	7.46	7.5	93
3/4"	19.05	22.4	5.95	13.4	87
1/2"	12.7	2.1	0.56	14.0	86
3/8"	9.51	16.6	4.41	18.4	82
N4	4.76	11.4	3.03	21.4	79
N10	2.00	12.4	3.29	24.7	75
N20	0.850	18.7	4.96	29.7	70
N40	0.425	26.2	6.96	36.6	63
N60	0.250	21.2	5.63	42.2	58
N100	0.150	31.1	8.26	50.5	50
N200	0.075	31.1	8.26	58.7	41
FONDO	.....	155.4	41.25	100.0	0



Coefficiente de Uniformidad Cu: NA
Coefficiente de Curvatura Cc: NA
Clasificación SUCS: SC

% de Gravas: 21.40
% de Arenas: 37.35
% de Finos: 41.25

Observaciones: SC CON GRAVA



Sebastian Aguillon
Laboratorista

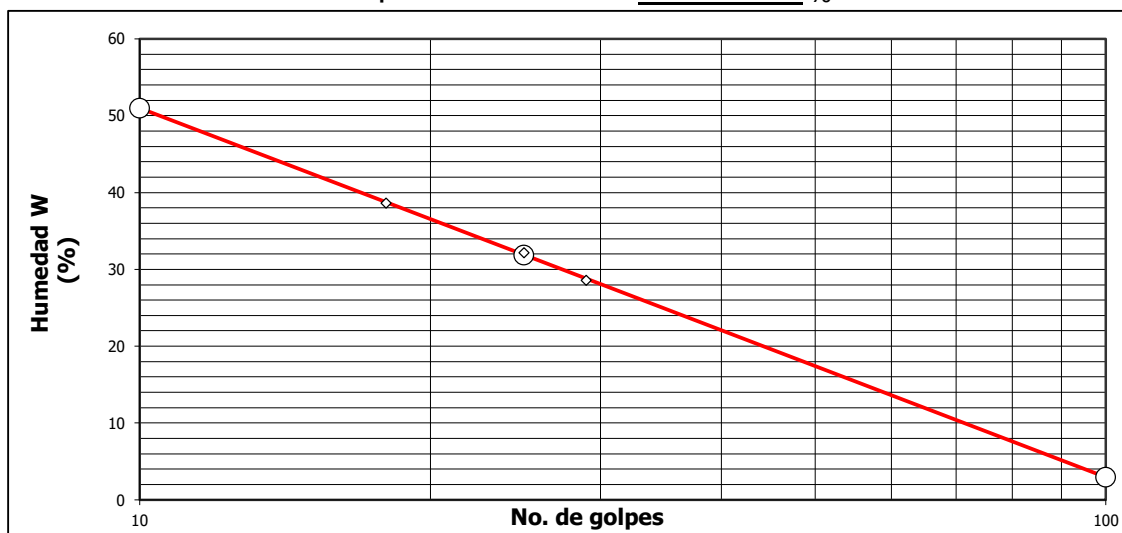


Julian Galvis
Gerente Técnico

Cliente:	5T S.A.S BIC	Codigo de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	10-abr-23	Profundidad :	0,50 a 0,95
Apique/Sondeo:	S1	Coordenadas	N: 1283158
Descripción:	Muestra #1	E:	1104609

LIMITE LIQUIDO			
PRUEBA N°	1	2	3
CAPSULA N°	14	13	8
N° DE GOLPES	18	25	29
CAPSULA+ SUELO HUMEDO (g)	28,40	26,00	26,80
CAPSULA + SUELO SECO (g)	25,00	23,20	24,20
PESO CAPSULA (g)	16,20	14,5	15,1
PESO AGUA (g)	3,40	2,80	2,60
PESO SUELO SECO(g)	8,80	8,70	9,10
CONTENIDO DE AGUA (%)	38,64	32,18	28,57
LIMITE PLASTICO			
PRUEBA N°	1	2	
CAPSULA N°	37	20	
CAPSULA+ SUELO HUMEDO (g)	18,00	17,90	
CAPSULA + SUELO SECO (g)	16,40	16,20	
PESO CAPSULA (g)	8,80	8,5	
PESO AGUA (g)	1,60	1,70	
PESO SUELO SECO(g)	7,60	7,70	
CONTENIDO DE AGUA (%)	21,05	22,08	

Límite Líquido: 32 %
Límite plástico: 22 %
Índice de plasticidad: 10 %



Observaciones:



Sebastian Aguillon
Laboratorista



Julian Galvis
Gerente Técnico

Cliente:	5T S.A.S BIC	Código de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	10-abr-23	Profundidad :	1,50 a 1,95
Apique/Sondeo:	S1	Coordenadas	N: 1283158
Descripción:	Muestra #2	E:	1104609

LIMITE LIQUIDO			
PRUEBA N°	1	2	3
CAPSULA N°	11	6	9
N° DE GOLPES	20	25	30
CAPSULA+ SUELO HUMEDO (g)	25.80	28.00	26.70
CAPSULA + SUELO SECO (g)	22.70	25.00	24.30
PESO CAPSULA (g)	13.70	15.11	15.4
PESO AGUA (g)	3.10	3.00	2.40
PESO SUELO SECO(g)	9.00	9.89	8.90
CONTENIDO DE AGUA (%)	34.44	30.33	26.97
LIMITE PLASTICO			
PRUEBA N°	1	2	
CAPSULA N°	19	17	
CAPSULA+ SUELO HUMEDO (g)	17.70	18.80	
CAPSULA + SUELO SECO (g)	16.10	17.10	
PESO CAPSULA (g)	8.80	9.5	
PESO AGUA (g)	1.60	1.70	
PESO SUELO SECO(g)	7.30	7.60	
CONTENIDO DE AGUA (%)	21.92	22.37	

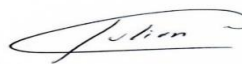
Límite Líquido: 30 %
 Límite plástico: 22 %
 Índice de plasticidad: 8 %



Observaciones:



Sebastian Aguillon
Laboratorista

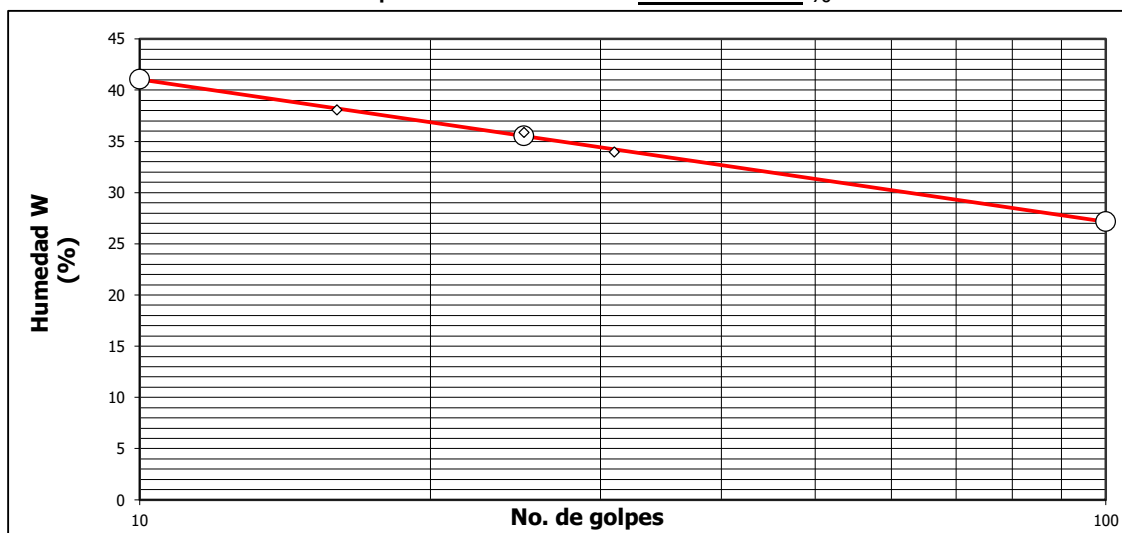


Julian Galvis
Gerente Técnico

Cliente:	5T S.A.S BIC	Código de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	10-abr-23	Profundidad :	0,50 a 0,95
Apique/Sondeo:	S2	Coordenadas	N: 1283206 E: 1104561
Descripción:	Muestra #1		

LIMITE LÍQUIDO			
PRUEBA N°	1	2	3
CAPSULA N°	10	14	2
N° DE GOLPES	31	25	16
CAPSULA+ SUELO HUMEDO (g)	29,80	28,60	30,00
CAPSULA + SUELO SECO (g)	26,30	25,30	26,00
PESO CAPSULA (g)	16,00	16,1	15,5
PESO AGUA (g)	3,50	3,30	4,00
PESO SUELO SECO(g)	10,30	9,20	10,50
CONTENIDO DE AGUA (%)	33,98	35,87	38,10
LIMITE PLÁSTICO			
PRUEBA N°	1	2	
CAPSULA N°	29	32	
CAPSULA+ SUELO HUMEDO (g)	18,20	18,30	
CAPSULA + SUELO SECO (g)	16,80	16,90	
PESO CAPSULA (g)	8,80	8,8	
PESO AGUA (g)	1,40	1,40	
PESO SUELO SECO(g)	8,00	8,10	
CONTENIDO DE AGUA (%)	17,50	17,28	

Límite Líquido: 36 %
 Límite plástico: 17 %
 Índice de plasticidad: 19 %



Observaciones:



Sebastian Aguillon
Laboratorista



Julian Galvis
Gerente Técnico

Cliente:	5T S.A.S BIC	Codigo de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	10-abr-23	Profundidad :	1,50 a 1,95
Apique/Sondeo:	S2	Coordenadas	N: 1283206
Descripción:	Muestra #2	E:	1104561

LIMITE LIQUIDO			
PRUEBA N°	1	2	3
CAPSULA N°	3	5	9
N° DE GOLPES	31	23	17
CAPSULA+ SUELO HUMEDO (g)	28,60	27,60	26,90
CAPSULA + SUELO SECO (g)	25,50	24,30	23,50
PESO CAPSULA (g)	16,20	15,4	15,4
PESO AGUA (g)	3,10	3,30	3,40
PESO SUELO SECO(g)	9,30	8,90	8,10
CONTENIDO DE AGUA (%)	33,33	37,08	41,98
LIMITE PLASTICO			
PRUEBA N°	1	2	
CAPSULA N°	16	23	
CAPSULA+ SUELO HUMEDO (g)	19,20	18,80	
CAPSULA + SUELO SECO (g)	18,00	17,60	
PESO CAPSULA (g)	9,30	9,1	
PESO AGUA (g)	1,20	1,20	
PESO SUELO SECO(g)	8,70	8,50	
CONTENIDO DE AGUA (%)	13,79	14,12	

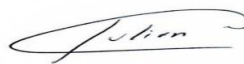
Límite Líquido: 36 %
Límite plástico: 14 %
Índice de plasticidad: 22 %



Observaciones:



Sebastian Aguillon
Laboratorista

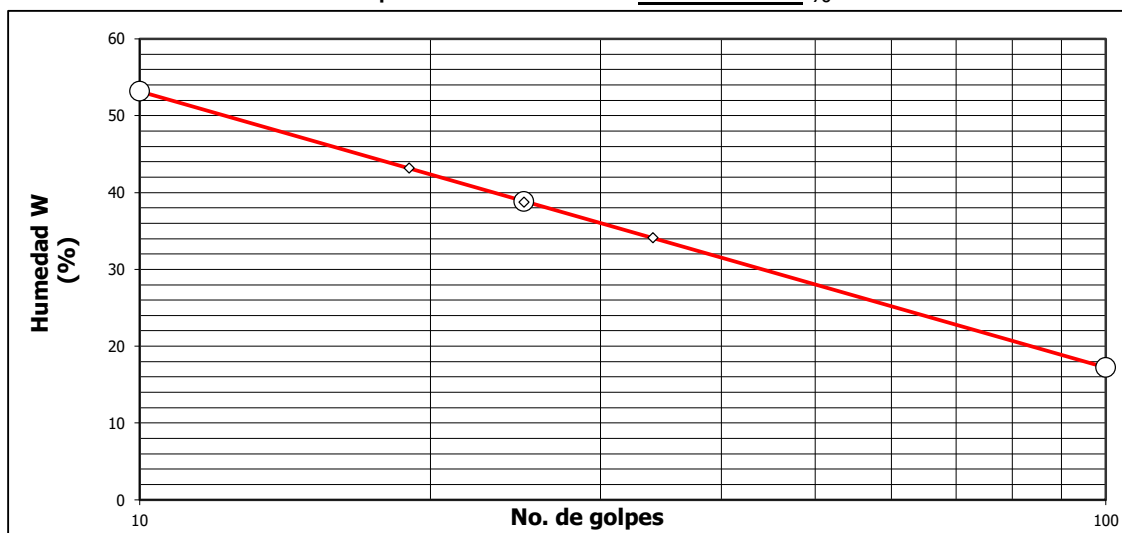


Julian Galvis
Gerente Técnico

Cliente:	5T S.A.S BIC	Código de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	10-abr-23	Profundidad :	2,50 a 2,95
Apique/Sondeo:	S2	Coordenadas	N: 1283206 E: 1104561
Descripción:	Muestra #3		

LÍMITE LÍQUIDO			
PRUEBA N°	1	2	3
CAPSULA N°	4	12	8
N° DE GOLPES	34	25	19
CAPSULA+ SUELO HUMEDO (g)	26,40	26,60	26,50
CAPSULA + SUELO SECO (g)	23,50	23,50	23,00
PESO CAPSULA (g)	15,00	15,5	14,9
PESO AGUA (g)	2,90	3,10	3,50
PESO SUELO SECO(g)	8,50	8,00	8,10
CONTENIDO DE AGUA (%)	34,12	38,75	43,21
LÍMITE PLÁSTICO			
PRUEBA N°	1	2	
CAPSULA N°	21	31	
CAPSULA+ SUELO HUMEDO (g)	18,10	17,50	
CAPSULA + SUELO SECO (g)	16,55	16,00	
PESO CAPSULA (g)	9,30	8,8	
PESO AGUA (g)	1,55	1,50	
PESO SUELO SECO(g)	7,25	7,20	
CONTENIDO DE AGUA (%)	21,38	20,83	

Límite Líquido: 39 %
 Límite plástico: 21 %
 Índice de plasticidad: 18 %



Observaciones:



Sebastian Aguillon
Laboratorista



Julian Galvis
Gerente Técnico

Cliete:	5T S.A.S BIC	Codigo de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	11-abr-23	Profundidad :	1,50 a 1,95
Apique/Sondeo:	S3	Coordenadas	N: 1283003
Descripción:	Muestra #2	E:	1104436

LIMITE LIQUIDO			
PRUEBA N°	1	2	3
CAPSULA N°	8	9	6
N° DE GOLPES	17	25	35
CAPSULA+ SUELO HUMEDO (g)	27,00	27,20	28,90
CAPSULA + SUELO SECO (g)	23,50	24,20	26,00
PESO CAPSULA (g)	15,10	15,5	15,2
PESO AGUA (g)	3,50	3,00	2,90
PESO SUELO SECO(g)	8,40	8,70	10,80
CONTENIDO DE AGUA (%)	41,67	34,48	26,85
LIMITE PLASTICO			
PRUEBA N°	1	2	
CAPSULA N°	22	26	
CAPSULA+ SUELO HUMEDO (g)	17,60	18,30	
CAPSULA + SUELO SECO (g)	15,80	16,45	
PESO CAPSULA (g)	8,60	9,4	
PESO AGUA (g)	1,80	1,85	
PESO SUELO SECO(g)	7,20	7,05	
CONTENIDO DE AGUA (%)	25,00	26,24	

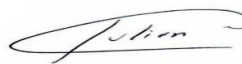
Límite Líquido: 34 %
Límite plástico: 26 %
Índice de plasticidad: 8 %



Observaciones:



Sebastian Aguillon
Laboratorista

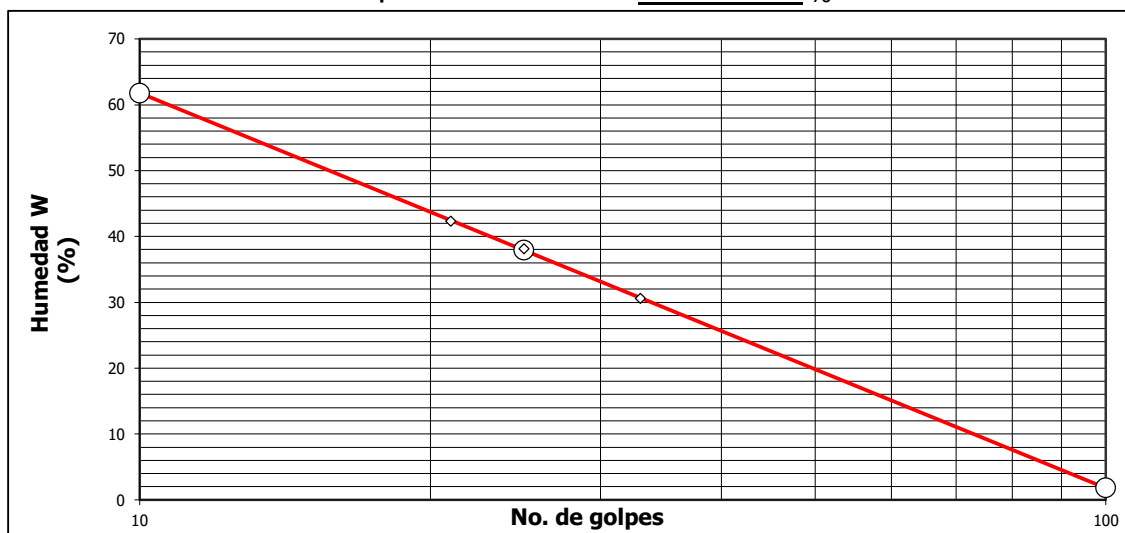


Julian Galvis
Gerente Técnico

Cliente:	ST S.A.S BIC	Código de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	11-abr-23	Profundidad :	2,50 a 2,95
Apique/Sondeo:	S3	Coordenadas	N: 1283003
Descripción:	Muestra #3	E:	1104436

LIMITE LIQUIDO			
PRUEBA N°	1	2	3
CAPSULA N°	13	11	6
N° DE GOLPES	33	25	21
CAPSULA+ SUELO HUMEDO (g)	25,60	24,10	26,30
CAPSULA + SUELO SECO (g)	23,00	21,20	23,00
PESO CAPSULA (g)	14,50	13,6	15,2
PESO AGUA (g)	2,60	2,90	3,30
PESO SUELO SECO(g)	8,50	7,60	7,80
CONTENIDO DE AGUA (%)	30,59	38,16	42,31
LIMITE PLASTICO			
PRUEBA N°	1	2	
CAPSULA N°	33	35	
CAPSULA+ SUELO HUMEDO (g)	17,50	17,10	
CAPSULA + SUELO SECO (g)	15,50	15,20	
PESO CAPSULA (g)	8,70	8,9	
PESO AGUA (g)	2,00	1,90	
PESO SUELO SECO(g)	6,80	6,30	
CONTENIDO DE AGUA (%)	29,41	30,16	

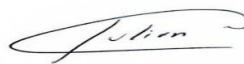
Límite Líquido: 38 %
Límite plástico: 30 %
Índice de plasticidad: 8 %



Observaciones:



Sebastian Aguillon
Laboratorista



Julian Galvis
Gerente Técnico

Cliente:	5T S.A.S BIC	Codigo de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	11-abr-23	Profundidad :	0,50 a 0,95
Apique/Sondeo:	S4	Coordenadas	N: 1283012
Descripción:	Muestra #1	E:	1104385

LIMITE LIQUIDO			
PRUEBA N°	1	2	3
CAPSULA N°	6	12	4
N° DE GOLPES	33	25	20
CAPSULA+ SUELO HUMEDO (g)	28,30	27,20	27,20
CAPSULA + SUELO SECO (g)	25,70	24,14	23,50
PESO CAPSULA (g)	15,20	15,5	14,9
PESO AGUA (g)	2,60	3,06	3,70
PESO SUELO SECO(g)	10,50	8,64	8,60
CONTENIDO DE AGUA (%)	24,76	35,42	43,02
LIMITE PLASTICO			
PRUEBA N°	1	2	
CAPSULA N°	18	20	
CAPSULA+ SUELO HUMEDO (g)	17,60	17,50	
CAPSULA + SUELO SECO (g)	16,18	15,92	
PESO CAPSULA (g)	8,90	8,6	
PESO AGUA (g)	1,42	1,58	
PESO SUELO SECO(g)	7,28	7,32	
CONTENIDO DE AGUA (%)	19,51	21,58	

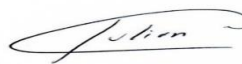
Límite Líquido: 35 %
Límite plástico: 21 %
Índice de plasticidad: 14 %



Observaciones:



Sebastian Aguillon
Laboratorista

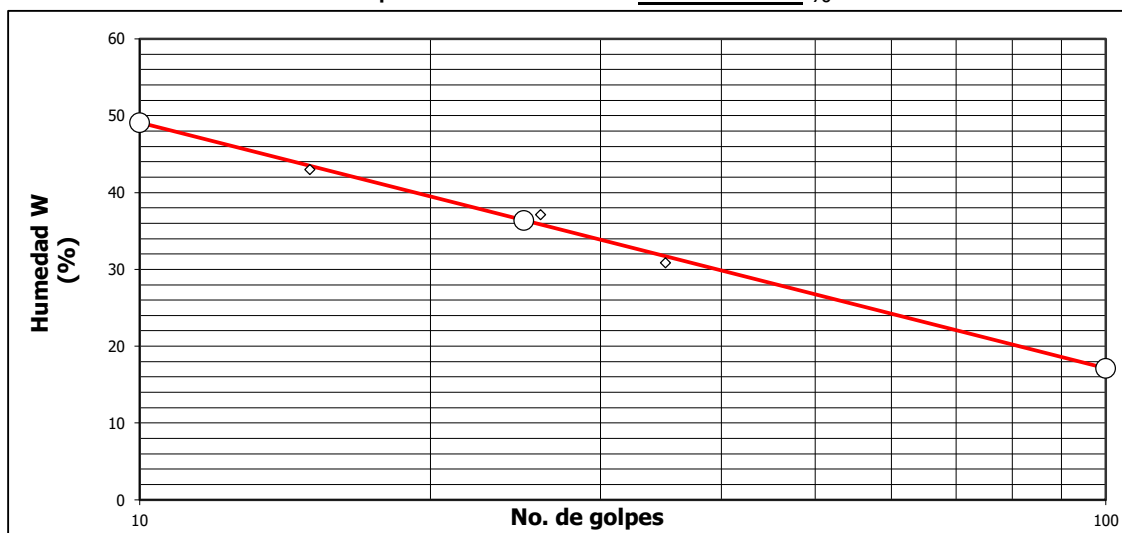


Julian Galvis
Gerente Técnico

Cliente:	5T S.A.S BIC	Código de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	11-abr-23	Profundidad :	1,50 a 1,95
Apique/Sondeo:	S4	Coordenadas	N: 1283012 E: 1104385
Descripción:	Muestra #2		

LIMITE LIQUIDO			
PRUEBA N°	1	2	3
CAPSULA N°	10	9	11
N° DE GOLPES	15	26	35
CAPSULA+ SUELO HUMEDO (g)	28,20	28,20	24,30
CAPSULA + SUELO SECO (g)	24,50	24,76	21,80
PESO CAPSULA (g)	15,90	15,5	13,7
PESO AGUA (g)	3,70	3,44	2,50
PESO SUELO SECO(g)	8,60	9,26	8,10
CONTENIDO DE AGUA (%)	43,02	37,15	30,86
LIMITE PLASTICO			
PRUEBA N°	1	2	
CAPSULA N°	27	34	
CAPSULA+ SUELO HUMEDO (g)	18,00	17,90	
CAPSULA + SUELO SECO (g)	16,50	16,35	
PESO CAPSULA (g)	9,00	8,8	
PESO AGUA (g)	1,50	1,55	
PESO SUELO SECO(g)	7,50	7,55	
CONTENIDO DE AGUA (%)	20,00	20,53	

Límite Líquido: 36 %
 Límite plástico: 20 %
 Índice de plasticidad: 16 %



Observaciones:



Sebastian Aguillon
Laboratorista

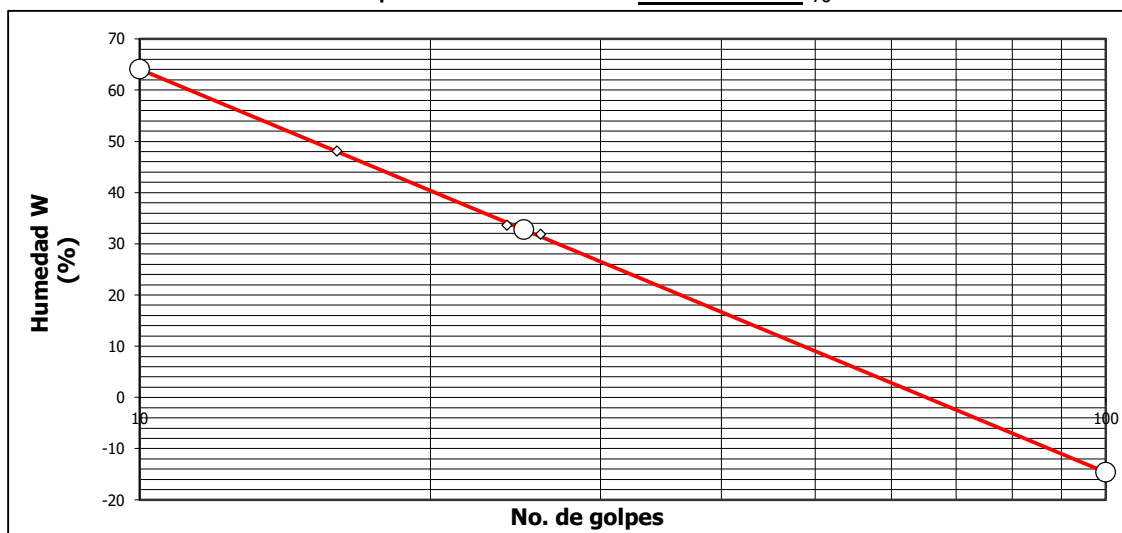


Julian Galvis
Gerente Técnico

Cliente:	5T S.A.S BIC	Código de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	11-abr-23	Profundidad :	1,50 a 1,95
Apique/Sondeo:	S4	Coordenadas	N: 1283012
Descripción:	Muestra #2	E:	1104385

LÍMITE LÍQUIDO			
PRUEBA N°	1	2	3
CAPSULA N°	4	6	21
N° DE GOLPES	26	24	16
CAPSULA+ SUELO HUMEDO (g)	27,00	27,50	20,20
CAPSULA + SUELO SECO (g)	24,10	24,38	16,40
PESO CAPSULA (g)	15,00	15,1	8,5
PESO AGUA (g)	2,90	3,12	3,80
PESO SUELO SECO(g)	9,10	9,28	7,90
CONTENIDO DE AGUA (%)	31,87	33,62	48,10
LÍMITE PLÁSTICO			
PRUEBA N°	1	2	
CAPSULA N°	24	38	
CAPSULA+ SUELO HUMEDO (g)	16,60	17,60	
CAPSULA + SUELO SECO (g)	15,77	16,71	
PESO CAPSULA (g)	8,30	8,5	
PESO AGUA (g)	0,83	0,89	
PESO SUELO SECO(g)	7,47	8,21	
CONTENIDO DE AGUA (%)	11,11	10,84	

Límite Líquido: 33 %
 Límite plástico: 11 %
 Índice de plasticidad: 22 %



Observaciones:



Sebastian Aguillon
Laboratorista

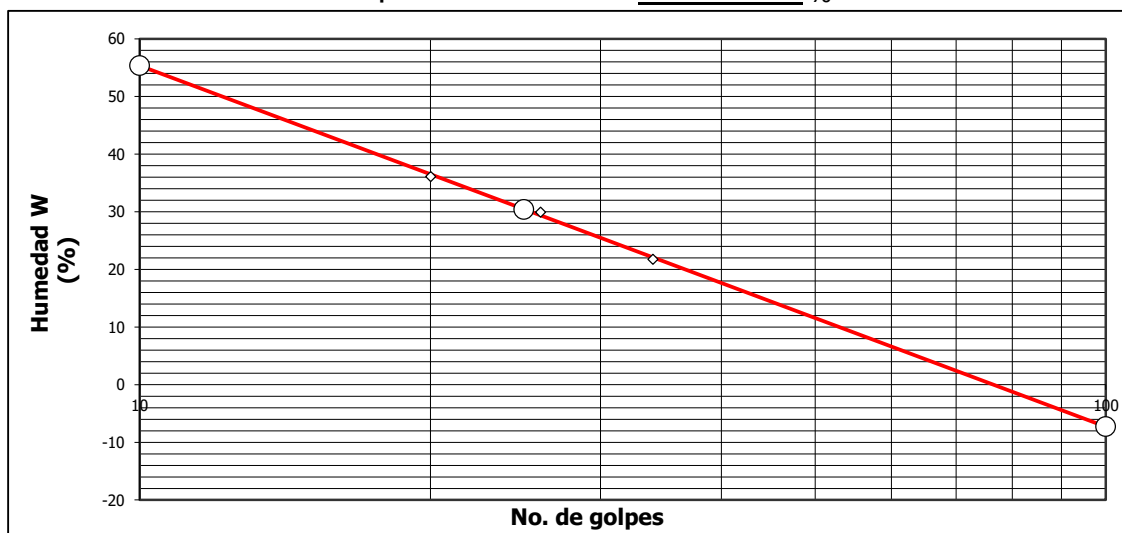


Julian Galvis
Gerente Técnico

Cliente:	ST S.A.S BIC	Código de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	11-abr-23	Profundidad :	0,50 a 0,95
Apique/Sondeo:	S5	Coordenadas	N: 1283187 E: 1104487
Descripción:	Muestra #1		

LÍMITE LÍQUIDO			
PRUEBA N°	1	2	3
CAPSULA N°	9	11	2
N° DE GOLPES	20	26	34
CAPSULA+ SUELO HUMEDO (g)	28,30	27,50	26,80
CAPSULA + SUELO SECO (g)	24,90	24,27	24,80
PESO CAPSULA (g)	15,50	13,5	15,6
PESO AGUA (g)	3,40	3,23	2,00
PESO SUELO SECO(g)	9,40	10,77	9,20
CONTENIDO DE AGUA (%)	36,17	29,99	21,74
LÍMITE PLÁSTICO			
PRUEBA N°	1	2	
CAPSULA N°	15	36	
CAPSULA+ SUELO HUMEDO (g)	17,20	17,50	
CAPSULA + SUELO SECO (g)	15,72	15,96	
PESO CAPSULA (g)	8,50	8,7	
PESO AGUA (g)	1,48	1,54	
PESO SUELO SECO(g)	7,22	7,26	
CONTENIDO DE AGUA (%)	20,50	21,21	

Límite Líquido: 30 %
Límite plástico: 21 %
Índice de plasticidad: 9 %



Observaciones:



Sebastian Aguillon
Laboratorista

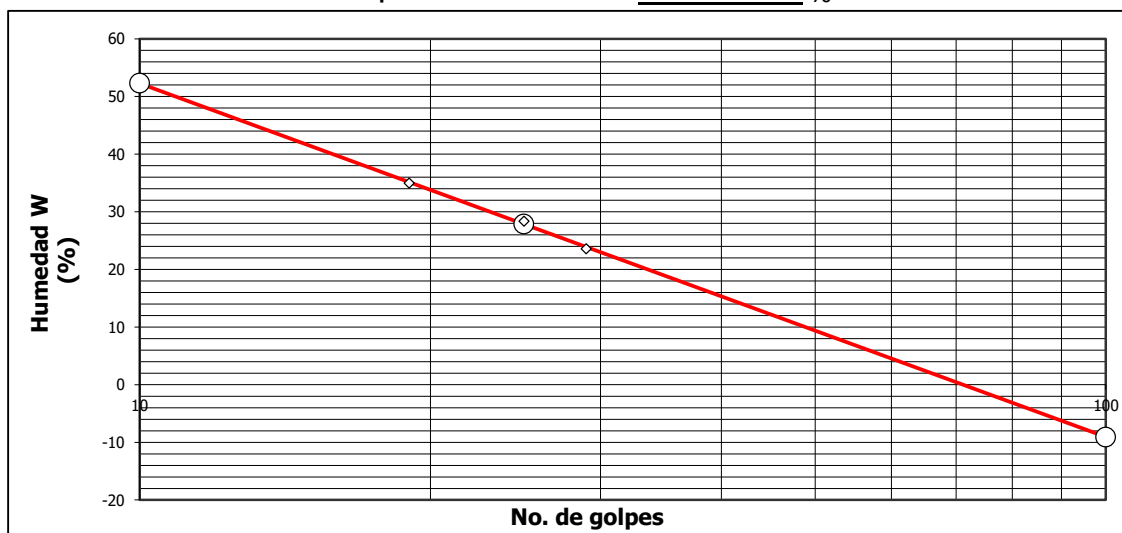


Julian Galvis
Gerente Técnico

Cliente:	ST S.A.S BIC	Código de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	11-abr-23	Profundidad :	1,50 a 1,95
Apique/Sondeo:	S5	Coordenadas	N: 1283187
Descripción:	Muestra #2	E:	1104487

LIMITE LIQUIDO			
PRUEBA N°	1	2	3
CAPSULA N°	14	13	11
N° DE GOLPES	19	25	29
CAPSULA+ SUELO HUMEDO (g)	27,00	26,80	26,80
CAPSULA + SUELO SECO (g)	24,20	24,06	24,30
PESO CAPSULA (g)	16,20	14,4	13,7
PESO AGUA (g)	2,80	2,74	2,50
PESO SUELO SECO(g)	8,00	9,66	10,60
CONTENIDO DE AGUA (%)	35,00	28,36	23,58
LIMITE PLASTICO			
PRUEBA N°	1	2	
CAPSULA N°	28	16	
CAPSULA+ SUELO HUMEDO (g)	18,10	18,50	
CAPSULA + SUELO SECO (g)	16,65	16,99	
PESO CAPSULA (g)	8,70	9,2	
PESO AGUA (g)	1,45	1,51	
PESO SUELO SECO(g)	7,95	7,79	
CONTENIDO DE AGUA (%)	18,24	19,38	

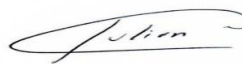
Límite Líquido: 28 %
Límite plástico: 19 %
Índice de plasticidad: 9 %



Observaciones:



Sebastian Aguillon
Laboratorista

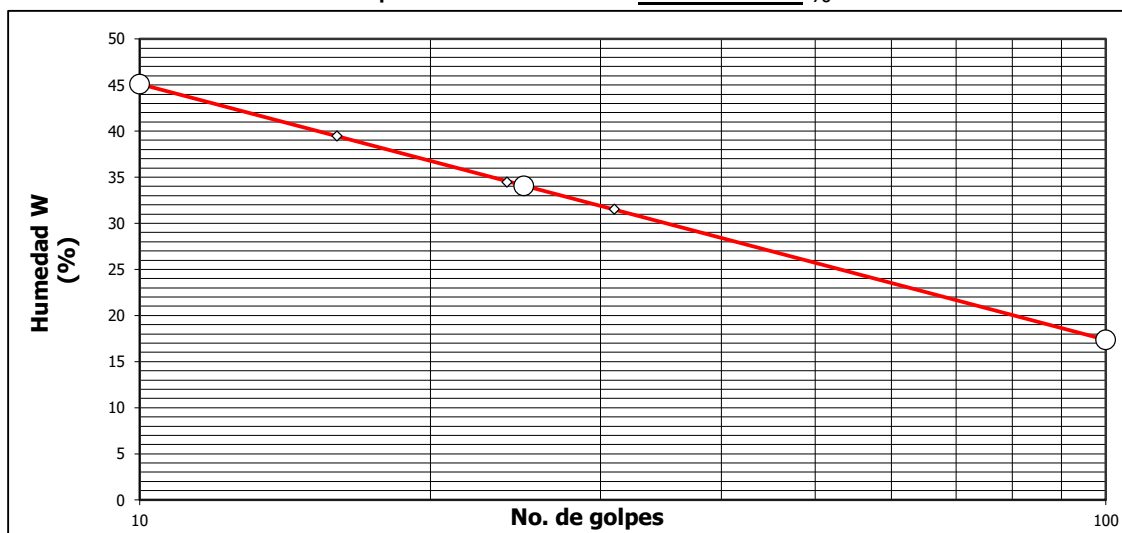


Julian Galvis
Gerente Técnico

Cliente:	ST S.A.S BIC	Código de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	11-abr-23	Profundidad :	0,50 a 0,95
Apique/Sondeo:	S6	Coordenadas	N: 1283185
Descripción:	Muestra #1	E:	1104575

LIMITE LIQUIDO			
PRUEBA N°	1	2	3
CAPSULA N°	1	3	18
N° DE GOLPES	31	24	16
CAPSULA+ SUELO HUMEDO (g)	27.90	27.80	19.50
CAPSULA + SUELO SECO (g)	25.00	24.80	16.50
PESO CAPSULA (g)	15.80	16.1	8.9
PESO AGUA (g)	2.90	3.00	3.00
PESO SUELO SECO(g)	9.20	8.70	7.60
CONTENIDO DE AGUA (%)	31.52	34.48	39.47
LIMITE PLASTICO			
PRUEBA N°	1	2	
CAPSULA N°	21	30	
CAPSULA+ SUELO HUMEDO (g)	17.30	18.10	
CAPSULA + SUELO SECO (g)	15.73	16.42	
PESO CAPSULA (g)	8.40	8.9	
PESO AGUA (g)	1.57	1.68	
PESO SUELO SECO(g)	7.33	7.52	
CONTENIDO DE AGUA (%)	21.42	22.34	

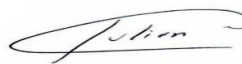
Límite Líquido: 34 %
 Límite plástico: 22 %
 Índice de plasticidad: 12 %



Observaciones:



Sebastian Aguillon
Laboratorista

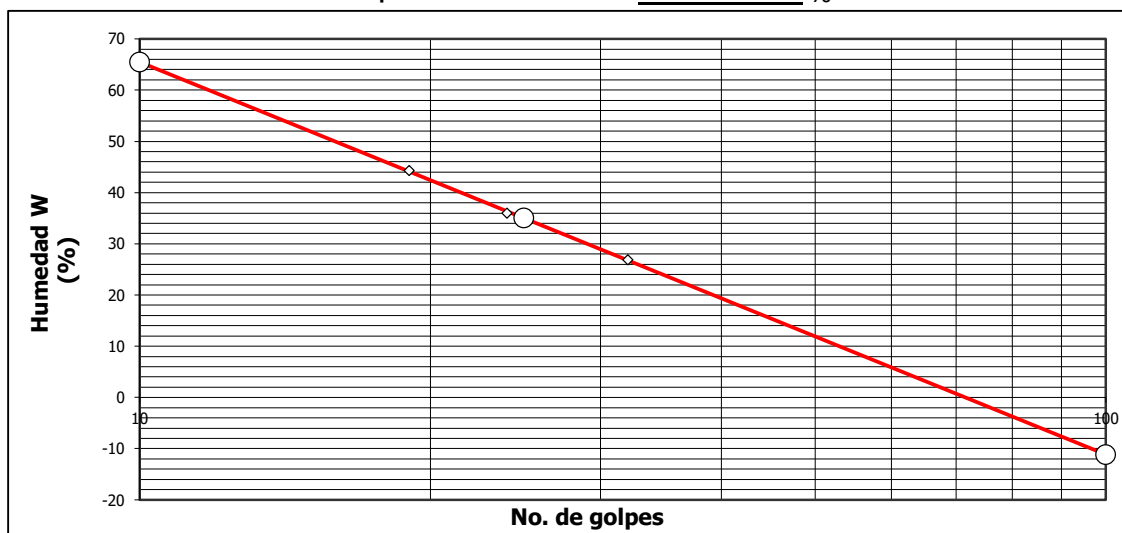


Julian Galvis
Gerente Técnico

Cliente:	5T S.A.S BIC	Codigo de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	11-abr-23	Profundidad :	0,50 a 0,95
Apique/Sondeo:	S7	Coordenadas	N: 1283185
Descripción:	Muestra #1	E:	1104574

LIMITE LIQUIDO			
PRUEBA N°	1	2	3
CAPSULA N°	2	4	14
N° DE GOLPES	19	24	32
CAPSULA+ SUELO HUMEDO (g)	27,00	27,10	26,10
CAPSULA + SUELO SECO (g)	23,50	23,87	24,00
PESO CAPSULA (g)	15,60	14,9	16,2
PESO AGUA (g)	3,50	3,23	2,10
PESO SUELO SECO(g)	7,90	8,97	7,80
CONTENIDO DE AGUA (%)	44,30	36,01	26,92
LIMITE PLASTICO			
PRUEBA N°	1	2	
CAPSULA N°	23	35	
CAPSULA+ SUELO HUMEDO (g)	18,20	17,90	
CAPSULA + SUELO SECO (g)	16,84	16,48	
PESO CAPSULA (g)	9,10	8,9	
PESO AGUA (g)	1,36	1,42	
PESO SUELO SECO(g)	7,74	7,58	
CONTENIDO DE AGUA (%)	17,57	18,73	

Límite Líquido: 35 %
Límite plástico: 18 %
Índice de plasticidad: 17 %



Observaciones:



Sebastian Aguillon
Laboratorista



Julian Galvis
Gerente Técnico

Cliente:	5T S.A.S BIC	Código de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	11-abr-23	Profundidad :	0,50 a 0,95
Apique/Sondeo:	S7	N:	1283185
Descripción:	Muestra #2	E:	1104574

LIMITE LIQUIDO			
PRUEBA N°	1	2	3
CAPSULA N°	13	14	10
N° DE GOLPES	23	25	32
CAPSULA+ SUELO HUMEDO (g)	25,70	28,10	28,20
CAPSULA + SUELO SECO (g)	23,00	25,36	25,80
PESO CAPSULA (g)	14,40	16,1	15,9
PESO AGUA (g)	2,70	2,74	2,40
PESO SUELO SECO(g)	8,60	9,26	9,90
CONTENIDO DE AGUA (%)	31,40	29,59	24,24
LIMITE PLASTICO			
PRUEBA N°	1	2	
CAPSULA N°	29	33	
CAPSULA+ SUELO HUMEDO (g)	17,80	17,90	
CAPSULA + SUELO SECO (g)	16,29	16,26	
PESO CAPSULA (g)	8,80	8,7	
PESO AGUA (g)	1,51	1,64	
PESO SUELO SECO(g)	7,49	7,56	
CONTENIDO DE AGUA (%)	20,16	21,69	

Límite Líquido: 30 %
 Límite plástico: 21 %
 Índice de plasticidad: 9 %



Observaciones:



Sebastian Aguillon
Laboratorista

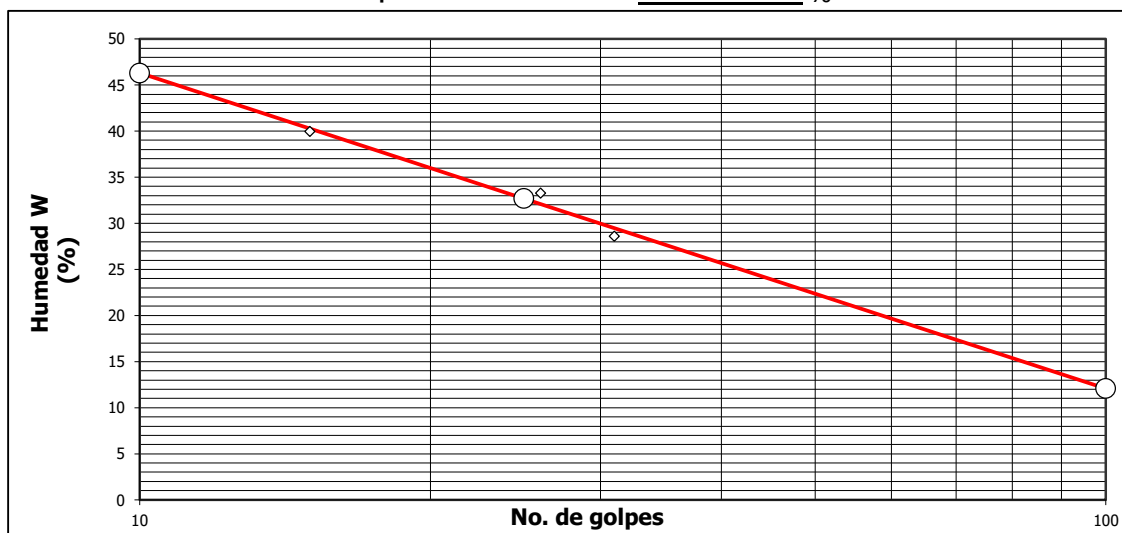


Julian Galvis
Gerente Técnico

Cliente:	5T S.A.S BIC	Código de Proyecto:	276
Proyecto:	Geotecnia para variante las olas	Lugar:	Norte, bucaramanga
Fecha Trabajos:	11-abr-23	Profundidad :	2,50 a 2,95
Apique/Sondeo:	S7	Coordenadas	N: 1283185
Descripción:	Muestra #3	E:	1104574

LIMITE LIQUIDO			
PRUEBA N°	1	2	3
CAPSULA N°	5	10	6
N° DE GOLPES	15	26	31
CAPSULA+ SUELO HUMEDO (g)	26.70	28.90	25.90
CAPSULA + SUELO SECO (g)	23.50	25.63	23.52
PESO CAPSULA (g)	15.50	15.8	15.2
PESO AGUA (g)	3.20	3.27	2.38
PESO SUELO SECO(g)	8.00	9.83	8.32
CONTENIDO DE AGUA (%)	40.00	33.27	28.61
LIMITE PLASTICO			
PRUEBA N°	1	2	
CAPSULA N°	22	37	
CAPSULA+ SUELO HUMEDO (g)	17.40	17.90	
CAPSULA + SUELO SECO (g)	16.04	16.48	
PESO CAPSULA (g)	8.60	8.7	
PESO AGUA (g)	1.36	1.42	
PESO SUELO SECO(g)	7.44	7.78	
CONTENIDO DE AGUA (%)	18.28	18.25	

Límite Líquido: 33 %
 Límite plástico: 18 %
 Índice de plasticidad: 15 %



Observaciones:



Sebastian Aguillon
Laboratorista



Julian Galvis
Gerente Técnico

	SUELOS Y GEOTECNIA S.A.S				NIT: 900922834-7						
	Cliente	ST S.A.S BIC			Versión						
	Proyecto	Geotecnia para variante las olas			Codigo Proyecto		276				
					Ubicación		Norte, bucaramanga				
				Fecha de Ensayo		Año	2023	Mes	4	Día	10

COMPRESION INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELO						INV E-152-13					
---	--	--	--	--	--	--------------	--	--	--	--	--

Tramo		Abscisa		Coordenadas	N	1283206	E	1104561
Sondeo/Apique	2	Muestra No.	1	Profundidad	De	0,5	Hasta	0,95
Descripción:								

Descripción	Valor	Unidad
Altura (H)	8,4	cm
Diametro Superior (Ds)	3,8	cm
Diametro Central (Dc)	3,8	cm
Diametro Inferior (Di)	3,8	cm
Peso Humedo	214,6	g
Peso Seco	188,35	g
Área Superior (As)	11,34	cm ²
Área Central (Ac)	11,34	cm ²
Área Inferior (Ai)	11,34	cm ²

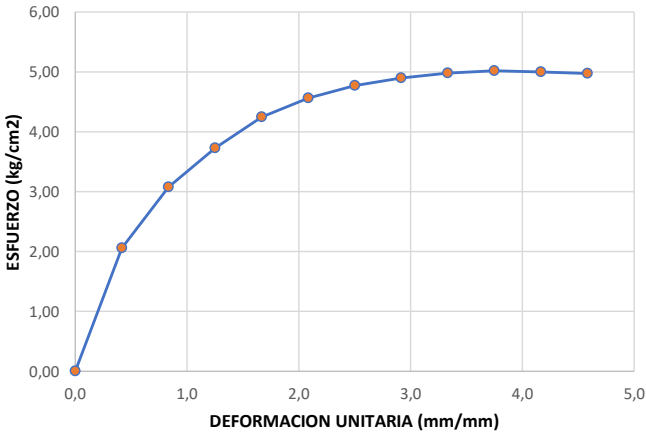
Descripción	Valor	Unidad
Recipiente	28	#
Peso Recipiente	35	g
Peso Recipiente+Suelo Humedo	174	g
Peso Recipiente+Suelo Seco	157	g
Humedad Natural	13,93	%
Área Promedio (Am)	11,34	cm ²
Volumen	95,27	cm ³
Peso Unitario Humedo	2,253	g/cm ³
Peso Unitario Seco	1,977	g/cm ³

Velocidad de Carga	1	mm/min
--------------------	---	--------

Resistencia Comprensión	5,02	Kgf/Cm2
Resistencia al Corte	2,51	Kgf/Cm2

No. Lectura	Carga		Deformación		Área Correg	Esfuerzo
#	P		ΔL	ε	A	σ
Und	Kn	Kgf	(10 ⁻² mm)		cm ²	(kgf/cm ²)
1	0	0,00	0,00	0,0	11,34	0,00
2	0,230	23,45	0,35	0,4	11,39	2,06
3	0,345	35,18	0,70	0,8	11,44	3,08
4	0,420	42,83	1,05	1,3	11,48	3,73
5	0,480	48,95	1,40	1,7	11,53	4,24
6	0,518	52,82	1,75	2,1	11,58	4,56
7	0,544	55,47	2,10	2,5	11,63	4,77
8	0,561	57,21	2,45	2,9	11,68	4,90
9	0,573	58,43	2,80	3,3	11,73	4,98
10	0,580	59,14	3,15	3,8	11,78	5,02
11	0,580	59,14	3,50	4,2	11,83	5,00
12	0,580	59,14	3,85	4,6	11,89	4,98

RELACION ESFUERZO DEFORMACION UNITARIA





FIRMA		
Nombre	Sebastian Aguillon	Julian Andre Galvis Florez
Cargo	Laboratorista	Gerente Técnico

	SUELOS Y GEOTECNIA S.A.S				NIT: 900922834-7						
	Cliente	ST S.A.S BIC			Versión						
	Proyecto	Geotecnia para variante las olas			Codigo Proyecto		276				
					Ubicación		Norte, bucaramanga				
				Fecha de Ensayo		Año	2023	Mes	4	Día	10

COMPRESION INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELO						INV E-152-13					
---	--	--	--	--	--	--------------	--	--	--	--	--

Tramo		Abscisa		Coordenadas	N	1283206	E	1104561
Sondeo/Apique	2	Muestra No.	3	Profundidad	De	2,5	Hasta	2,95
Descripción:								

Descripción	Valor	Unidad
Altura (H)	7,7	cm
Diametro Superior (Ds)	3,7	cm
Diametro Central (Dc)	3,7	cm
Diametro Inferior (Di)	3,7	cm
Peso Humedo	194	g
Peso Seco	169,75	g
Área Superior (As)	10,75	cm ²
Área Central (Ac)	10,75	cm ²
Área Inferior (Ai)	10,75	cm ²

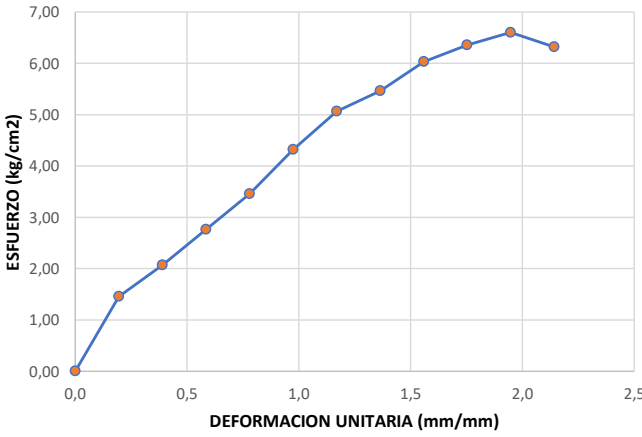
Descripción	Valor	Unidad
Recipiente	32	#
Peso Recipiente	36	g
Peso Recipiente+Suelo Humedo	172	g
Peso Recipiente+Suelo Seco	155	g
Humedad Natural	14,29	%
Área Promedio (Am)	10,75	cm ²
Volumen	82,79	cm ³
Peso Unitario Humedo	2,343	g/cm ³
Peso Unitario Seco	2,050	g/cm ³

Velocidad de Carga	1	mm/min
--------------------	---	--------

Resistencia Comprensión	6,60	Kgf/Cm2
Resistencia al Corte	3,30	Kgf/Cm2

No. Lectura	Carga		Deformación		Área Correg	Esfuerzo
#	P		ΔL	ε	A	σ
Und	Kn	Kgf	(10 ⁻² mm)		cm ²	(kgf/cm ²)
1	0	0,00	0,00	0,0	10,75	0,00
2	0,154	15,70	0,15	0,2	10,77	1,46
3	0,219	22,33	0,30	0,4	10,79	2,07
4	0,293	29,88	0,45	0,6	10,82	2,76
5	0,367	37,42	0,60	0,8	10,84	3,45
6	0,460	46,91	0,75	1,0	10,86	4,32
7	0,540	55,06	0,90	1,2	10,88	5,06
8	0,584	59,55	1,05	1,4	10,90	5,46
9	0,646	65,87	1,20	1,6	10,92	6,03
10	0,682	69,54	1,35	1,8	10,94	6,35
11	0,710	72,40	1,50	1,9	10,97	6,60
12	0,681	69,44	1,65	2,1	10,99	6,32

RELACION ESFUERZO DEFORMACION UNITARIA





FIRMA		
Nombre	Sebastian Aguillon	Julian Andre Galvis Florez
Cargo	Laboratorista	Gerente Técnico